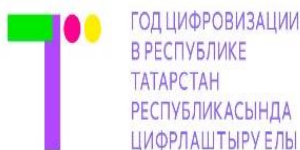


Министерство сельского хозяйства РФ  
Министерство сельского хозяйства и продовольствия РТ  
ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»  
Институт агробиотехнологий и землепользования  
Кафедра общего земледелия, защиты растений и селекции



## БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНОМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Сборник научных трудов по материалам  
I Всероссийской  
научно-практической конференции

*26-27 октября 2022 г.*

Казань 2022

УДК 57.02  
ББК 65.9(2)

Печатается  
по решению Ученого совета  
Казанского государственного аграрного университета  
№ 43 от 13 декабря 2022 г.

Все права защищены. Ни одна часть данной публикации не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая электронное и фотокопирование, без предварительного письменного разрешения владельца авторских прав.

**Редакционная коллегия:**

Д.т.н., профессор, Валиев А.Р., д.т.н., профессор, профессор РАН Зиганшин Б.Г., д.с.х.н., доцент Низамов Р.М., д.биол.н., профессор Янковский Н.К., к.э.н. Мусьял А.В., д.с.х.н., доцент Сержанов И.М., д.с.х.н., профессор Сафин Р.И., д.б.н. Брускин С.А., д.б.н. Шевелев А.Б., д.с.х.н., Валидов Ш.З., д.с.х.н., профессор Амиров М.Ф., д.с.х.н., профессор Миникаев Р.В., д.т.н., доцент Калимуллин М.Н.

**Технический секретарь:** к.э.н. Нуриева Р.И.

Сборник научных трудов опубликован по материалам I Всероссийской научно-практической конференции, посвященной биологической защите растений с использованием геномных технологий.

В нем представлены результаты научных исследований российских учёных, преподавателей, аспирантов и студентов по вопросам геномных биотехнологий в разработке новых биологических препаратов для растениеводства, технологиям производства биопрепаратов, эффективности применения биопрепаратов и биостимуляторов в агротехнологиях возделывания сельскохозяйственных культур, а также сопряженной селекции сельскохозяйственных культур и микроорганизмов.

Биологическая защита растений с использованием геномных технологий / сб. науч. тр. по материалам I Всероссийской научно-практич. конференции – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2022. - 330 с.

© Казанский государственный аграрный университет, 2022

© Валиев А.Р., Зиганшин Б.Г., Низамов Р.М., Янковский Н.К., Мусьял А.В., Сержанов И.М., Сафин Р.И., Брускин С.А., Шевелев А.Б., Валидов Ш.З., Амиров М.Ф., Миникаев Р.В., М.Н. Калимуллин.

**Абрамова Арина Алексеевна**  
Аспирант 4-го года обучения  
Казанский государственный аграрный университет  
Казань  
[abramova92a@yandex.ru](mailto:abramova92a@yandex.ru)

## **ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ОБРАБОТКИ СЕМЯН БИОПРЕПАРАТАМИ НА МИКРОБИОМ КОРНЕЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ТЕЧЕНИЕ ТРЕХ СЕЗОНОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ**

**Аннотация.** В работе исследовали количественные изменения в микробиоме корней яровой пшеницы сорта Ульяновская 105 при обработке семян пшеницы биологическими препаратами, основанными на штаммах *Bacillus mojavensis* и *Bacillus amyloliquefaciens*. Кроме того, была рассмотрена способность этих штаммов, переходить из обработанных семян вовнутрь корней растений. Пшеница сорта Ульяновская 105 возделывалась в течение 2020-2022 годов. В течение вегетации яровой пшеницы наблюдались различные погодные условия. Штаммы, используемые для обработки семян, являются эндофитными микроорганизмами, выделенными из корней и стеблей томата (*Bacillus amyloliquefaciens*) и семян яровой пшеницы (*Bacillus mojavensis*). По результатам исследования отмечено, что применение этих препаратов, в целом, увеличивает численность бактерий в корнях растений. Выявлено, что из двух применяемых штаммов, штамм *Bacillus amyloliquefaciens* способен переходить со временем в корни растений.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, биологические препараты, эндофиты корней, ризосферный микробиом, биологическая защита растений.

**Arina A. Abramova**  
4-year postgraduate student  
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia  
[abramova92a@yandex.ru](mailto:abramova92a@yandex.ru)

## **ASSESSMENT OF THE IMPACT OF SEED TREATMENT WITH BIOLOGICAL PREPARATIONS ON THE MICROBIOM OF SPRING WHEAT ROOTS DURING THREE GEOWING SEASONS**

**Abstract.** The investigation studied the quantitative changes in the root microbiome of the roots of spring wheat Ulyanovskaya105 variety when treated with biological preparations based on bacterial strains of *Bacillus mojavensis* and *Bacillus amyloliquefaciens*. There was also considered an ability of these strains to pass from the treated seeds into the roots of plants. Ulyanovskaya

105 wheat variety was cultivated during summer periods of 2020-2022. During all of the growing seasons, different weather conditions were observed. The strains used for seed treatment are endophytic microorganisms isolated from the roots and stems of tomato (*Bacillus amyloliquefaciens*) and spring wheat seeds (*Bacillus mojavensis*). According to the results of the study, it was noted that the use of these preparations, in general, increases the number of bacteria in plant roots. The ability of the *Bacillus amyloliquefaciens* strain to move into the plant roots.

Замена химических средств защиты растений биологическими становится все более актуальной задачей в сельском хозяйстве и органическом земледелии [1]. Большинство биопрепаратов представляет собой живые микроорганизмы и их применение безопасно для окружающей среды, растений и человека [2, 3]. Поскольку бактериальные организмы, являющиеся основой для биопрепаратов, обитают в почве и растениях, они успешно приживаются в растительных организмах и становятся их неотъемлемой частью [4].

Ризосферные и эндофитные бактерии находятся с растениями в тесной связи, поэтому они оказывают влияние на физиологические и биохимические процессы растительного организма, а, следовательно, они играют важную роль в росте и развитии, а также в формировании урожая сельскохозяйственных культур. Именно этим объясняется успешное применение биологических препаратов при возделывании различных культур [5].

Используя почву в качестве субстрата для своего развития, растения с помощью своей корневой системы не только поглощают питательные вещества, но и выделяют различные продукты своего обмена в почвенную среду [6]. Развитие и рост растений, как правило, тесно связаны с микроорганизмами, обитающими в почве и в корнях растений. В свою очередь, микроорганизмы, обитающие в корнях, реагируют на различные изменения обмена веществ растений [7]. Также показано, что микроорганизмы, обитающие в корнях и в ризосфере растений, способствуют устойчивости растений к различным стрессовым факторам, в том числе – болезням и нехватке питательных веществ [8,9].

Целью данной работы является изучение количественных изменений в микробиоме корней яровой пшеницы при обработке этой культуры биопрепаратами на основе бактериальных штаммов *Bacillus mojavensis* и *Bacillus amyloliquefaciens* и выявление способности этих штаммов заселять корни растений.

Мягкую яровую пшеницу сорта «Ульяновская-105» в течение трех летних сезонов выращивали на испытательном поле «Нармонка», расположенном в Лаишевском районе Республики Татарстан.

В качестве биологических препаратов, которыми обрабатывали семена пшеницы перед посевом, использовали два бактериальных

штамма: *Bacillus mojavensis* PS17 и *Bacillus amyloliquefaciens* 95B, в виде живых культур в жидкой среде. Оба штамма являются факультативными эндофитами сельскохозяйственных культур: первый был выделен из семян яровой пшеницы; второй – из корней и стеблей томатов [10,11]. Норма расхода препаратов составила 1,0 л/т. В качестве контроля использовался вариант без обработки.

Три вегетационных периода возделывания пшеницы отличались по погодным условиям [12]. В 2020 году период вегетации был достаточно влажным и прохладным. В 2021 году – жарким и засушливым, а в период вегетации 2022 года в начальный период развития растений (май-июнь) наблюдалась умеренная влажность и средние температуры, а во второй половине (конец июня-июль) отмечались засушливые явления.

Растительный материал для изучения микрофлоры корней отбирался в течение всего вегетационного периода на различных стадиях развития пшеницы (стадии всходов, кущения, выхода в трубку, колошения, цветения, зрелости).

Для выделения и культивирования микроорганизмов из растений использовались стандартные методики [13]. В качестве питательной твердой среды использовали среду LB-Luria. После культивирования микроорганизмов, на чашках подсчитывалось общее КОЕ микроорганизмов. По каждому варианту материала высев производился на 4 чашки Петри, таким образом, общее КОЕ выводилось как средний результат по 4-м повторам. Обнаружение исследуемых штаммов в материале производилось при помощи 16S ПЦР [14-16].

Полученные результаты сравнивались между собой за три года исследований.

В таблицах 1 - 6 представлены количественные показатели микробиома корней растений на разных стадиях развития пшеницы для всех вегетационных периодов.

Таблица 1 – Количество бактерий в корнях пшеницы в фазу всходов,  $\times 10^7$  КОЕ/г

Вариант	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Контроль	3,50±0,10	2,90±0,50	3,10±0,90
<i>Bacillus mojavensis</i> PS17	6,20±0,60	5,70±1,10	5,80±1,00
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> 95B	5,70±0,60	3,00±1,40	5,70±1,00

Таблица 2 – Количество бактерий в корнях пшеницы в фазу кущения,  $\times 10^7$  КОЕ/г

Вариант	2020 г.	2021 г.	2021 г.
Контроль	1,30±0,30	0,80±0,06	0,78±0,07

Обработка штаммом PS17	1,20±0,90	1,20±0,30	1,20±0,10
Обработка штаммом 95B	4,60±0,30	2,10±0,50	6,90±0,60

Таблица 3 – Количество бактерий в корнях пшеницы в фазу выхода в трубку,  $\times 10^7$ КОЕ/г

Вариант	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Контроль	1,10±0,10	0,77±0,09	0,87±0,11
Обработка штаммом PS17	1,70±0,80	2,00±0,70	2,20±0,70
Обработка штаммом 95B	4,50±0,10	2,10±1,30	6,00±0,80

Таблица 4 – Количество бактерий в корнях пшеницы в фазу колошения,  $\times 10^7$ КОЕ/г

Вариант	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Контроль	1,20±0,70	0,81±0,11	0,81±0,08
Обработка штаммом PS17	1,80±0,80	1,40±0,10	1,70±1,00
Обработка штаммом 95B	4,70±1,00	2,00±1,20	6,30±1,00

Таблица 5 – Количество бактерий в корнях пшеницы в фазу цветения,  $\times 10^7$ КОЕ/г

Вариант	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Контроль	1,30±0,10	0,84±0,08	0,74±0,09
Обработка штаммом PS17	1,80±0,50	1,60±0,60	1,40±0,90
Обработка штаммом 95B	5,00±1,00	2,30±1,00	7,50±0,80

Таблица 6 – Количество бактерий в корнях пшеницы в фазу полной спелости,  $\times 10^7$ КОЕ/г

Вариант	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Контроль	1,40±0,10	0,87±0,14	0,75±0,11* $10^6$
Обработка штаммом PS17	1,80±0,50	1,80±0,60	1,90±0,80
Обработка штаммом 95B	5,20±1,20	2,50±1,00	6,60±0,90

По данным приведенным в таблицах видно, как обработка семян влияет на общее количество бактерий в корнях растений яровой пшеницы. В целом, наблюдается увеличение количества микроорганизмов в корнях растений обработанных биопрепаратами. Такая закономерность сильнее прослеживается в благоприятные по увлажнению 2020 и 2022 годы. Однако, это не так заметно в условиях острой засухи 2021 года. По результатам 2021 года можно сказать, что в контрольных растениях и растениях, обработанных *Bacillus amyloliquefaciens* 95В количество бактерий в корнях растений заметно ниже, чем в двух других годах. Однако такого нельзя сказать о растениях, обработанных *Bacillus mojavensis* PS17– в этих вариантах КОЕ бактерий было примерно на одном уровне в течение всех вегетационных сезонов. Также можно отметить, что в вариантах, обработанных *Bacillus amyloliquefaciens* 95В, увеличивается количество микроорганизмов по мере развития растений. При обработке *Bacillus mojavensis* PS17 наблюдается другая картина: наибольшее количество бактерий отмечено в стадию всходов, затем это количество резко снижается, и остается примерно на одном уровне на протяжении всего периода роста растений.

После анализа материала на наличие в нем исследуемых штаммов, эти штаммы были обнаружены только в тех вариантах, где их применяли для обработки семян. В контрольных образцах ни один из штаммов обнаружен не был. Данные по присутствию штамма PS17 в корнях представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Присутствие *Bacillus mojavensis* PS17 в корнях яровой пшеницы в различные фазы ее развития

Год	Всходы	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Цветение	Зрелость
2020	-	-	-	-	-	-
2021	+	-	-	-	-	-
2022	+	-	-	-	-	-

Данные по присутствию *Bacillus amyloliquefaciens* 95В в корнях представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Присутствие *Bacillus amyloliquefaciens* 95В в корнях яровой пшеницы в различные стадии ее развития

Год	Всходы	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Цветение	Зрелость
2020	-	-	-	-	-	-
2021	+	-	+	+	+	-
2022	+	-	-	+	+	-

Из данных, приведенных в таблицах по обоим штаммам, можно сделать следующие наблюдения. В 2020 году ни один из изучаемых штаммов не был обнаружен в корнях растений. В 2021 году оба штамма

были отмечены в стадию всходов, в последующих стадиях в корнях обнаруживался только *Bacillus amyloliquefaciens* 95В. То же самое наблюдается и в 2022 году.

Таким образом, обработка растений пшеницы перед посевом влияет на количество бактерий в корнях растений на разных стадиях развития и зависит от погодных условий в период вегетации. По всем приведенным выше опытам можно сказать, что в целом, при обработке семян обоими штаммами бактерий общее количество бактерий в корнях пшеницы становится больше. Это характерно для всех лет исследований.

Поскольку рассматриваемые сезоны отличались по погодным условиям, наблюдается несколько разная картина в количестве бактерий в корнях растений [15]. В более жаркий сезон 2021 года количество бактерий в корнях заметно снижено. Такое снижение числа бактерий может быть связано с погодными условиями. Как уже было сказано выше, именно этот год отличался жаркой и засушливой погодой. Жара и засуха могли отрицательно повлиять на общее количество бактерий в материале. Однако этот фактор, по всей видимости, не коснулся варианта, обработанного *Bacillus mojavensis* PS17, где количество бактерий в корнях на протяжении всего вегетационного периода оставалось на том же уровне, что и в более благоприятном сезоне.

### Литература

1. Приоритеты развития агропромышленного комплекса и задачи аграрной науки и образования / А. Р. Валиев, Р. М. Низамов, Р. И. Сафин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 1(65). – С. 97-107.
2. Хадиева Г.Ф. Биопрепараты на основе бактерий рода *Bacillus* как альтернатива использованию химических препаратов в сельском хозяйстве // Наука и инновации в технических университетах. – 2016. – С. 90-92
3. Beneduzi A. Plant-growth promoting rhizobacteria (PGPR): the potential as antagonists in biocontrol agents // Genetics and Molecular Biology. – 2012. – V 35. No 4. – P. 1044-1051
4. Медведев, Н. А. Оценка влияния предпосевной обработки семян гуминовыми удобрениями и биопрепаратом на развитие растений ярового ячменя на этапе прорастания / Н. А. Медведев, Р. И. Сафин // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского государственного аграрного университета, Казань, 26–27 марта 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 165-171.
5. Петрова С. Н. и др. Изменение структуры прокариотного сообщества в ризосфере рапса ярового (*Brassica napus* L.) в зависимости от внесения бактерий, утилизирующих 1-



- аминоциклопропан-1-карбоксилат // Микробиология. – 2020. № 1. – С. 121-128
6. Сафин, Р. И. Особенности влияния различных систем обработки почвы на ее агрофизические свойства и биологическую активность в Предкамье Республики Татарстан / Р. И. Сафин // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2022. – № 1. – С. 22-27.
  7. Евдокимов И.В. Взаимодействие ризосферных микроорганизмов и корней растений: потоки  $^{13}\text{C}$  в ризосфере после импульсного мечения // Почвоведение. – 2007. № 7. – С. 852-861
  8. Сороколетова Н.Е. Изучение микроорганизмов ассоциированных с корнем солодки лекарственной (*Glycyrrhiza glabra*) // Естественные науки. – 2012. № 2 (39). – С. 102-105
  9. Чудинова Ю.В. Влияние микроорганизмов из ризосферы льна на всхожесть семян и рост ростков и корней редиса // Вестник государственного алтайского университета. – 2009. - № 7 (57). – С. 14-18
  10. Diabankana R. G. C., et al. Antifungal Properties, Abiotic Stress Resistance, and Biocontrol Ability of *Bacillus mojavensis* PS17 // Current Microbiology. – 2021. - № 8 (78). – 3124-3132 p.
  11. Патент РФ №2736424 С1 Штамм бактерий *Bacillus amyloliquefaciens* RECB-95 для производства биопрепарата защиты сельскохозяйственных растений от стрессов, стимуляции их роста и повышения урожайности // Патент РФ №2736424 С1. 2020 Бюл. №32. / Р. И. Сафин, Л. З. Каримова, Ш. З. Валидов.
  12. Вафин, И. Х. Оценка эффективности применения физиологически активных веществ и удобрений на озимой пшенице / И. Х. Вафин, Р. И. Сафин // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2022. – № 2. – С. 19-23.
  13. Тыновец С. В. и др. Прикладная микробиология: методические указания к выполнению лабораторных работ (раздел «Сельскохозяйственная микробиология»). – 2020.
  14. Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство – 2013.
  15. Diabankana R. G. C. et al. Effects of Phenotypic Variation on Biological Properties of Endophytic Bacteria *Bacillus mojavensis* PS17 // Biology. – 2022. – Vol. 11. – No 9. – P. 1305.
  16. Безопасность продуктов питания в условиях ВТО / Д. И. Файзрахманов, Ф. Т. Нежметдинова, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев // Сельский механизатор. – 2013. – № 11. – С. 4-6. – EDN RTIZTB.

© Абрамова А.А., 2022

**Амиров Марат Фоатович**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Казанский государственный аграрный университет  
Казань

*m.f.amirof@rambler.ru*

**Гараев Разиль Ильсурович**  
кандидат сельскохозяйственных наук, и.о. доцента  
Казанский государственный аграрный университет  
Казань

*rass112@mail.ru*

**Семенов Павел Геннадьевич**  
аспирант  
Казанский государственный аграрный университет  
Казань

*sem\_pavel\_97@mail.ru*

## **ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБРАБОТКИ РАЗЛИЧНЫМИ БИОЛОГИЧЕСКИМИ АГЕНТАМИ В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМЬЯ РТ**

**Аннотация.** В этой статье рассмотрены вопросы по действию биологических агентов на продуктивность и качество яровой пшеницы. Исследования по этому опыту были проведены в «Агробиотехнопарке» Казанского ГАУ.

**Ключевые слова:** яровая пшеница; минеральное питание; биологические препараты.

**Amirov Marat Foatovich**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor

*m.f.amirof@rambler.ru*

**Garaev Razil IIsurovich**

*rass112@mail.ru*

Candidate of Agricultural Sciences, Acting associate professor

**Semenov Pavel Gennadievich**

graduate student

FGBOU VO "Kazan State Agrarian University" Kazan, RussiaKazan State

Agrarian University,

Kazan, Russia

*sem\_pavel\_97@mail.ru*

## PRODUCTIVITY AND QUALITY OF SPRING WHEAT DEPENDING ON THE TREATMENT WITH VARIOUS BIOLOGICAL AGENTS IN THE CONDITIONS OF THE PRE-KAMA REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

**Annotation.** This article discusses the issues of the action of biological agents on the productivity and quality of spring wheat. Research on this experience was conducted in the "Agrobiotechnopark" of the Kazan State Agrarian University.

**Keywords:** spring wheat; mineral nutrition; biological preparations.

Введение. Продуктивность яровой пшеницы зависит от многих условий, а именно: высокая агротехника, погодные условия, действие различных биологических препаратов и сорт которые адаптированы под условия того или иного региона. Так же на продуктивность, напрямую влияет качество семян. В современной системе земледелия качество посевного материала является очень важным фактором, без которого хозяйства не могут рассчитывать на урожай в должном уровне. Нехватка кондиционных семян той или иной культуры, влияет напрямую на другие звенья агротехнического комплекса [2, 3]. Рост и развитие растений проходит под воздействием различных условий, которые напрямую влияют на будущий урожай и его качество [4, 5, 6]. Одной из важнейших задач с\х товаропроизводителя заключается в том, чтобы сохранить растение от влияния среды. Заражение патогенными грибами, бактериями, вирусами вызывают заболевания во время прорастания, всходов и влияют на взрослое растение [1, 7, 11, 12, 13]. Органические и ресурсосберегающие технологии, которые сейчас приобретают актуальность, предполагает использование различных биологических агентов. Этого не было бы возможным без развития современных биотехнологий [4,9].

Условия, материалы и методы. Микрополевые опыты закладывались на опытном поле ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» в 2018 г. Почва опытного участка серая лесная. Содержание гумуса – 4,1 %, рН солевой вытяжки 5,5, азота легкогидролизуемого – 98-112, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 206-232, обменного калия (по Кирсанову) – 89-93 мг/кг почвы. Площадь деланки – 1,0 м<sup>2</sup>. Эксперименты закладывались в шести повторностях. Предшественник – озимая рожь. Вспашку зяби проводили в августе с предварительным лушением стерни. Удобрения были внесены под предпосевную культивацию. Боронование зяби проводили 30 апреля, предпосевная культивация соответственно 6 мая. Посев проводили сеялкой СН-16 и трактором МТЗ -82. Норма посева составила 6 млн. всхожих семян на 1 га.

В 2019 году исследования были продолжены на опытном поле ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» в Лаишевском районе.

Повторность опыта – четырёхкратная. Площадь делянки – 32 м<sup>2</sup>.

Объектом исследования выступала яровая пшеница сорта «Ульяновская 100».

Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов:

1. Контроль
2. Виал Траст
3. Ризоплан
4. RECB-95B(1,0 л/т)
5. RECB-95B(1,0 л/т)+адаптоген

Анализ и обсуждение результатов исследования. В 2018 году, во время проведения опытов обработка семян и опрыскивание растений позволило получить более высокий урожай яровой пшеницы (табл. 1). Использование *Ризоплана* дала существенную прибавку 0,25 т/га.

Таблица 1 – Сухая масса растений (стебля, корней) яровой пшеницы и поражение корневыми гнилями в фазу 3-х листьев, Нармонка 2018-2019 г.

Вариант	Сухая масса 10 растений, г		Корневые гнили, %	
	корней	стебля	развитие болезни	распространение
1. Контроль	0.07	0.36	4.25	50
2. Виал Траст	0.07	0.15	1.3	17
3. Ризоплан	0.07	0.27	0.5	20
4. RECB-95B(1,0 л/т)	0.14	0.53	0.25	10
5. RECB-95B(1,0 л/т)+адаптоген	0.12	0.50	0.25	10

Анализ накопления сухой массы растений яровой пшеницы и распространения корневых гнилей выявил следующее (табл. 1). Предпосевная обработка семян RECB-95B 1л/т (4 вариант), RECB-95B 1 л/т + адаптоген (5 вариант) способствовали нарастанию сухой массы и корней и стебля. Предпосевная обработка семян RECB-95B (4 вариант), RECB-95B + адаптоген (5 вариант) по сравнению контролем, позволило уменьшить развитие корневых гнилей.

Таблица 2 – Площадь листовой поверхности (мм<sup>2</sup>) яровой пшеницы в фазе колошения на 1 растение, Нармонка 2018-2019 г.

Вариант	Проба растений			Средняя
	1	2	3	
1. Контроль	3913	4556	3437	3969
2. Виал Траст	2538	1954	1652	2048
3. Ризоплан	3641	4184	3879	3901
4. RECB-95B(1,0 л/т)	2278	3685	3414	3126
5. RECB-95B(1,0 л/т)+адаптоген	5658	5380	4581	5206

В таблице 2 приведены данные по накоплению сухой биомассы в фазе колошения. Как видно из этой таблицы, интенсивно растения накапливали сухое вещество при опрыскивании посевов в фазу кущения RECB-95B 1 л/га+ адаптоген (вариант 5),

Таблица 3 – Сохранность всходов яровой пшеницы к уборке, Нармонка 2018-2019 г.

Вариант	Количество всходов, шт./м <sup>2</sup>	Полевая всхожесть, %	Количество растений к уборке, шт./м <sup>2</sup>	Количество продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Коэффициент кустистости	Сохранность всходов к уборке, %
1. Контроль	471	85.6	429	494	1.15	91.1
2. Виал Траст	486	88.4	462	477	1.03	95.1
3. Ризоплан	497	90.4	477	510	1.07	96.0
4. RECB-95B(1,0 л/т)	491	89.3	462	516	1.12	94.1
5. RECB-95B(1,0 л/т)+адаптоген	453	82.4	421	448	1.06	92.9

Густоты стояния учитывали в период полных всходов и перед уборкой (табл. 11). Учетная площадь составила 0,33 м<sup>2</sup>, пробы были взяты на каждой делянке в трех точках. Полевая всхожесть была ниже на 5 варианте при предпосевной обработке семян RECB-95B (1,0 л/т), но на 4 варианте без использования адаптогена она уменьшалась. Анализ снопов с тех же площадок показал, что сохранность растений к уборке была высокой 91,1-96 %.

Таблица 4 – Элементы структуры урожая яровой пшеницы, Нармонка 2018-2019 г.

Вариант	Высота растений, см	Число продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Длина колоса, см	Число колосков в колосе, шт.	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г
1. Контроль	68	494	8.0	14.0	26	1.01
2. Виал Траст	73	477	8.3	18.0	24	1.01
3. Ризоплан	66	510	7.0	14.3	25	1.00
4. RECB-95B(1,0 л/т)	66	516	8.0	14.2	24	0.98
5. RECB-95B(1,0 л/т)+адаптоген	69	448	8.0	14.5	29	1.14

В таблице 4 приведены данные по структуре урожая. На 5 варианте при использовании биол. препаратов увеличилось число зерен в колосе и масса зерна с колоса, которое по сравнению с контролем увеличилось на 0,13 г.

Таблица 5 – Биологическая урожайность яровой пшеницы, Нармонка 2018-2019 г.

Вариант	Биологическая урожайность, т/га			Соотношение зерна к соломе
	общая	зерна	соломы	
1. Контроль	11.31	5.00	6.31	1:1.26
2. Виал Траст	11.10	5.37	5.73	1:1.07
3. Ризоплан	11.25	5.57	5.68	1:1.02
4. RECB-95B(1,0 л/т)	10.95	5.03	5.92	1:1.18
5. RECB-95B(1,0 л/т)+адаптоген	8.85	5.01	3.84	1:0.77

Таблица 6 – Урожайность зерна яровой пшеницы сорта Ульяновский 100, 2018 г. Нармонка

Вариант	Урожайность зерна, т/га				Средняя	Прибавка	
	I	II	III	IV		т/га	%
1. Контроль	4,91	4,84	4,79	4,74	4,82	-	-
2. Виал Траст	4,81	4,83	4,77	4,75	4,79	-	-
3. Ризоплан	5,2	5,12	4,89	5,07	5,07	0,25	5,2
4. RECB-95B(1,0 л/т)	5,18	5,02	4,92	4,88	5,00	0,18	3,7
5. RECB-95B(1,0 л/т)+адаптоген	5	4,99	4,93	5,24	5,04	0,24	5,0
HCP <sub>0,5</sub>					0,09		

Анализируя таблицу 6, можно сделать следующие выводы. Прибавка урожая была получена по 3 и 5 варианту. По сравнению с контролем, прибавка составила 5-5,2%.

Таблица 7 – Урожайность зерна яровой пшеницы сорта Ульяновский 100, 2019 г. Нармонка

Вариант	Урожайность зерна, т/га				Средняя	Прибавка +/-	
	I	II	III	IV		т/га	%
1. Контроль	2,57	2,66	2,63	2,62	2,57	-	-
2. Виал Траст	2,47	2,58	2,69	2,58	2,47	-0,5	-9,6
3. Ризоплан	2,45	2,57	2,68	2,57	2,45	-0,12	-9,5
4. RECB-95B(1,0 л/т)	2,62	2,67	2,78	2,68	2,62	+0,5	+10,1
5. RECB-95B(1,0 л/т)+адаптоген	2,42	2,48	2,51	2,47	2,42	-0,15	-9,4
HCP <sub>0,5</sub>					0,05		

В таблице 7, приведены результаты урожайности за 2019 год Прибавка была получена по 4 варианту, и составила 10,1% по сравнению с контролем.

Таблица 8 – Качественные показатели зерна яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян и опрыскивания, 2018-2019 г.

<i>Вариант</i>	<i>Стекловидность, %</i>	<i>Натура зерна, г/см<sup>3</sup></i>	<i>Содержание белка, %</i>
1. Контроль	87	785	14.66
2. Виал Траст	84	791	13.48
3. Ризоплан	87	788	13.59
4. RECB-95B(1,0 л/т)	91	788	13.40
5. RECB-95B(1,0 л/т)+адаптоген	91	793	13.73

В наших опытах при использовании комплекса биологических препаратов по вариантам не увеличивалось содержания белка (табл. 7). Вместе с тем, в этих же вариантах, увеличение содержания клейковины не отмечалось. Стекловидность зерна яровой пшеницы в 2019 году высокая, особенно заметно влияние обработок биологическими препаратами по вариантам 4, 5.

Из результатов вышеизложенного материала, можно сделать следующие выводы:

1. В 2018-2019 годах, на серых лесных почвах прибавка была получена при применении Ризоплана и RECB-95B(1,0 л/т)+адаптоген, а в 2019 году достоверную прибавку дала только RECB-95B(1,0 л/т).

#### Литература

1. Амиров М. Ф. Оценка влияния биологических препаратов и минеральных удобрений на продуктивность яровой твердой пшеницы / М. Ф. Амиров, А. М. Амиров // Вестник Казанского ГАУ. – 2015. - №1 (35) - С.98-102.

2. Амиров М. Ф. Формирование урожая яровой мягкой пшеницы при использовании биологических препаратов и минеральных удобрений/ М. Ф. Амиров // Вестник Казанского ГАУ. – 2017. - №2 (44) -С.5-8.

3. Амиров М.Ф. Адаптивные технологии возделывания полевых культур / М.Ф. Амиров, В.П. Владимиров, И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов // Казань: Изд-во «Бриг», 2018.-124 с.

4. Гараев Р.И. Урожайные свойства и качество семян яровой пшеницы в зависимости от фона питания в условиях Республики Татарстан Сержанов И.М., Шайхутдинов Ф.Ш., Сержанова А.Р., Гараев Р.И. / Вестник Казанского ГАУ - 2019. - № 2 (53). С.52-57.

5. Карпова Л.В. Модификационное воздействие агротехнических приемов на качество семян зерновых культур и прогнозирование их

потенциальных возможностей в условиях Среднего Поволжья / Л.В. Карпова // Известия Оренбургского ГАУ.–2009.– Т.1.–С.13-15. - № 3(37).- С.108-111.

6. Ганиев А.М. Влияние предпосевной обработки семян на формирование урожайности зерна и качество семян яровой пшеницы в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / А.М. Ганиев, И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 2(50). – С.12-17.

7. А.М. Сабирзянов, Н.А. Логинов, И.П. Таланов, М.В. Панасюк, Т.Г. Хадеев. Влияние фона минерального питания и приемов основной обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны среднего Поволжья. Конференция по инновациям в развитии сельского хозяйства и сельских территорий IOP Conf. Se-ries: Earth and Environmental Science 341 (2019) 01202.7doi:10.1088/1755-1315/341/1/012027

8. Гилязов, М.Ю. Изменение агрофизических свойств выщелоченного чернозема при загрязнении его товарной нефтью в Республике Татарстан. Евразийское почвоведение, 2002, 35(12), 1341-1345.

9. Р.И. Сафин, Л.З. Каримова, С.З. Валидов. The evaluation of various sources of endophytic microorganisms for new biofungicides/ INTERNATIONAL FORUM "BIOTECHNOLOGY: STATE OF THE ART AND PERSPECTIVES" The proceedings of International forum "Biotechnology: state of the art and perspectives" MAY 23-25, 2018.P. 34-35.

10. Доспехов Б. А. Методология полевого опыта (с базами статистической обработки результатов исследований). - Москва: Колос, 1985 -416 с.

11. Колесар В.А. Оценка влияния агроклиматических изменений на развитие болезней яровой пшеницы в предкамье Республики Татарстан/ Колесар В.А., Зиганшин А.А., Сафин Р.И.//Зерновое хозяйство России. 2017. № 2 (50). С. 45-47.

12. Каримова Л.З. Продуктивность сельскохозяйственных культур при применении биопрепаратов на основе ризосферных бактерий (PGPR) Каримова Л.З., Нижегородцева Л.С., Колесар В.А., Климова Л.Р., Кадырова Ф.З., Сафин Р.И.// Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № S4-1 (55). С. 52-58.

13. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 138-142. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-138-142. – EDN WEWUEY.

© Амиров М.Ф., Гараев Р.И, Семенов П.Г, 2022



**Амиров Марат Фоатович**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Казанский государственный аграрный университет  
Казань  
m.f.amirof@rambler.ru

**Толокнов Дмитрий Игоревич**

Аспирант  
Казанский государственный аграрный университет  
Казань

**Семенов Павел Геннадьевич**

аспирант  
Казанский государственный аграрный университет  
Казань  
sem\_pavel\_97@mail.ru

**Сафиуллин Айрат Ягъфарович**

аспирант  
Казанский государственный аграрный университет  
Казань

## **ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ПИТАНИЯ И ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**

**Аннотация.** Удовлетворение потребностей растений в элементах питания, способов применения стимуляторов роста с учётом активных фаз развития культуры остается актуальным. Цель нашего исследования – изучение комплексного воздействия уровня минерального питания, предпосевной обработки семян и опрыскивания вегетирующих растений регулятором роста на продуктивность яровой пшеницы. Лабораторные исследования и полевые опыты провели в 2019-2020 гг. на базе ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» на серой лесной почве. Урожайность яровой пшеницы в среднем за годы исследований на фоне без удобрений составила 3.94 т/га, на фоне NPK для получения 3.5 т/га зерна – 4.53 т/га, на фоне NPK для получения 4.5 т/га зерна – 5.24 т/га. Комплексное использование стимуляторов роста при предпосевной обработке семян и двукратном опрыскивании в фазе кущения и выхода в трубку яровой пшеницы способствовало увеличению урожайности по всем фонам питания ещё на 4.9-6.3%.

**Ключевые слова:** яровая пшеница; минеральное питание; стимуляторы роста.

**Amirov Marat Foatovich**

doctor of agricultural sciences, professor  
Kazan State Agrarian University Kazan

**Toloknov Dmitry Igorevich**

Graduate student  
Kazan State Agrarian University Kazan  
**Semenov Pavel Gennadievich**  
graduate student Kazan State Agrarian University Kazan  
sem\_pavel\_97@mail.ru  
**Safiullin Airat Yagfarovich**  
graduate student  
Kazan State Agrarian University Kazan

## **INFLUENCE OF LEVEL OF NUTRITION AND SEEDBED PREPARATION ON YIELD OF SPRING WHEAT**

**Abstract.** To meet the needs of plants in elements of nutrition, ways of growth stimulators application with taking into account the active phases of crop development is still actual. The aim of our research was to study the complex influence of mineral nutrition level, pre-sowing treatment of seeds and growth regulator spraying of vegetative plants on productivity of spring wheat. Laboratory studies and field experiments were conducted in 2019-2020 on gray forest soil on the basis of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Kazan State Agrarian University". Yield of spring wheat averaged 3.94 t/ha against a background without fertilizers, 4.53 t/ha against NPK to produce 3.5 t/ha of grain, and 5.24 t/ha against NPK to produce 4.5 t/ha of grain. Comprehensive use of growth stimulants at pre-sowing seed treatment and double spraying in the phase of tillering and emergence of tube of spring wheat led to an increase in yield by 4.9-6.3% for all nutritional backgrounds.

**Keywords:** spring wheat; mineral nutrition; growth stimulants.

Введение. Ежегодное производство стабильных урожаев зерна пшеницы остается важнейшей задачей аграриев Республики Татарстан. Для осуществления этой задачи в начале необходимо сформировать выравненные всходы [1,2, 3]. Яровая пшеница в фазе полных всходов, не обладает мощной корневой системой способной конкурировать сорными растениями. Для ускоренного развития корней необходимо создать оптимальные условия их роста – это доступ к влаге, воздуху, элементам питания [4, 5, 6]. Для этой же цели, по мнению многих исследователей, является использование стимуляторов роста во время предпосевной обработки семян и по вегетации [7-12].

Цель нашего исследования – изучение комплексного воздействия минерального питания, предпосевной обработки семян и опрыскивание растений стимуляторами роста в активные фазы развития яровой пшеницы.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили на серых лесных почвах опытного поля ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» в 2019-2020 гг. Содержание в пахотном слое гумуса более 3,0%, подвижного фосфора (по Кирсанову) очень высокое (более 250 мг/кг), обменного калия повышенное (121-170 мг/кг), обладала нейтральной реакцией среды (рН 6,1-7,0).

Схема полевого опыта предусматривала изучение следующих вариантов:

Фон минерального питания (фактор А) – без удобрений (контроль);

расчёт удобрений балансовым методом ( $N_{36}P_{23}K_{35}$ ) на урожайность зерна в 3,5 т/га;

расчёт удобрений балансовым методом ( $N_{94}P_{83}K_{77}$ ) на урожайность зерна в 4,5 т/га.

Обработка семян и опрыскивание посевов (фактор В) –

1. Контроль (Протравитель фунгицид Виал Траст 0,5 л/т);

2. Протравитель 0,5 л/т и опрыскивание посевов в фазу кущения регулятором роста Стимакс Рост 1 л/га;

3. Протравитель 0,5 л/т + Стимакс 0,5 л/т и опрыскивание посевов в фазу кущения Стимакс Рост 1 л/га;

4. Протравитель 0,5 л/т + Стимакс 0,5 л/т и опрыскивание посевов в фазу кущения Стимакс Рост 1 л/га, в фазу выхода в трубку Нутривант Плюс 2 кг/га.

Опыты закладывались в четырехкратной повторности, делянки размещали последовательно, площадь учетных делянок – 25 м<sup>2</sup>. Объектом исследования служила яровая пшеница сорта Ульяновская 105. Математическую обработку результатов исследования проводили по Б.А. Доспехову с использованием программ для Microsoft Excel [10].

Анализ и обсуждение результатов исследования.

За 2019-2020 гг. полевая всхожесть яровой пшеницы при использовании протравителя Виал Траст 0,5 л/т на фоне без удобрений составила 68,6-69,1% (рис. 1).

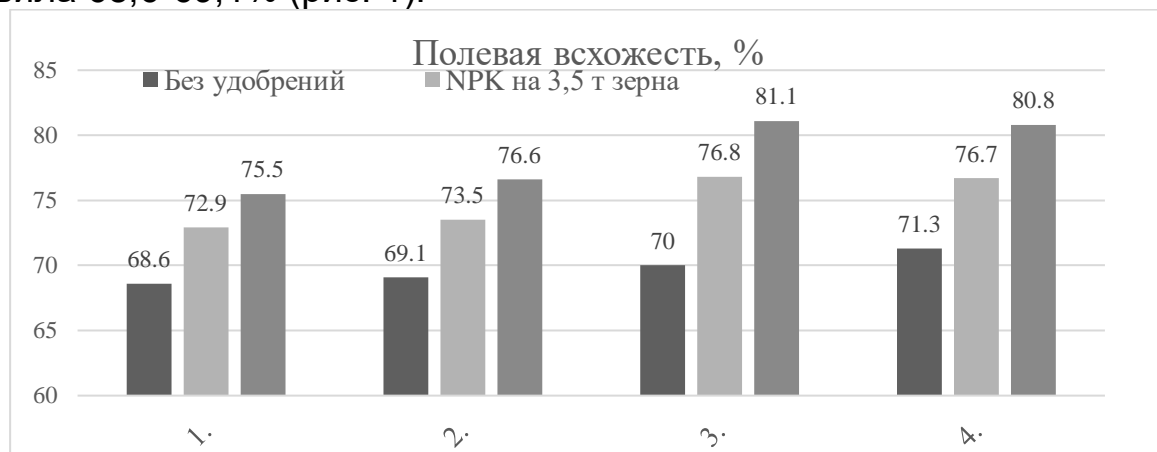


Рис. 1. Полевая всхожесть яровой пшеницы при использовании минеральных удобрений, обработке семян и опрыскивании посевов, 2019–2020 гг.

Совместная обработка семян протравителем 0,5 л/т и стимулятором роста Стимакс 0,5 л/т на этом же фоне позволило увеличить полевую всхожесть на 1,4-2,2%. На фоне NPK на 3,5 т/га зерна разница полевой всхожести при совместной обработке и обработке только протравителем составила 3,3%, а на фоне NPK на 4,5 т/га зерна соответственно – 4,5%. Полевая всхожесть на первом уровне питания NPK на 3,5 т/га зерна была выше фона без удобрений на 5,2%. Сохранность всходов яровой пшеницы к уборке при обработке семян только протравителем на фоне без удобрений составила 87,1%, на фоне NPK на 3,5 т/га зерна 86,4-87,2%, на фоне NPK на 4,5 т/га зерна 86,1-86,6% (рис.2)

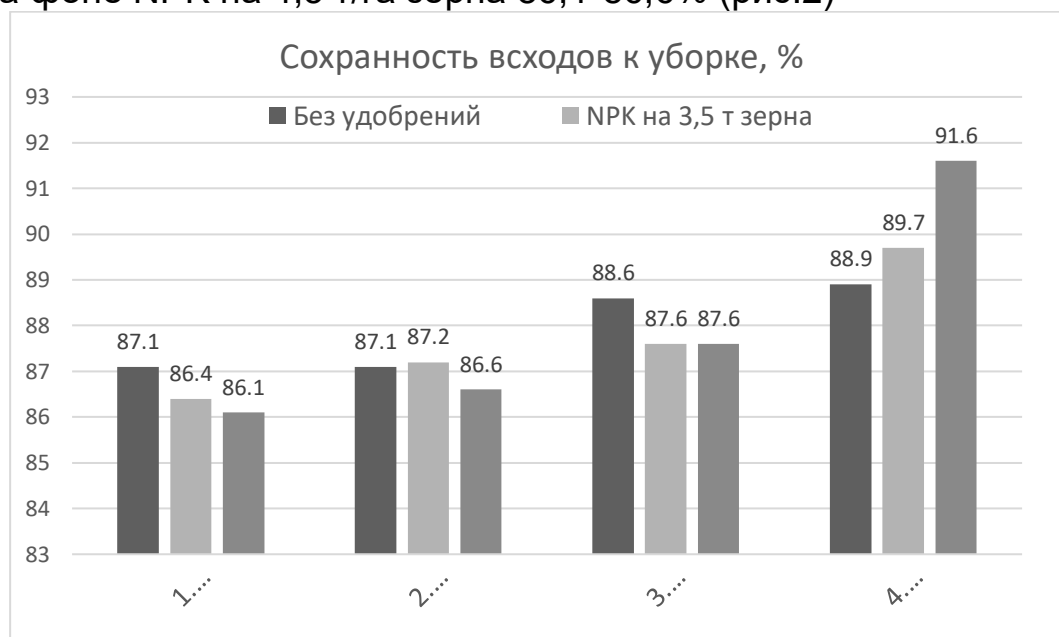


Рис. 2. Сохранность всходов яровой пшеницы к уборке в зависимости от обработки семян, опрыскивания посевов и удобрения, 2019-2020 гг.

Комплексное использование протравителя Виал Траст и стимулятора роста Стимакс при предпосевной обработке и при опрыскивании посевов в фазе кущения пшеницы Стимакс Рост 1 л/га, в фазе выхода в трубку Нутривант Плюс 2 л/га способствовало увеличению сохранности на фоне без удобрений на 1,8%, на фоне NPK на 3,5 т/га зерна – на 2,5%, на фоне NPK на 4,5 т/га зерна – на 5,5%. На сохранность яровой пшеницы повлияли температурный режим, наличие влаги и доступных для растений форм элементов питания в отдельные фазы развития. В годы исследований запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы к посеву яровой пшеницы составили 174...182 мм, уменьшаясь к фазе выхода в трубку до 122...130 мм, к уборке урожая до 86...94 мм. За вегетацию яровой пшеницы в 2019 г. выпало 253 мм осадков, в 2020 г. – 155 мм [13-16].

Урожайность яровой пшеницы в среднем за 2019-2020 гг. на фоне без использования удобрений при обработке семян Виал Траст 0,5 л/т

составила 3.94 т/га, при обработке семян Виал Траст + Стимакс и опрыскивании в фазе кущения Стимакс Рост – 4.11 т/га (табл. 1).

На фоне NPK на 3,5 т/га зерна при обработке семян стимулятором роста и опрыскивании в фазу кущения яровой пшеницы средняя урожайность составила 4.67 т/га, что на 3% выше контроля, а при дополнительной обработке и в фазе выхода в трубку Нутривант Плюс – 4.75 т/га, что на 4,9% больше контроля. На фоне NPK на 4,5 т/га зерна при использовании стимуляторов роста на обработке семян и одном опрыскивании урожайность выше контроля на 4,4%, при обработке семян и двух опрыскиваниях посевов – на 6,3%.

Таблица 1 - Урожайность яровой пшеницы (т/га) при использовании минеральных удобрений, обработке семян и опрыскивании посевов, 2019-2020 гг.

Фон минерального питания	Обработка семян и опрыскивание посевов			
	1.Контроль (Протравитель Виал Траст 0,5 л/т)	2.Протравитель; опрыскивание в фазу кущения Стимакс Рост (1л/га)	3.Протравитель + Стимакс (0,5 л/т); опрыскивание в фазу кущения Стимакс Рост (1л/га)	4.Протравитель + Стимакс (0,5 л/т); опрыскивание в фазу кущения Стимакс Рост (1л/га); опрыскивание в фазу
2019 год				
Без удобрений	4.95	5.03	5.23	5.25
NPK на 3.5 т/га зерна	5.70	5.75	5.84	5.97
NPK на 4.5 т/га зерна	6.53	6.62	6.68	6.79
Средняя	5.73	5.80	5.92	6.00
НСР <sub>05</sub> для	(A)=0.372; (B, AB) =0.155; (частных средних) =0.268			
2020 год				
Без удобрений	2.92	2.95	2.99	3.02
NPK на 3.5 т/га зерна	3.36	3.49	3.50	3.53
NPK на 4.5 т/га зерна	3.94	4.24	4.26	4.34
Средняя	3.41	3.56	3.58	3.63
НСР <sub>05</sub> для	(A)=0.215; (B, AB) =0.044; (частных средних) =0.076			
Средняя за 2019-2020 гг.				
Без удобрений	3.94	3.99	4.11	4.14
NPK на 3.5 т/га зерна	4.53	4.62	4.67	4.75
NPK на 4.5 т/га зерна	5.24	5.43	5.47	5.57

Применение стимуляторов роста в фазе кущения и выхода в трубку яровой пшеницы способствовали улучшению качества зерна благодаря повышению содержания азота в листьях, колосковых и цветковых чешуях,

откуда он позднее поступает в зерно. Рост урожая при таких опрыскиваниях наблюдается не всегда и то только за счёт увеличения массы 1000 зерен, так как ко времени проведения опрыскивания остальные элементы продуктивности растения пшеницы уже сформированы (рис. 3).

Массовая доля клейковины в зерне яровой пшеницы на фоне без удобрений, при использовании протравителя семян и опрыскивание в фазу кущения Стимакс Рост составила 26,9% (рис. 4).

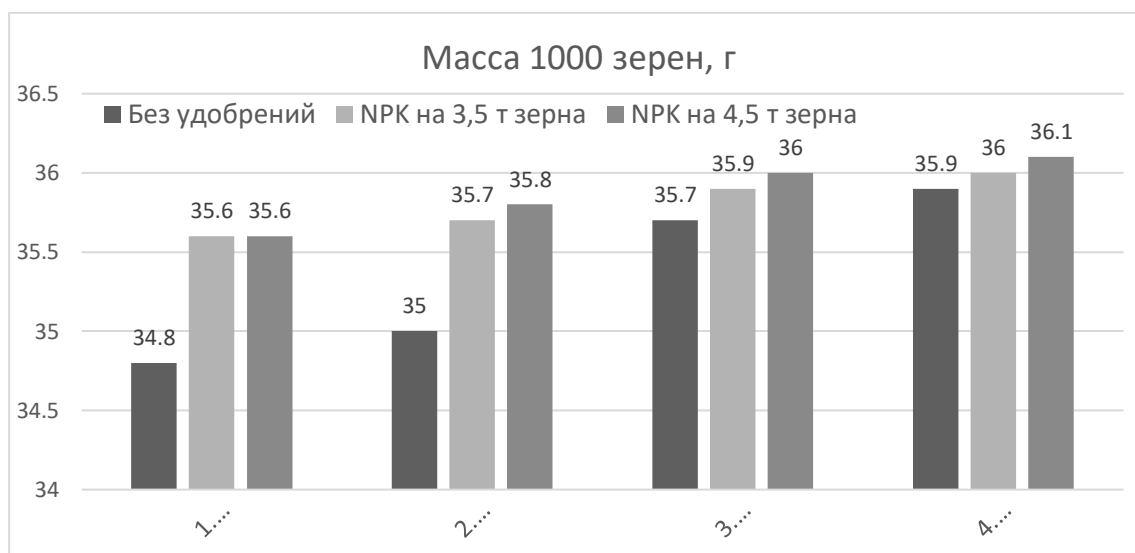


Рис. 3. Масса 1000 зерен яровой пшеницы в зависимости от обработки семян, опрыскивания посевов и удобрения, 2019-2020 гг.

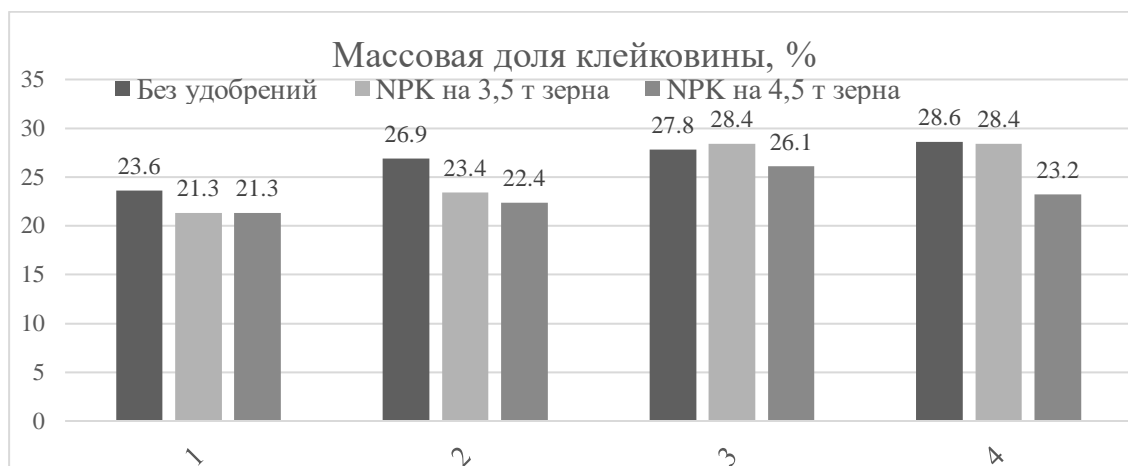


Рис. 4. Массовая доля клейковины в зерне яровой пшеницы в зависимости от обработки семян, опрыскивания посевов и удобрения, 2019-2020 гг.

На этом же фоне питания при обработке семян протравителем, стимулятором роста Стимакс и опрыскивание в фазе кущения Стимакс Рост массовая доля клейковины увеличилась до 27,8%, а при

дополнительной обработке и в фазе выхода в трубку яровой пшеницы Нутривант Плюс достигла 28,6%. На фоне NPK на 3,5

Для повышения урожайности яровой пшеницы необходимо использовать расчётно-балансовый метод внесения минеральных удобрений, стимуляторы роста при предпосевной обработке семян и опрыскивание посевов в фазе кущения и выхода в трубку.

### Литература

1. Шайхутдинов Ф.Ш., Сержанов И.М., Амиров М.Ф., Валиев А.Р., Низамов Р.М.. Совершенствование технологии возделывания полбы в Республике Татарстан / IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 341 (2019) 012091. - doi:10.1088/1755-1315/341/1/012091.

2. Rais Sabirov, Ayrat Valiev, Lylia Karimova, Andrey Dmitriev, Damir Khaliullin. Influence of physical factors on viability of microorganisms for plant protection / 18th International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT Proceedings, Volume 18 May 22-24, Jelgava 2019. P 555-562. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N211.

3. Костин В.И., Мударисов Ф.А., Кривова А.И. Влияние микроэлементов-синергистов на хлебопекарные свойства зерна озимой пшеницы / Бюллетень Российской академии естественных наук. - 2014. - No. 6. - S. 54-57.

4. Курносова Т.Л., Осипова Л.В., Верниченко И.В. и др. Формирование продуктивности пшеницы (*Triticum aestivum* L.) и тритикале на фоне предобработки селеном, кремнием и цинком в условиях окислительного стресса, вызванного засухой / Проблемы агрохимии и агроэкологии. -2017. -Номер 3. -13-23.

5. Марат Амиров, Фарит Шайхутдинов, Игорь Сержанов, Альбина Сержанова. Основные направления развития агротехнологий производства видов яровой пшеницы для устойчивого земледелия в лесостепи среднего Поволжья / BIO Web of Conferences 17, 00071 (2020).

6. Минакаев Р., Гаффарова Л. Влияние бактериальных препаратов на рост, развитие и качественные показатели урожая сахарной свеклы / BIO Web of Conferences 17, 00250 (2020)

7. А М Сабирзянов, Н А Логинов, И П Таланов, М В Панасюк, Т Г Хадеев Влияние фона минерального питания и приемов основной обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны среднего Поволжья. Конференция по инновациям в развитии сельского хозяйства и сельских территорий IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 341 (2019) 012027doi:10.1088/1755-1315/341/1/012027

8. Гилязов, М.Ю. Изменение агрофизических свойств выщелоченного чернозема при загрязнении его товарной нефтью в Республике Татарстан. Евразийское почвоведение, 2002, 35(12), 1341-1345.

9. Р.И. Сафин, Л.З. Каримова, С.З. Валидов. The evaluation of various sources of endophytic microorganisms for new biofungicides/ INTERNATIONAL FORUM "BIOTECHNOLOGY: STATE OF THE ART AND PERSPECTIVES" The proceedings of International forum "Biotechnology: state of the art and perspectives" MAY 23-25, 2018.P. 34-35.

10. Доспехов Б. А. Методология полевого опыта (с ба-зисами статистической обработки результатов исследований). - Москва: Колос, 1985 -416 с.

11. Медведев Н.А. Оценка влияния предпосевной обработки семян гуминовыми удобрениями и биопрепаратом на развитие растений ярового ячменя на этапе прорастания./ Медведев Н.А., Сафин Р.И.// В сборнике: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского государственного аграрного университета. Казань, 2022. С. 165-171.

12. Сабирзянов А.М. Отзывчивость озимой пшеницы на предпосевную обработку семян химическими и органоминеральными составами в условиях лесостепи среднего Поволжья/ Сабирзянов А.М., Сафин Р.И., Галиев Н.Р.//В сборнике: Современные достижения аграрной науки. Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика Академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича. Казань, 2021. С. 336-341.

13. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 138-142. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-138-142. – EDN WEWUEY.

14. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AARMMW.

15. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

16. Файзрахманов, Д. И. Проблемы развития малого и среднего предпринимательства в аграрном секторе экономики / Д. И. Файзрахманов, Ш. М. Газетдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 9. – № 1(31). – С. 38-42. – DOI 10.12737/3805. – EDN SETKUX.

© Амиров М.Ф., Толочков Д.И., Семенов П.Г.,  
Сафиуллин А.Я., 2022



**Амиров Марат Фоатович**

*доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Казанский государственный аграрный университет,  
Казань  
m.f.amirof@rambler.ru*

**Гареев Разиль Ильсурович**

*кандидат сельскохозяйственных наук, и.о. доцента  
Казанский государственный аграрный университет,  
Казань  
rass112@mail.ru*

**Семенов Павел Геннадьевич**

*аспирант  
Казанский государственный аграрный университет,  
Казань  
sem\_pavel\_97@mail.ru*

**Толокнов Дмитрий Игоревич**

*аспирант  
Казанский государственный аграрный университет,  
Казань*

## **ОТЗЫВЧИВОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В УСЛОВИЯХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

**Аннотация.** На протяжении многих лет самые большие посевные площади в Республике Татарстан отводятся под яровую пшеницу. Выявление воздействия биологических препаратов на ростовые процессы, устойчивость растений к неблагоприятным условиям и стрессам является важным вопросом технологии возделывания в рамках биологического земледелия. В исследованиях, проведенных в 2018-2019 гг. с сортом яровой пшеницы Ульяновская 100 использовались биологические фунгициды и адаптоген, для повышения устойчивости к действию неблагоприятных условий, из коллекции Казанского государственного аграрного университета. Комплексное использование биологических фунгицидов в условиях серых лесных почв позволило увеличить урожайность яровой пшеницы на 10,6%, а совместное использование биологических фунгицидов и адаптогена способствовало увеличению урожайности до 15,2%.

Ключевые слова: яровая пшеница; биологические препараты; Ульяновская 100, Предкамье, фунгициды.

**Amirov Marat Foatovich**

*doctor of agricultural sciences, professor*

*Kazan State Agrarian University, Kazan*

*m.f.amirof@rambler.ru*

**Garaev Razil IIsurovich**

*candidate of agricultural sciences, acting associate professor*

*Kazan State Agrarian University, Kazan*

**Semenov Pavel Gennadievich**

*graduate student*

*rass112@mail.ru*

*Kazan State Agrarian University, Kazan*

*sem\_pavel\_97@mail.ru*

**Toloknov Dmitry Igorevich**

*graduate student*

*Kazan State Agrarian University, Kazan*

## **RESPONSIVENESS OF SPRING WHEAT TO THE USE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS IN THE CONDITIONS OF GRAY FOREST SOILS OF THE ANCESTRAL REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

**Annotation.** For many years, the largest sown areas in the Republic of Tatarstan have been allocated for spring wheat. The phenomenon of the effect of biological preparations on growth processes, plant resistance to adverse conditions and stress is an important issue of cultivation technology within the framework of biological agriculture. In the studies conducted in 2018-2019 with the Ulyanovsk 100 spring wheat variety, biological fungicides and an adaptogen were used to increase resistance to adverse conditions from the collection of the Kazan State Agrarian University. The integrated use of biological fungicides in conditions of gray forest soils allowed to increase the yield of spring wheat by 10.6%, and the joint use of biological fungicides and adaptogen contributed to an increase in yield up to 15.2%.

**Keywords:** spring wheat; biological preparations; Ulyanovsk 100, Predkamye, fungicides.

**Введение.** Формирование стабильных урожаев яровой пшеницы зависит от использования проверенных приемов технологии в конкретных почвенно-климатических условиях. Величина и качество зерна яровой пшеницы определяется комплексным влиянием сложных условий окружающей среды [1, 2]. Для получения экологически безопасного продовольственного зерна и снижения пестицидной нагрузки на агроценоз внедряются биологические методы защиты растений. Для повышения эффективности применяемых биологических препаратов необходимо исследовать и использовать все возможные механизмы сохранения устойчивости биологических агентов во времени и

складывающихся условий окружающей среды. Микроорганизмы биологических препаратов подвержены влиянию различных экологических факторов, оказывающих всестороннее влияние на их рост и развитие. Как отмечают исследователи, для большинства биологических агентов бактериальной природы оптимальные условия для роста и развития возможны при достаточном доступе кислорода (аэробы) и умеренных положительных температурах [3, 4]. Факторы внешней среды влияют на эффективность биологических препаратов. Именно это во многом сдерживает внедрение их в производство [5]. Исследование по эффективности различных биологических препаратов были проведены на многих культурах и зонах. Так, использование биофунгицида Фитоспорин-М (*Bacillus subtilis* 26Д) на яровой пшенице позволило получить более высокий урожай, где прибавка была в пределах от 2,6 до 143% [6]. Одним из важных веществ в повышении устойчивости биологических агентов к негативным факторам внешней среды могут служить адаптогены, которые помогают микроорганизмам приспособиться к различным стрессам [7, 8, 9, 11].

Условия, материалы и методы. Исследования проведены в Лаишевском районе, на опытных полях «Казанского ГАУ». Содержание гумуса более 3%, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 250, калия 121-170 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки 6,1-7,0. Объектом исследования служила яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.) сорта Ульяновская 100.

Биологические препараты и адаптоген из коллекции Казанского ГАУ использовали по следующей схеме:

1. Контроль
2. Ризоплан, (обработка семян 1,5 л/т) + Ризоплан, 1 л/га (3-х кратное опрыскивание)
3. *Bacillus subtilis* RECB-95B (обработка семян 1 л/т) + (3-х кратное опрыскивание)
4. *Bacillus subtilis* RECB-95B (обработка семян 2 л/т) + (3-х кратное опрыскивание)
5. *Bacillus subtilis* RECB-95B+адаптоген (обработка семян 1 л/т) + (3-х кратное опрыскивание)
6. *Bacillus subtilis* RECB-95B+адаптоген (обработка семян 2 л/т) + (3-х кратное опрыскивание)

Закладку опытов провели в 4-кратной повторности, деланки разместили рендомизированно. Площадь деланки составило 25 м<sup>2</sup>. Агротехника общепринятая, предшественник озимая пшеница. Статистическую обработку данных исследования проводили по Б.А. Доспехову [10, 13].

Анализ и обсуждение результатов исследования. 2018 год характеризовалась засушливой погодой. За период вегетации выпало всего 66% осадков от нормы и наблюдалось повышенный температурный режим. Погодные условия 2019 году были благоприятными для роста и

развития яровой пшеницы. Ранняя весна позволило, начать раньше посевные работы. За вегетацию выпало 116% осадков от среднемноголетней нормы.

Применение биологических агентов за 2 года при предпосевной обработке семян *Bacillus subtilis* RECB-95B дозой 1 л/т увеличило полевую всхожесть на 4,9% по сравнению с контролем (рис. 1).

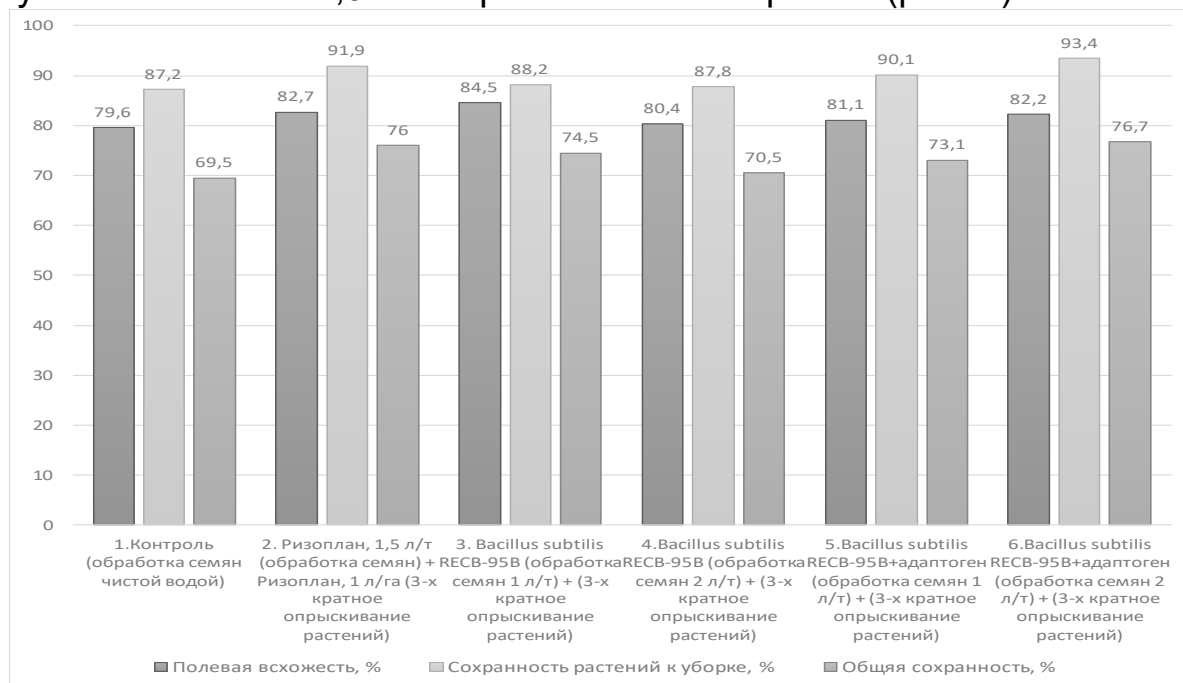


Рис. 1. Выживаемость растений яровой пшеницы (%) в зависимости от применения биологических препаратов, 2018-2019 гг.

При обработке *Bacillus subtilis* RECB-95B дозой 2 л/т полевая всхожесть повысилась лишь на 0,8%, а при совместной обработке с адаптогеном на 2,6%. Обработка семян и вегетирующих растений биологическим препаратом Ризоплан увеличил не только полевую всхожесть, но и сохранность растений к уборке до 91,1%, когда на контроле этот показатель составил 87,2%. Комплексное использование биологических агентов по 3 и 4 вариантам способствовали увеличению сохранности всходов на 0,6 – 1,0%, а с добавлением адаптогена 5, 6 варианты на 2,9 – 6,2%. Предпосевная обработка семян *Bacillus subtilis* RECB-95B дозой 1-2 л/т и опрыскивание посевов в фазе кущения биологическими агентами RECB-50B дозой 1,5 л/т без и совместно с адаптогеном способствовали сдерживанию развития и распространения корневых гнилей на яровой пшенице. Наибольшее нарастание сухой массы корней, стебля, колоса яровой пшеницы в фазе молочной спелости наблюдали в 5 и 6 варианте (рис. 2).

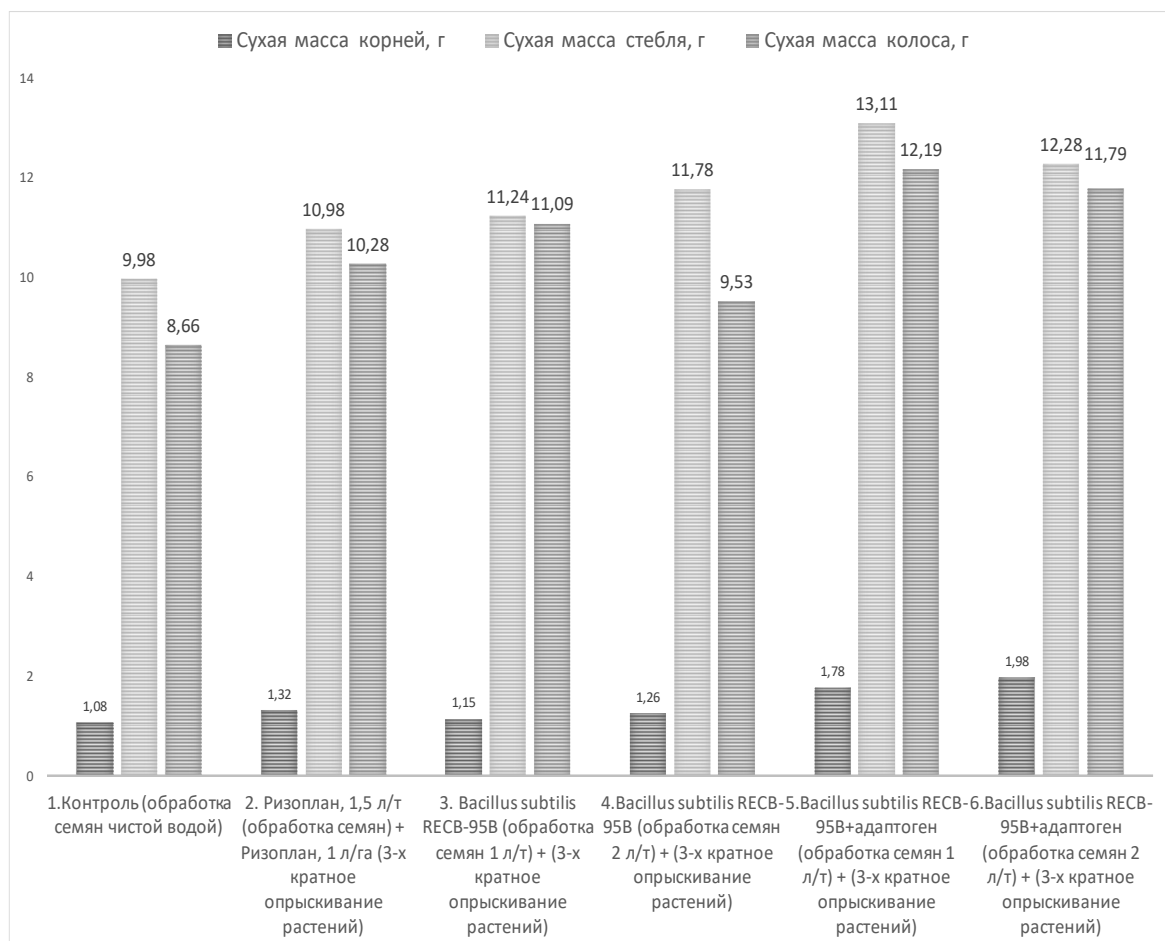


Рис. 2. Нарастание сухой массы растений яровой пшеницы в фазе молочной спелости в зависимости от применения биологических препаратов, 2018-2019 гг.

При использовании биологических агентов без адаптогена 3-й и 4-й варианты сухая масса корней была выше, чем на контроле, но уступала 2-му варианту, с использованием биологического препарата Ризоплан.

В 2018 году засушливость в мае и июне не позволили сформировать высокую урожайность яровой пшеницы (табл. 1).

Таблица 1 – Продуктивность яровой пшеницы в зависимости от применения биологических препаратов, 2018-2019 гг.

Вариант	Урожайность зерна, т/га			Прибавка к контролю, %	к
	2018 г.	2019 г.	Средняя		
1.Контроль	2,43	4,85	3,58	-	
2. Ризоплан, (обработка семян 1,5 л/т) + Ризоплан, 1 л/га (3-х кратное опрыскивание)	2,57	5,02	3,97	5,2	
3. Bacillus subtilis RECB-95B (обработка семян 1 л/т) + (3-х кратное опрыскивание)	3,27	5,06	4,05	12,8	

4. <i>Bacillus subtilis</i> RECB-95B (обработка семян 2 л/т) + (3-х кратное опрыскивание)	3,43	4,59	4,17	10,6
5. <i>Bacillus subtilis</i> RECB-95B+адаптоген (обработка семян 1 л/т) + (3-х кратное опрыскивание)	3,32	5,00	4,05	12,8
6. <i>Bacillus subtilis</i> RECB-95B+адаптоген (обработка семян 2 л/т) + (3-х кратное опрыскивание)	3,45	5,06	4,14	15,2
НСР <sub>05</sub>	0,13	0,21		

Наибольшая урожайность в 2018 году получена 3,48 т/га (6 вариант) при использовании комплекса биологических агентов совместно с адаптогеном. В 2019 году максимальная урожайность 5,04 т/га (5 вариант) также была получена при совместном использовании комплекса биологических агентов и адаптогена. Средняя урожайность за 2 года при использовании комплекса биологических агентов для опрыскивания посевов и предпосевной обработки семян дозой 1,0 и 2,0 л/т составила 4,07 и 4,15 т/га, что выше контроля на 10,6 и 12,8%. При совместном использовании этих же биологических агентов и адаптогена прибавка по отношению к контролю составила 12,8 и 15,2%.

Использование биологических агентов при предпосевной обработке семян и при опрыскивании посевов пшеницы не сильно повлияло на качественные показатели зерна (табл. 2).

Содержание белка в зерне пшеницы 2018 года при использовании биологических препаратов было больше, чем на контроле. В 2019 году наблюдали повышение урожайности яровой пшеницы при использовании биологических препаратов и на этих же вариантах снижение массовой доли сырой клейковины, а качество клейковины не ухудшалось, соответствовало I группе.

Таблица 2 – Показатели качества зерна яровой пшеницы в зависимости от применения биологических препаратов, 2018-2019 гг.

Вариант	Год	Содержание белка, %	Массовая доля сырой клейковины, %	ИДК, ед., группа качества	Натура, г/см <sup>3</sup>
1. Контроль	2018	11,5	25,1	85, II	762
	2019	13,5	27,6	74, I	791
	Средн.	12,5	26,4	80, II	777
2. Ризоплан, (обработка семян 1,5 л/т) + Ризоплан, 1 л/га (3-х кратное опрыскивание)	2018	13,4	27,2	90, II	767
	2019	13,4	30,4	64, I	788
	Средн.	13,4	28,8	77, II	778

3. Bacillus subtilis RECB-95B (обработка семян 1 л/т) + (3-х кратное опрыскивание)	2018	17,0	21,1	89, II	777
	2019	13,7	25,3	64, I	793
	Средн.	15,4	23,2	77, II	785
4. Bacillus subtilis RECB-95B (обработка семян 2 л/т) + (3-х кратное опрыскивание)	2018	16,0	25,1	89, II	785
	2019	12,8	25,1	65, I	781
	Средн.	14,4	25,1	77, II	783
5. Bacillus subtilis RECB-95B+адаптоген (обработка семян 1 л/т) + (3-х кратное опрыскивание)	2018	12,7	24,8	87, II	780
	2019	14,7	22,8	53, I	785
	Средн.	13,7	23,8	70, I	783
6. Bacillus subtilis RECB-95B+адаптоген (обработка семян 2 л/т) + (3-х кратное опрыскивание)	2018	13,1	24,6	89, II	779
	2019	12,7	25,3	66, I	784
	Средн.	12,9	25,0	78, II	782

Выводы. Предпосевная обработка семян биологическим препаратом RECB-95B и адаптогеном (2 л/т), опрыскивание посевов в фазе кущения RECB-50B совместно с адаптогеном, в фазе выхода в трубку RECB-14B с адаптогеном, в фазе колошения RECB-95B с адаптогеном на серых лесных почвах в 2018-2019 гг. способствовали формированию урожая яровой пшеницы на 15,2% выше контроля.

### Литература

1. М.Ф. Амиров, И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов, М.Ю. Амиров, В.В. Гилязов и Х.З. Каримов. Влияние циркона, минеральных удобрений на урожайность яровой пшеницы на серых лесных почвах Республики Татарстан // Конференция по инновациям в развитии сельского хозяйства и сельских территорий IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 341 (2019) 012025 IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/341/1/012025.
2. Rais Sabirov, Ayrat Valiev, Lylia Karimova, Andrey Dmitriev, Damir Khaliullin. Influence of physical factors on viability of microorganisms for plant protection / 18th International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT Proceedings, Volume 18 May 22-24, Jelgava 2019. P 555-562. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N211
3. Давлятшин И.Д., Гаффарова Л.Г. Динамика агрохимических свойств светло-серых лесных почв в условиях агрогенеза, / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 272 (2019). - p 03209.
4. Марат Амиров, Фарит Шайхутдинов, Игорь Сержанов, Альбина Сержанова. Основные направления развития агротехнологий производства видов яровой пшеницы для устойчивого земледелия в лесостепи среднего Поволжья / BIO Web of Conferences 17, 00071 (2020).

5. Миникаев Р., Гаффарова Л. Влияние бактериальных препаратов на рост, развитие и качественные показатели урожая сахарной свеклы / BIO Web of Conferences 17, 00250 (2020)

6. А.М. Сабирзянов, Н.А. Логинов, И.П. Таланов, М.В. Панасюк, Т.Г. Хадеев. Влияние фона минерального питания и приемов основной обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны среднего Поволжья. Конференция по инновациям в развитии сельского хозяйства и сельских территорий IOP Conf. Серия: Earth and Environmental Science 341 (2019) 01202.7doi:10.1088/1755-1315/341/1/012027

7. Гилязов, М.Ю. Изменение агрофизических свойств выщелоченного чернозема при загрязнении его товарной нефтью в Республике Татарстан. Евразийское почвоведение, 2002, 35(12), 1341-1345

8. Р.И. Сафин, Л.З. Каримова, С.З. Валидов. The evaluation of various sources of endophytic microorganisms for new biofungicides/ INTERNATIONAL FORUM "BIOTECHNOLOGY: STATE OF THE ART AND PERSPECTIVES" The proceedings of International forum "Biotechnology: state of the art and perspectives" MAY 23-25, 2018.P. 34-35.

9. Safin R. I., Valiev A. R., Karimova L. Z., Validov Sh. Z., Nizamov R. M., Kommisarov E. N., Sa-fina D. P., Ярмиева А. И. Патент RU № 2715645 на изобретение способа получения адаптогена для повышения устойчивости биологических агентов биофунгицидов к действию неблагоприятных условий и повышения эффективности биологической борьбы с болезнями растений и адаптогена, полученного этим способом. Опубликовано: 02.03.2020, Бюл. No. 7.

10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - Москва: Колос, 1985 -416 с.

11. Каримова Л.З. Биологическая защита растений от стрессов. Каримова Л.З., Колесар В.А., Сафин Р.И., Хузина Г.К.//Казань, 2020.

12. Сафин Р.И. Особенности влияния биологических препаратов на продуктивность и устойчивость к стрессам ярового ячменя. /Сафин Р.И., Каримова Л.З., Нижегородцева Л.С., Назаров Р.В.// В сборнике: Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры. Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье. 2019. С. 219-226.

13. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 138-142. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-138-142. – EDN WEWUEY.

© Амиров М.Ф., Гараев Р.И., Толкнов Д.И., Семенов П.Г., 2022



**Амиров Марат Фоатович**

*доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Казанский государственный аграрный университет,  
Казань rass112@mail.ru*

**Шайхутдинов Фарит Шарипович**

*доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Казанский государственный аграрный университет,  
Казань  
rastenievodstvo\_kazgau@mail.ru*

**Сержанов Игорь Михайлович**

*доктор сельскохозяйственных наук, доцент  
Казанский государственный аграрный университет,  
Казань  
igor.serzhanov@mail.ru*

**Семенов Павел Геннадьевич**

*Аспирант  
Казанский государственный аграрный университет,  
Казань  
sem\_pavel\_97@mail.ru*

## **ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, ОБРАБОТКИ СЕМЯН И ГЕРБИЦИДА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Аннотация. Изложены результаты исследований по созданию оптимального пищевого режима с анализом засорённости посевов при усилении предпосевной обработкой семян ростовых процессов и устойчивости самих растений в стрессовых условиях на формирование урожая яровой пшеницы. В начальный период вегетации яровой пшеницы, когда на растения влияют резкие колебания температуры, почвенные и атмосферные засухи важно стимулировать их стабильное развитие и устойчивость к стрессу. При удовлетворении потребности сельскохозяйственной культуры в элементах питания, важно не допускать засорения посевов. Цель нашего исследования – изучение комплексного воздействия минеральных удобрений, использование гербицида и предпосевной обработки семян регулятором роста на продуктивность яровой пшеницы. Исследования провели в 2016-2018 гг. на базе ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» на серой лесной почве. При анализе развития растений на засоренных вариантах выявлено снижение сохранности всходов к уборке, урожайности на 0.15-0.28 т/га и качества зерна. Урожайность яровой пшеницы в среднем за годы исследований

при использовании гербицида на фоне без удобрений составила 1.53 т/га, на фоне NPK для получения 3 т/га зерна – 2.66 т/га, на фоне NPK для получения 4 т/га зерна – 3.22 т/га. Совместная обработка семян регулятором роста Циркон и протравителя способствовало увеличению урожайности по всем фонам питания ещё на 3.2-4.4% и повышению натурности зерна, содержания клейковины на удобренных фонах питания.

Ключевые слова: гербициды, минеральное питание, пшеница, качество

**Amirov Marat Foatovich**

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
Kazan State Agrarian University, Kazan  
rass112@mail.ru*

**Shaikhutdinov Farit Sharipovich**

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
Kazan State Agrarian University, Kazan  
rasteniievodstvo\_kazgau@mail.ru*

**Serzhanov Igor Mikhailovich**

*Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Kazan State Agrarian University, Kazan  
igor.serzhanov@mail.ru*

**Semenov Pavel Gennadievich**

*Graduate student  
Kazan State Agrarian University, Kazan  
sem\_pavel\_97@mail.ru*

## **THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS, SEED TREATMENT AND GERICIDE ON THE YIELD OF SPRING WHEAT IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

**Annotation.** The results of research on the creation of an optimal nutritional regime with an analysis of the contamination of crops with increased pre-sowing seed treatment of growth processes and the stability of the plants themselves under stressful conditions for the formation of a spring wheat crop are presented. In the initial growing season of spring wheat, when the plants are affected by sharp fluctuations in temperature, soil and atmospheric conditions, it is important to stimulate their stable development and resistance to stress. When meeting the needs of an agricultural crop for food elements, it is important not to allow clogging of crops. The purpose of our study is to study the complex effect of mineral fertilizers, the use of herbicide and pre-sowing seed treatment with growth regulators on the productivity of spring wheat. The research was conducted in 2016-2018 on the basis of the Kazan State Agrarian University on gray forest soil. When analyzing the development of plants on clogged variants, a decrease in the safety of seedlings for harvesting, yield by

0.15-0.28 t/ha and grain quality was revealed. The yield of spring wheat on average over the years of research when using herbicide on a background without fertilizers was 1.53 t/ha, against the background of NPK for obtaining 3 t/ha of grain – 2.66 t/ha, against the background of NPK for obtaining 4 t/ha of grain – 3.22 t/ha. Joint seed treatment with a growth regulator Zircon and a mordant contributed to an increase in yield for all food backgrounds by another 3.2-4.4% and an increase in grain nature, gluten content on fertilized food backgrounds.

**Keywords:** herbicides, mineral nutrition, wheat, quality.

**Введение.** Увеличение урожайности и качества зерна яровой пшеницы остается одной из важнейших задач аграриев Татарстана. Для решения этой задачи в самом начале вегетации необходимо сформировать на поле выравненные, дружные всходы [1,2,3]. Яровая пшеница с этой фазы, когда слабо развита её корневая система, страдает от недостаточного количества пищи и влаги в почве, слабо конкурирует с сорняками. В последние десятилетия, в связи с увеличением количества безотвальных и минимальных обработок почвы, использованием прямого посева, нарушения оптимальных сроков выполнения технологических приемов засоренность полей увеличилась. Правильно подобранный по фитосанитарному состоянию поля гербицид и соблюдение регламента его использования дает возможность бороться с сорняками [4, 5]. Для активной жизнедеятельности растений необходимы элементы питания. Повышение содержания элементов питания в почве позволяет растениям повысить урожайность и показатели качества продукции [6, 7]. По мнению многих исследователей, одним из путей повышения продуктивности культур, является использование регуляторов роста, применяемые для обработки семян [8, 9, 11, 12]. Циркон относится к биологически активным препаратам нового поколения, действующим веществом которого является смесь гидроксикоричных кислот, выделенных из эхинацеи пурпурной.

Цель нашего исследования – изучение комплексного воздействия минеральных удобрений, использование гербицида и предпосевной обработки семян регулятором роста на продуктивность яровой пшеницы.

**Условия, материалы и методы.** Исследования проводили в 2016-2018 гг. на базе ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» на серой лесной почве. Агрохимическое состояние почвы следующее: легкогидролизуемого азота (по Корнфилду) – 105-122 мг/кг; подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) соответственно – 204-208 и 91-98 мг/кг почвы; pH солевой вытяжки – 5.5.

Схема полевого опыта предусматривала изучение следующих вариантов:

Фон питания (фактор А) – без удобрений (контроль); расчёт удобрений балансовым методом (N<sub>61</sub>P<sub>55</sub>K<sub>55</sub>) на урожайность зерна в 3

т/га; расчёт удобрений балансовым методом ( $N_{120}P_{126}K_{97}$ ) на урожайность зерна в 4 т/га.

Обработка семян (фактор В) – без обработки (контроль); Циркон (регулятор роста) (1.2 л/т); Доспех 3 (протравитель фунгицид) (1.5 л/т); Циркон (1.2 л/т) + Доспех 3 (1.5 л/т).

Использование гербицида – без обработки (контроль); обработка посевов гербицидом (Прима 0.5 л/га + Гранд Стар 15 г/га) в фазе кущения яровой пшеницы. Опыты закладывались в трехкратной повторности, делянки размещали последовательно. Площадь делянки: 35 м x 1.65 м = 58 м<sup>2</sup>, половину которой обрабатывали гербицидом. Учётная площадь для уборки составляла по 25 м<sup>2</sup>. Предшественник – озимая рожь. Объектом исследования служила яровая мягкая пшеница сорта Йолдыз. Математическую обработку данных исследования проводили по Б.А. Доспехову с использованием программ для Microsoft Excel [10].

Анализ и обсуждение результатов исследования. В годы исследования наступление весны, температурный режим, сроки прогревания верхнего слоя почвы были различными. Количество сорняков к моменту уборки менялась в зависимости от использованных агроприемов и погодных условий (рис. 1). За 2016-2018 гг. наибольшая засоренность отмечалась на фоне без обработки гербицидом, без удобрений в количестве 31-33 шт./м<sup>2</sup>, на удобренных фонах – 26-30 шт./м<sup>2</sup>.



Рис. 1. Влияние обработки гербицидом, удобрений и регулятора роста на засоренность посевов яровой пшеницы к моменту уборки, 2016-2018 гг.

Ощутимый результат по снижению засоренности проявляется в проведении агротехнических мероприятий не по календарным срокам, а по фазам развития растений, ориентации технологических систем на формирование строго определенных параметров элементов продуктивности посева. У яровой пшеницы после кущения период между фазой второго узла и появления флагового листа является большим

критическим периодом, когда резко увеличивается чувствительность растений к дефициту питательных веществ, воды и света.

Сочетание предпосевной обработки семян регулятором роста Циркон вместе с протравителем и с внесением расчётных доз минеральных удобрений обеспечило формирование достаточно развитых растений пшеницы, лишивших жизненного пространства сорных растений, количество которых снизилось от 29-30 до 26-27 шт./м<sup>2</sup>. Наименьшая засоренность отмечалась при обработке посевов гербицидом в фазу кущения яровой пшеницы, по фону без удобрений от 13 до 15 шт./м<sup>2</sup>, по фону внесения NPK на получение 3 т зерна от 9 до 12 шт./м<sup>2</sup>, по фону NPK на получение 4 т зерна от 6 до 10 шт./м<sup>2</sup>. На фоне применения гербицида использование регулятора роста Циркон совместно с протравителем способствовало уменьшению засоренности яровой пшеницы по удобренным фонам до 6-9 шт./м<sup>2</sup>.

В посевах яровой пшеницы между наличием сорных растений в критический период их развития, от фазы выхода в трубку до колошения, и сохранностью всходов к уборке существует прямая зависимость, чем больше засоренность, тем меньше сохранность растений. Применение расчётных доз удобрений по сравнению с контролем способствовали увеличению сохранности растений яровой пшеницы до уборки без использования гербицида от 74 до 84-86%, при использовании гербицида от 78 до 85-87% (рис. 2). Предпосевная обработка семян стимулятором роста Циркон имеет важное значение, поскольку влияет на мощность роста растений яровой пшеницы в начальном этапе органогенеза. Так же целесообразность предпосевной обработки протравителем заключается в том, что повышается влияние фунгицида на защищенность молодых растений от поражения болезнями и повышает их сохранность. Предпосевная обработка семян стимулятором роста Циркон совместно с протравителем повысили сохранность растений в сравнении с контролем по всем фонам питания без гербицида ещё на 2%, при использовании гербицида на 3-4%.

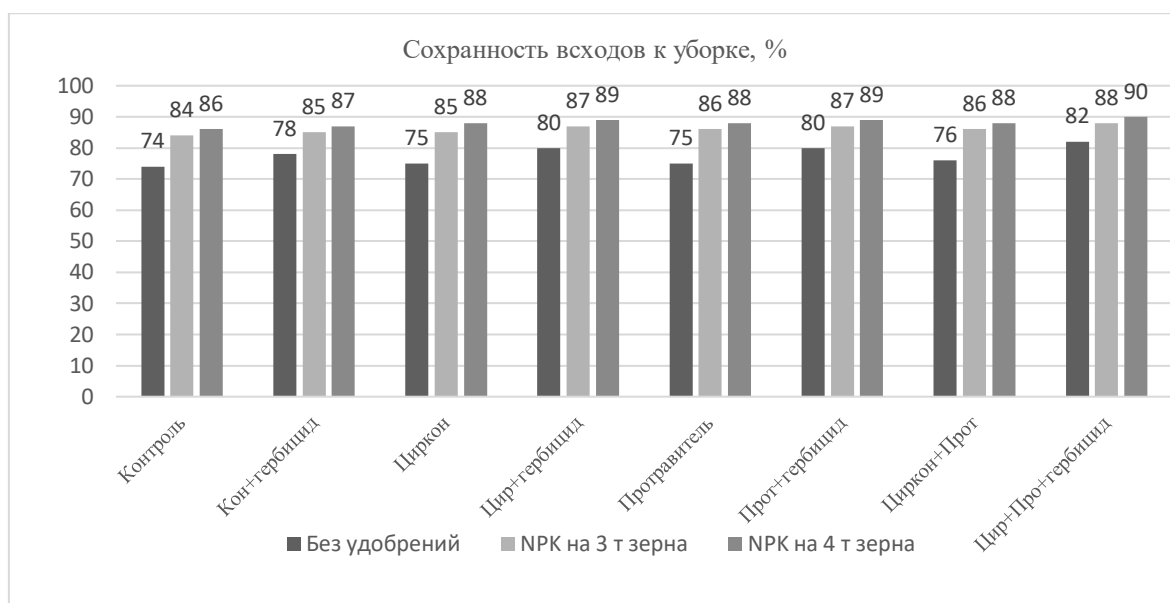


Рис. 2. Влияние обработки посевов гербицидом, обработки семян и использование удобрения на сохранность всходов к уборке яровой пшеницы, 2016-2018 гг.

Средняя урожайность яровой пшеницы за 2016-2018 гг. без использования гербицида на фоне без удобрений и без обработки семян составила 1.38 т/га, на удобренном  $N_{61}P_{55}K_{55}$  на 3 т зерна – 2.44 т/га, на удобренном  $N_{120}P_{126}K_{97}$  на 4 т зерна – 2.94 т/га (табл. 1). Предпосевная обработка семян регулятором роста Циркон на фоне без удобрения и без использования гербицида позволила сформировать урожайность 1.52 т/га, на удобренном NPK на получение 3 т зерна – 2.65, на удобренном NPK на получение 4 т зерна – 3.15 т/га. Прибавка урожайности от использования протравителя фунгицида на всех фонах питания по сравнению с контролем составили от 0.09 до 0.19 т/га. Наибольшая урожайность, где не использовали гербицид получили при совместной предпосевной обработке семян стимулятором роста и протравителем на фоне без удобрений 1.56 т/га, на удобренном NPK на 3 т зерна – 2.73 т/га, на удобренном NPK на 4 т зерна – 3.29 т/га.

Таблица 1 – Урожайность яровой пшеницы (т/га) при использовании минеральных удобрений, предпосевной обработки семян, без гербицида, 2016-2018 гг.

Год	Фон питания	Предпосевная обработка семян (фактор В)			
		контроль	Циркон	протравитель	Циркон+ протравитель
2016	Без удобрений	1.35	1.44	1.42	1.46
	NPK на 3 т/га	1.91	2.06	2.05	2.14

	НРК на 4 т/га	2.17	2.33	2.32	2.43
	Средняя	1.81	1.94	1.93	2.01
	НСР <sub>05</sub> для	(A)=0.13; (B, AB) =0.05; (частных средних) =0.05			
2017	Без удобрений	1.52	1.69	1.65	1.73
	НРК на 3 т/га	2.96	3.19	3.16	3.28
	НРК на 4 т/га	3.93	4.16	4.15	4.32
	Средняя	2.80	3.01	2.99	3.11
	НСР <sub>05</sub> для	(A)=0.35; (B, AB) =0.12; (частных средних) =0.14			
2018	Без удобрений	1.27	1.42	1.35	1.48
	НРК на 3 т/га	2.46	2.69	2.65	2.76
	НРК на 4 т/га	2.73	2.96	2.93	3.12
	Средняя	2.15	2.36	2.31	2.45
	НСР <sub>05</sub> для	(A)=0.25; (B, AB) =0.08; (частных средних) =0.10			
За 2016-2018	Без удобрений	1.38	1.52	1.47	1.56
	НРК на 3 т/га	2.44	2.65	2.62	2.73
	НРК на 4 т/га	2.94	3.15	3.13	3.29

Средняя урожайность за годы исследований при использовании гербицида без обработки семян по соответствующим фонам питания составили – 1.53, 2.66 и 3.22 т/га, то есть на 0.15-0.28 т/га больше по сравнению с засоренными участками тех же фонов (табл. 2). Обработка семян яровой пшеницы перед посевом препаратом Циркон усиливала формирование корневой системы, листовой поверхности, устойчивости к стрессам в самом начале вегетации, что в последствии увеличили урожайность на без удобренном фоне до 1.67 т/га, а на удобренных до 2.85 и 3.42 т/га. Комплексная обработка семян регулятором роста Циркон и протравителем при опрыскивании гербицидом в фазу кущения яровой пшеницы способствовали формированию максимальной урожайности по каждому фону питания соответственно 1.74, 2.94 и 3.57 т/га. При этом можно сказать, что на удобренном N<sub>61</sub>P<sub>55</sub>K<sub>55</sub> фоне значительная доля прибавки урожайности приходится на использование минеральных удобрений 1.13 т/га, меньшая доля на предпосевную обработку семян. Оплата одного кг д. в. внесенного минерального удобрения по фону с внесением 171 кг д. в./га на контроле составила 6.61 кг зерна, при использовании регулятора роста Циркон и протравителя она увеличилась до 7.02 кг. С увеличением дозы внесенных минеральных удобрений до N<sub>120</sub>P<sub>126</sub>K<sub>97</sub> была достигнута максимальная прибавка урожайности 1.69

т/га на контроле и ещё 0.14 т/га от совместной обработки семян регулятором роста и протравителем. При этом оплата одного кг д. в. внесенного минерального удобрения снизилась и на контроле составила только 4.93 кг зерна, при предпосевной обработке препаратом Циркон и протравителем она составила 5.33 кг.

Таблица 2 – Урожайность яровой пшеницы (т/га) при использовании минеральных удобрений, предпосевной обработки семян и гербицида, 2016-2018 гг.

Год	Фон питания	Предпосевная обработка семян (фактор В)			
		контроль	Циркон	протравитель	Циркон+ протравитель
2016	Без удобрений	1.43	1.52	1.50	1.56
	НРК на 3 т/га	2.07	2.21	2.20	2.26
	НРК на 4 т/га	2.43	2.60	2.60	2.70
	Средняя	1.98	2.11	2.10	2.17
	НСР <sub>05</sub> для	(А)=0.15; (В, АВ) =0.05; (частных средних) =0.06			
2017	Без удобрений	1.71	1.88	1.85	1.96
	НРК на 3 т/га	3.23	3.45	3.42	3.56
	НРК на 4 т/га	4.22	4.44	4.43	4.61
	Средняя	3.05	3.26	3.23	3.38
	НСР <sub>05</sub> для	(А)=0.39; (В, АВ) =0.13; (частных средних) =0.16			
2018	Без удобрений	1.44	1.60	1.56	1.70
	НРК на 3 т/га	2.68	2.90	2.85	3.01
	НРК на 4 т/га	3.02	3.23	3.21	3.40
	Средняя	2.38	2.58	2.54	2.70
	НСР <sub>05</sub> для	(А)=0.23; (В, АВ) =0.09; (частных средних) =0.09			
За 2016-2018	Без удобрений	1.53	1.67	1.64	1.74
	НРК на 3 т/га	2.66	2.85	2.82	2.94
	НРК на 4 т/га	3.22	3.42	3.41	3.57

Изменения качества зерна яровой пшеницы за годы исследований происходило в основном за счёт использования расчётных доз НРК. На фоне без удобрений, при использовании гербицида и без использования массовой доли клейковины в зерне яровой пшеницы низкая и качество зерна соответствовало только IV товарному классу (табл. 3). Урожайность и качество зерна в значительной степени зависит от плодородия почвы, обеспеченности растений элементами питания. На фоне расчётных доз НРК на получение 3 т/га зерна показатели природы увеличились на 5-13 г, массовой доли клейковины на 4.8-5.8% по сравнению с фоном без удобрений. Предпосевная обработка семян регулятором роста Циркон способствовало увеличению массовой доли клейковины до 28%, а её



качество соответствовало I группе, а качество зерна требованиям II товарного класса. Это подтверждение тому, что в растениях яровой пшеницы поступление азотистых веществ в зерновку происходит как за счёт синтетических процессов активно функционирующих органов растений, так и за счёт реутилизации ранее накопленных веществ в вегетативных органах. На фоне NPK на получение 4 т/га зерна по всем вариантам качество полученного зерна соответствовало требованиям II товарного класса [13-17].

Таблица 3 – Качество зерна яровой пшеницы в зависимости от использования удобрений, гербицида и обработки семян, 2016-2018 гг.

Обработка посевов	Обработка семян	Показатели качества зерна				Товарный класс
		Натура, г/л	Массовая доля клейковины, %	ИДК, ед.	Стекло видность, %	
Без удобрений						
Без гербицида	1.Контроль	729	19,8	98 (II гр.)	70	IV
	2.Циркон	748	21,0	86 (II гр.)	68	IV
	3.Протравитель	740	22,3	84 (II гр.)	70	IV
	4.Циркон+Пртравит	744	20,2	94 (II гр.)	68	IV
Гербицидом	1.Контроль	731	20,7	96 (II гр.)	70	IV
	2.Циркон	748	21,1	86 (II гр.)	68	IV
	3.Протравитель	742	21,6	84 (II гр.)	70	IV
	4.Циркон+Пртравит	745	20,5	92 (II гр.)	67	IV
NPK на 3 т/га						
Без гербицида	1.Контроль	742	24,6	82 (II гр.)	73	III
	2.Циркон	750	28,0	72 (I гр.)	74	II
	3.Протравитель	752	27,4	80 (II гр.)	76	III
	4.Циркон+Пртравит	751	25,9	80 (II гр.)	73	III
Гербицидом	1.Контроль	743	24,3	82 (II гр.)	73	III
	2.Циркон	753	28,1	70 (I гр.)	74	II
	3.Протравитель	753	27,7	80 (II гр.)	76	III
	4.Циркон+Пртравит	752	26,1	80 (II гр.)	74	III
NPK на 4 т/га						
Без гербицида	1.Контроль	743	28,0	72 (I гр.)	74	II
	2.Циркон	754	30,0	66 (I гр.)	72	II
	3.Протравитель	753	28,3	68 (I гр.)	73	II
	4.Циркон+Пртравит	750	29,2	68 (I гр.)	74	II
Гербицидом	1.Контроль	744	28,1	70 (I гр.)	74	II
	2.Циркон	755	30,1	64 (I гр.)	73	II
	3.Протравитель	755	28,4	68 (I гр.)	73	II
	4.Циркон+Пртравит	753	29,5	66 (I гр.)	74	II

Выводы. Использование минеральных удобрений  $N_{61}P_{55}K_{55}$  и  $N_{120}P_{126}K_{97}$ , гербицида в фазе кущения яровой пшеницы, обработка семян регулятором роста Циркон совместно с протравителем уменьшили количество сорняков, увеличили сохранность всходов к уборке, урожайность и показатели качества зерна яровой пшеницы.

### Литература

1. M. Amirov, F. Shaykhutdinov, I. Serzhanov, N. Semushkin. Journal of Fundamental and Applied Sciences, 9(1S), 559-568 (2017).
2. Akhmetzyanov M.R., Talanov I.P., Vafina L.T. Bulletin of Kazan Agrarian University. No1 (39). 5-9 (2016).
3. V.A. Isaychev, N.N. Andreev, V.G. Polovinkin, S.V. Antonova. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. T.8. № 2. 1974-1983 (2017).
4. F Sh Shaikhutdinov, I M Serzhanov, M F Amirov, A R Valiev and R M Nizamov. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 341 012091. - doi:10.1088/1755-1315/341/1/012091 (2019).
5. V.I. Kostin, F.A. Mudarisov, A.I. Krivova. Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences. No. 6. 54-57 (2014).
6. T.L. Kurnosova, L.V. Osipova, I.V. Vernichenko, et al. Problems of agrochemistry and agroecology. 3. 13-23 (2017).
7. A.M. Lentochkin, Biological needs - the basis of spring wheat cultivation technology: monograph - Izhevsk: FSBEI HPE Izhevsk State Agricultural Academy, 2011. - 436 p.
8. B. B. McSpadden, , D. R.. Fravel «Biological control of plant pathogens: Research, commercialization, and application in the USA». Online. Plant Health Progress/ doi:10.1094/PHP-2002-0510-01-RV. (2002).
9. J. Hallmann, A. Quadt-Hallmann, W.F. Mahaffee and J. W. Kloepper "Bacterial endophytes in agricultural crops". Can. J. Microbiol. vol.43, 895-914, (1997).
10. Armor B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). M.: Kolos, 1985.416 s.
11. Медведев Н.А. Оценка влияния предпосевной обработки семян гуминовыми удобрениями и биопрепаратом на развитие растений ярового ячменя на этапе прорастания./ Медведев Н.А., Сафин Р.И. //В сборнике: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского государственного аграрного университета. Казань, 2022. С. 165-171.
12. Эффективность протравливания семян яровой пшеницы различными биологическими фунгицидами./ Хусаинова Г.Х., Сафин Р.И. Р.И.//В сборнике: Современные достижения аграрной науки. научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного

члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича. Казанский государственный аграрный университет. Казань, 2020. С. 484-488.

13. Безопасность продуктов питания в условиях ВТО / Д. И. Файзрахманов, Ф. Т. Нежметдинова, Б. Г. Зиганшин, А. Р. Валиев // Сельский механизатор. – 2013. – № 11. – С. 4-6. – EDN RTIZTB.

14. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AARMMW.

15. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

16. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 138-142. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-138-142. – EDN WEWUEY.

17. Файзрахманов, Д. И. Проблемы развития малого и среднего предпринимательства в аграрном секторе экономики / Д. И. Файзрахманов, Ш. М. Газетдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 9. – № 1(31). – С. 38-42. – DOI 10.12737/3805. – EDN SETKUX.

© М.Ф. Амиров, Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, П.Г. Семенов,  
2022

**Афанасьева Дарья Сергеевна**

Аспирант

Казанский государственный аграрный университет,

Казань

[darya\\_afanasyeva@list.ru](mailto:darya_afanasyeva@list.ru)

## **ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

**Аннотация:** В данной статье представлены результаты исследования сортов ярового ячменя разных эколого-географических групп по определению динамики развития корневых гнилей, средней площади листовой поверхности листа с одного растения, содержания воздушно-сухого вещества в надземных органах растений.

**Ключевые слова:** яровой ячмень, семена, семеноводство, сорт, биометрия, корневые гнили, площадь листьев

**Afanasyeva Darya Sergeevna**

postgraduate student

Kazan State Agrarian University, Kazan

[darya\\_afanasyeva@list.ru](mailto:darya_afanasyeva@list.ru)

## **PECULIARITIES OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF SPRING BARLEY VARIETIES UNDER THE CONDITIONS OF THE KAMIA REPUBLIC OF TATARSTAN**

**Abstract:** This article presents the results of research on varieties of spring barley of different ecological and geographical groups to determine the dynamics of root rot development, the average leaf surface area of a single plant, the content of air-dry matter in the above-ground organs of plants.

**Key words:** spring barley, seeds, seed production, variety, biometrics, root rot, leaf area

Яровой ячмень (*Hordeum vulgare*) является пластичной и скороспелой зерновой культурой [1,2,3], имеющей многоплановое использование. Зерно ячменя в среднем содержит 12% белка, 64,6% без азотистых экстрактивных веществ, 5,5% клетчатки, 12,1% жира, 13% воды, 2,8% золы. В белках ячменя имеется весь набор незаменимых аминокислот, включая особо дефицитные – лизин и триптофан. В состав зерна входят 83-88% сухого вещества (углерод, азот, кислород, водород, сера, фосфор, калий, кальций, магний) и 12-17 % воды. [4]

Народнохозяйственная ценность ячменя связана с тем, что зерно его

является высокоэнергетическим компонентом в составе комбикормов, источником сырья для изготовления крупы и муки на продовольственные цели, а также солода для пивоваренного производства. Отличается высокой пластичностью и приспособлен к возделыванию в широком диапазоне агроклиматических и почвенных условий. [5, 6]

Однако, низкий уровень культуры земледелия и агротехнология без учета биологических особенностей сортов, сорные растения, вредители и болезни приводят к снижению урожайности и качества зерновых культур. [7]

Рост и развитие растений в большой степени зависит от естественных условий (почвенных, гидротермических, техногенных и биотических.) [8,9,10]. Т.е. проблема распространения корневых гнилей связана с сохранением и накоплением заразного начала возбудителей, также с нарушениями чередования культур и технологии обработки почвы. Количество инфекций обуславливается наличием пораженных растений, выживаемостью патогенов на растительных остатках и в почве, а также возможностью передачи ее с семенным материалом от инфицированных растений. Следовательно, состояние будущих посевов во многом зависит от качества основной и предпосевной обработки почвы и фитосанитарного состояния семян, немаловажное значение в котором играет генотип [11,12].

Поэтому исследования механизмов формирования урожая в зоне возделывания новых сортов ячменя, а именно интенсивности процессов роста и развития растений, активности фотосинтетического аппарата и корневой системы актуальны и имеют практическую и научную ценность.

Обзор имеющихся литературных данных свидетельствует о слабой изученности фотосинтетических параметров сортов ячменя и связи фотосинтетической продуктивности со степенью развития корневых гнилей у современных сортов. Наши исследования проводились с учетом целесообразности восполнения именно этих недостающих знаний при возделывании сортов ячменя в Предкамской зоне Республики Татарстан. [13]

Наиболее опасным заболеванием корневой системы является корневая гниль, вызванная развитием гриба *Bipolaris sorokiniana* и *Fusarium*. Ежегодная потеря урожая из-за этого заболевания составляет 10–30 %, при этом в разных условиях и регионах РФ она может привести к потерям и до 50 % .[11]

Цель исследований – изучение динамики развития корневых гнилей, оценка морфофизиологического развития растений ярового ячменя сортов различного эколого-географического происхождения.

Материалы и методы исследования.

Мелкоделяночный полевой опыт был заложен в ООО «Агробιοтехнопарк» Казанского государственного аграрного университета, на территории Лаишевского района Республики Татарстан.

Для исследования были выбраны сорта, выведенные в различных селекционно-семеноводческих фирмах находящихся в различных эколого-географических зонах (табл.1)

Таблица 1 – Сорта ярового ячменя и их происхождение

№ п/п	Сорт	Семеноводческая фирма
1	Камашевский st.	ТатНИИСХ ФИЦ КАЗНЦ РАН, Татарстан
2	Тевкеч	ТатНИИСХ ФИЦ КАЗНЦ РАН, Татарстан
3	Ейфель	Secobra recherches S.A.S., Франция
4	Живаго	Nordsaat Saatzucht GMBH, Германия

Посев ячменя проведен 15 мая 2022 года, селекционной сеялкой «Деметра», с нормой высева 6 млн семян на 1 гектар. Площадь делянок 13,2 м<sup>2</sup>. Почва – серая лесная, среднесуглинистая. Предшественник – озимая пшеница. Обработку почвы, посев и химическую защиту от сорняков проводили по технологии, принятой в зоне.

Изучение динамики распространения корневых гнилей, роста и развития растений, анализ листовой поверхности, структурный анализ выполнены в соответствии с методиками, изложенными в Практикумах по растениеводству и физиологии растений.

Оценку сортов проводили по основным фазам развития: всходы, кущение, выход в трубку, колошение, восковая спелость. Фазы кущения и выхода в трубку очень важны с физиологической точки зрения, так как именно на этом этапе органогенеза закладываются и начинают формироваться генеративные органы, от чего зависит величина будущего урожая. Динамику развития корневых гнилей для большей точности на делянке наблюдали на одних и тех же 10 растениях на корню.

Расчет площади листьев осуществляли по формуле:  $S = L \times D \times 0,67$ , где  $S$  – площадь листа, см<sup>2</sup>;  $L$  – длина листа, см;  $D$  – ширина листа, см; 0,67 – коэффициент пересчета для злаковых культур.

С площадью листьев непосредственно связана величина фотосинтетического потенциала, который характеризует площадь ассимилирующей поверхности посева и продолжительность ее работы [14].

#### Результаты и обсуждение

По фазам развития растения с каждого сорта отбирали по 10 растений. Корни отмывали от почвы под проточной водой. Для учета корневых гнилей использовали специальную шкалу ВИЗР. Результаты представлены в таблице 2, рисунке 1.

Как свидетельствуют данные таблицы первые признаки проявления гельминтоспориозных гнилей отмечались уже в фазу всходов. Минимальное развитие гнили было у сортов местной селекции (Камашевский, Тевкеч). Лучшим среди испытываемых сортов был Тевкеч, среднее значение развития корневых гнилей у которого составило 1,86%,

что на 1,53% ниже чем у сорта Камашевский. Хуже всего себя показал сорт французской селекции Эйфель, процент корневых гнилей составил 8,0%, что на 4,61% превышает значение стандарта. Максимальная степень развития гельминтоспориозной инфекции у данного сорта к фазе молочной спелости достигло 16%. У сорта Живаго в среднем за вегетацию это значение составило 5,73%, что тоже превысило значение стандарта на 2,34%. Максимальное значение развития данного заболевания у сорта селекции Германии составило 10,0%, тогда как это значение у сорта-стандарта местной селекции составило лишь 6,0%, а у лучшего сорта Тевкеч –2,67%.

Таблица 2 – Динамика развития корневых гнилей у сортов ярового ячменя, 2022 г

№ п/п	Сорт	Развитие корневых гнилей по фазам, %					В среднем
		Всходы	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость	
1	Камашевский st.	1,33	1,33	3,33	5,0	6,0	3,39
2	Тевкеч	1,33	1,67	1,67	2,0	2,67	<b>1,86</b>
3	Эйфель	2,33	4,67	6,0	11,0	16,0	8,00
4	Живаго	2,0	2,33	6,67	7,67	10,0	5,73

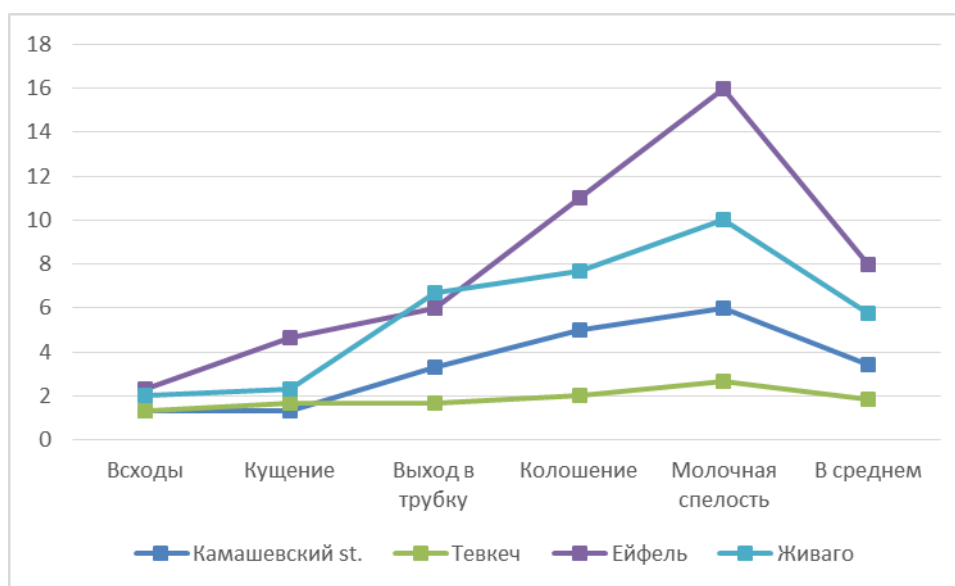


Рис.1. Развитие корневых гнилей у сортов ярового ячменя по фазам, %, 2022 г

В условиях 2022 года установлено что постепенное отмирание листьев первого яруса у растений ярового ячменя началось в фазу колошения.

Ведущая роль в получении высоких и устойчивых урожаев ячменя принадлежит продуктивности фотосинтеза - основному физиологическому процессу, формирующему органическую массу растений. Поэтому урожай ярового ячменя может определяться размерами листьев, их числом и продуктивностью работы фотосинтетического аппарата. Однако важно, чтобы увеличение фотосинтезирующей поверхности адекватно реализовывалось в зерновой продуктивности растений.

В фазе формирования и созревания зерновых культур основная роль в процессе фотосинтеза принадлежит двум верхним листьям. Эти листья, как более молодые и физиологически более активные, «работают» почти в два раза интенсивнее, чем два нижних [15].

Величина листовой поверхности изучаемых сортов ячменя в определенной степени зависит как от генетических особенностей сорта, климатических условий в период вегетации ячменя, так и от агрофона, которые способствуют усилению роста и развития растений в высоту, процессу накопления воздушно-сухого вещества надземными органами, в т.ч. и листовой поверхности. Нарушения в технологии возделывания приводят к снижению площади листовой поверхности одного растения и агроценоза в целом за счет уменьшения длительности жизни листьев и более быстрого их старения.

В таблице 3, рисунке 2 представлены результаты по оценке площади листовой поверхности растений ярового ячменя.

Таблица 3 – Средняя площадь листовой поверхности листа с одного растения, 2022 г

№ п/п	Сорт	Площадь листовой поверхности растения по фазам см <sup>2</sup> ,				В среднем за вегетацию
		Кущени е	Выход в трубку	Колошени е	Молочная спелость	
1	Камашевский st.	3,23	5,1	6,48	8,88	5,92
2	Тевкеч	2,76	5,05	8,27	9,28	6,34
3	Ейфель	4,06	4,38	8,3	11,78	7,13
4	Живаго	<b>5,53</b>	<b>6,34</b>	<b>8,81</b>	<b>14,25</b>	<b>8,73</b>



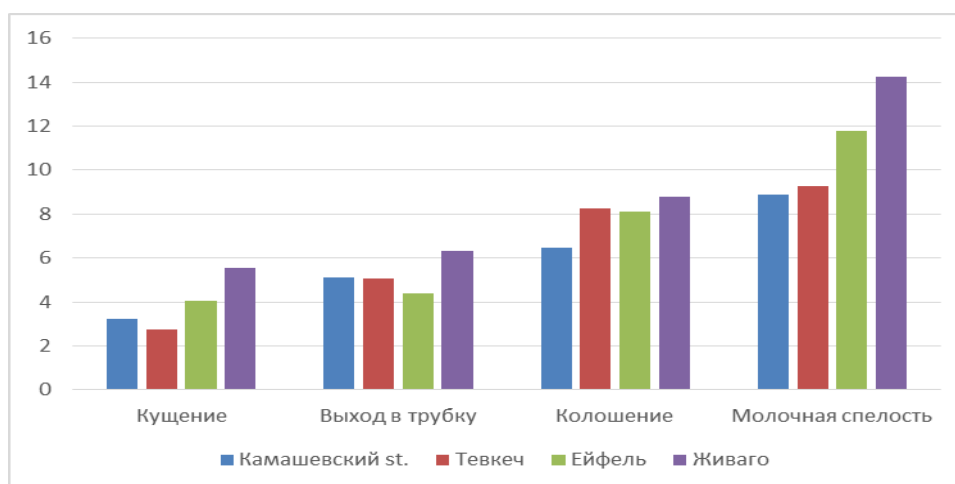


Рис. 2. Средняя площадь листовой поверхности листа с одного растения, см<sup>2</sup>, 2022 г

Как свидетельствуют данные таблицы 3, максимального значения площадь листовой поверхности достигла у сортов к фазе молочной спелости. Сорты западной селекции отличались гораздо более быстрыми темпами нарастания листовой поверхности, начиная с ранних этапов развития. Особенно быстро разрасталась листовая поверхность сорта Живаго, достигнув значения 14,25 см<sup>2</sup>. Сорт местной селекции Тевкеч имел несколько замедленные темпы развития листовой поверхности в начале развития растений, к моменту кущения, но постепенно площадь листьев этого сорта достигла и была на уровне сорта Эйфель, селекции Франции.

Нами проанализированы темпы накопления сортами воздушно-сухой массы растений ярового ячменя. Данные представлены в таблица 4. Для этого с каждой делянки было отобрано по 25 растений, корневую систему отмывали от почвы, растения раскладывали для дальнейшего высушивания и взвешивания.

Таблица 4 – Динамика накопления воздушно-сухого вещества в надземных органах растений сортов ярового ячменя, 2022 г

Сорт	Средняя масса растения, г					В среднем за вегетацию
	Всходы	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость	
	Надземная часть					
Камашевский st.	0,67	1,84	9,20	47,75	60,5	23,99
Тевкеч	0,84	1,84	6,00	59,50	63,08	26,25
Эйфель	0,67	2,94	6,88	<b>72,00</b>	78,75	32,24
Живаго	<b>0,97</b>	<b>3,35</b>	<b>10,83</b>	62,22	<b>110,00</b>	<b>37,47</b>

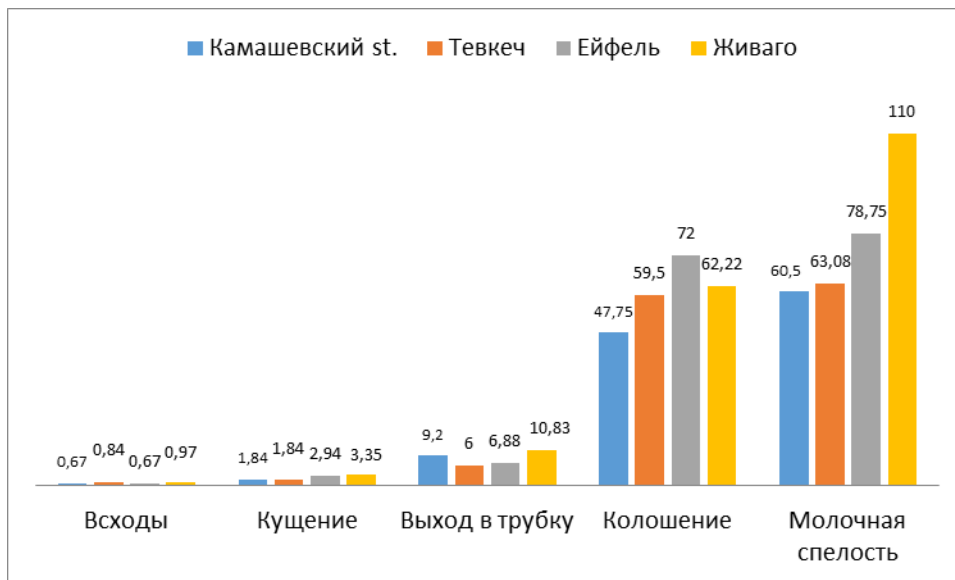


Рис. 3. Динамика накопления воздушно-сухого вещества в надземных органах растений сортов ярового ячменя, г, 2022 г

У изучаемых сортов начиная с фазы выхода в трубку идет интенсивное образование сухого вещества.

На всех этапах развития в надземных органах растений ярового ячменя сорта Живаго накапливалось наибольшее количество воздушно-сухого вещества. Максимальное его количество у данного сорта отмечалось в фазе молочной спелости и составило 110,0 г что превысило стандарт Камашевский на 13,48 г.

Обобщая проведенный анализ, можно отметить, что наименее восприимчивым к поражению корневой системы гельминтоспориозной инфекцией были сорта местной селекции и лучшим из них оказался сорт Тевкеч. По темпам развития листовой поверхности и накопления органической массы листьев выделился сорт немецкой селекции Живаго. Сорт немецкой селекции Эйфель также превосходил стандарт по этим параметрам растений. На основании этих данных можно утверждать, что сорта селекции западных селекционно-семеноводческих компаний Живаго и Эйфель могут быть отнесены к лесному экотипу, особенностями которого и являются интенсивный рост и развитие растений, крупные и широкие листья. В противовес им сорта Камашевский и Тевкеч по морфологическим характеристикам соответствуют лесостепному экотипу с более компактным габитусом и листовой поверхностью.

### Литература

1. Баган А.В., Барат Ю.М. Экологическая пластичность сортов ячменя ярового по урожайности и качеству зерна // Вестник Белорусской ГСХА. – 2019. – №4. – С. 56–59.
2. Колесар, В. А. Экологическая пластичность и продуктивность различных сортов сои зарубежной селекции / В. А. Колесар //

Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса : Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 421-428. – EDN ХТКYLС.

3. Оценка продуктивности и экологической пластичности сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Республики Татарстан / Р. И. Сафин, А. М. Амиров, С. Л. Турнин, Л. С. Нижегородцева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 10. – № 3(37). – С. 148-151. – DOI 10.12737/14789. – EDN VJTLRR.

4. Оценка качественных показателей зерна сортов и линий ярового ячменя / Л. М. Ерошенко, М. М. Ромахин, А. Н. Ерошенко и др. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. № 20 (2). С. 126–133.

5. Отзывчивость сорта ярового ячменя Камашевский на норму высева / В. И. Блохин, И. М. Сержанов, М. А. Ланочкина и др. // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 5. С. 39–41.

6. Решетняк, В. В. Оценка особенностей семян различных генотипов яровой пшеницы / В. В. Решетняк, Р. И. Сафин // Воспризводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 281-286. – EDN ВНJROC.

7. Амиров, М. Ф. Совершенствование агротехнологий производства сельскохозяйственных культур / М. Ф. Амиров // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 32-38. – EDN SKARBA.

8. Сабирова, Р. М. Влияние погодных условий на урожайность ярового тритикале / Р. М. Сабирова // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса : Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 471-475. – EDN ХТDVYX.

9. Антипова, А. Н. Влияние метеорологических условий на биометрические показатели растений сои при различных способах основной обработки почвы / А. Н. Антипова, С. И. Коржов // Актуальные вопросы развития отраслей сельского хозяйства: теория и практика : Материалы IV Всероссийской конференции молодых ученых АПК, п. Рассвет, 19–20 мая 2022 года. – п. Рассвет: Общество с ограниченной

ответственностью "АзовПринт", 2022. – С. 27-32. – DOI 10.34924/FRARC.2022.45.15.001. – EDN QMSJNE.

10. Влияние различных биологических агентов на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях серых лесных почв Предкамья РТ / М. Ф. Амиров, И. М. Сержанов, Р. И. Гараев, П. Г. Семенов // Воспризводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ и 80-летию члена-корреспондента АН РТ доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ильшата Ахатовича Гайсина, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 80-87. – EDN SFOYEM.

11. Богачук, Н. И. Корневые гнили ячменя и приемы защиты от них в условиях Республики Марий Эл : специальность 06.01.11 : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Богачук Надежда Ивановна. – Йошкар-Ола, 2009. – 146 с. – EDN NQQVXF.

12. Решетняк, В. В. Оценка особенностей семян различных генотипов яровой пшеницы / В. В. Решетняк, Р. И. Сафин // Воспризводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ и 80-летию члена-корреспондента АН РТ доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ильшата Ахатовича Гайсина, Казань, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 281-286. – EDN BHJROC.

13. Фотосинтетическая деятельность посевов озимой пшеницы в зависимости от стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида в условиях среднего Поволжья / В. Н. Фомин, А. М. Козин, И. И. Мардиев, Р. Г. Хуснутдинов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3. – С. 3-13. – DOI 10.55471/19973225\_2022\_7\_3\_3. – EDN WLRRIF.

14. Кремпа, А. Е. Площадь листовой поверхности твёрдой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири / А. Е. Кремпа, О. А. Юсова // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : Материалы всероссийской научно-практической конференции. В 4 т., Благовещенск, 20–21 апреля 2022 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. – С. 99-107. – DOI 10.22450/9785964205456\_1\_13. – EDN UBRKBQ.

15. Ссылка на интернет - источник [<https://racechrono.ru/risovye-sevooboroty/4338-vysota-rasteniy-ploschad-listev-nakoplenie-vozdushno-suhogo-veschestva.html>].

©Афанасьева Д.С., 2022

**Биктагирова Эндже Ильдусовна**

*Магистр*

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

*enje-zaljalieva@mail.ru*

**Фасхутдинов Фаннур Шаукатович**

*Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

*ditto1961t@mail.ru*

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ  
УДОБРЕНИЙ НА ПОСЕВАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ  
БУИНСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА  
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

**Аннотация:** Цель исследования – агроэкологическая оценка применения минеральных удобрений и урожайности сахарной свеклы по Буинскому муниципальному району Республики Татарстан за последние семь лет (2015-2021гг.) Научная новизна заключается в рассмотрении вопроса с статистической обработкой фактических данных урожайности сахарной свеклы и уровнем применения минеральных удобрений под эту культуру применительно к конкретному муниципальному району, что безусловно имеет и практическую значимость. В результате исследования была проанализирована зависимость урожайности сахарной свеклы от количества внесённых основных видов минеральных удобрений за период с 2015 по 2021 гг.

**Ключевые слова:** сахарная свекла, минеральные удобрения, корреляция, урожайность, шкала Чеддока.

**Biktagirova Endzhe Ildusovna**

*Master*

*Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

*enje-zaljalieva@mail.ru*

**Faskhutdinov Fannur Shaukatovich**

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*

*Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

*ditto1961t@mail.ru*

**AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE USE OF MINERAL  
FERTILIZERS ON SUGAR BEET CROPS IN THE CONDITIONS OF THE  
BUINSKY MUNICIPAL DISTRICT OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

**Abstract.** The purpose of the study is an agroecological assessment of the use of mineral fertilizers and sugar beet yields in the Buinsky municipal district of the Republic of Tatarstan over the past seven years (2015-2021). The scientific novelty lies in considering the issue of statistical processing of actual data on sugar beet yields and the level of application of mineral fertilizers for this crop in relation to a specific municipal area, which certainly has and practical significance. As a result of the study, the dependence of sugar beet yield on the amount of the main types of mineral fertilizers applied for the period from 2015 to 2021 was analyzed.

**Keywords:** sugar beet, mineral fertilizers, correlation, yield, Cheddock scale.

**Введение:** Сахарная свёкла — важнейшая техническая культура, дающая сырьё для сахарной промышленности, востребованность которой резко выросла в последнее время [1]. Буинский муниципальный район традиционно является одним из самых главных свеклосеющих районов Татарстана, в последние годы под эту культуру ежегодно отводятся около 9000 га пахотных земель района, что составляет порядка 10% пашни. Для обеспечения продовольственной безопасности страны, увеличения сборов сахарной свеклы первоочередная задача стоящее перед сельхоз производителями Республики Татарстана. Одним из основных факторов определяющих сбор корнеплодов сахарной свеклы за счет увеличения ее урожайности в агроценозах на сегодняшний день является уровень применения минеральных удобрений и состояние почвенного плодородия [2, 3]. Следует отметить, что в последние десятилетия прослеживается тенденция сокращения применения минеральных удобрений из-за дороговизны последних [4]. По этой причине очень важно грамотное и эффективное использование минеральных удобрений на основе анализа общения практических результатов, полученных в растениеводстве сельскохозяйственных товаропроизводителей. Такой анализ позволит выработать правильную стратегию планирования при принятии управленческих решений грамотного использования агрохимикатов применительно муниципального района [5, 6].

**Условия, материалы и методы исследований.** Объектом наших исследований были; статистические данные по количеству внесённых минеральных удобрений под сахарную свеклу в течении последних семи лет (2015-2021 гг.) и урожайность данной культуры за соответствующий период в Буинском муниципальном районе. Статистические данные были взяты из открытых источников сайта Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан. Статистическая обработка фактических данных проводилась методом корреляционного и регрессионного анализа по приложению пакет анализа Microsoft Office Excel 2016.

**Анализ и обсуждение результатов.** Сахарная свекла как известно, культура очень требовательная к уровню плодородия почв поэтому получение высоких и стабильных урожаев этой культуры практически невозможно без применения агрохимикатов. Главная роль здесь отводится применению минеральных удобрений [7, 8].

Таблица 1 – Применение минеральных удобрений на сахарной свекле по Буинскому муниципальному району за 2015 - 2021 гг.

Годы	Внесено минеральных удобрений, кг/га д.в.			
	Азотных	Фосфорных	Калийных	Всего
2015	84	43	43	170
2016	64	23	82	169
2017	175	116	119	410
2018	76	50	81	207
2019	74	53	102	229
2020	86	66	121	273
2021	94,8	56,6	104,5	255,9
<b>В среднем</b>	<b>93,4</b>	<b>58,2</b>	<b>93,2</b>	<b>244,8</b>

В табл. 1 приводятся данные по количеству внесенных минеральных удобрений на посевах сахарной свеклы в течении последних шести лет по Буинскому муниципальному району. В среднем за семь последних лет пять лет под сахарную свеклу было внесено 93,4 кг азота, 58,2 кг фосфора и 93,2 кг калия в целом насыщенность пашни минеральными удобрениями на посевах сахарной свеклы составила за последние семь лет 244,8 кг д.в./га. Максимальное количество минеральных удобрений было применено в 2017 году, когда на каждый гектар посевов сахарной свеклы приходилось 410 кг д.в. питательных элементов, что более двух раз превышало уровень применения в 2015 и 2016 годов когда на каждый гектар приходилось 170 и 169 кг дв. Бесспорно, что применение минеральных удобрений является мощным фактором получения высоких и стабильных урожаев сахарной свеклы [9].

Представленные в (табл. 2) данные свидетельствуют о высоких урожаях сахарной свеклы достигнутых в Буинском муниципальном районе за последние шесть лет. В предпоследние два года урожайность сахарной свеклы по району превысила 400 ц/га (табл. 2). Уровень естественного плодородия пахотных почв района по средневзвешенным агрохимическим показателям достаточно только для получения урожайности сахарной свеклы на уровне 170 ц/га. Совершенно очевидно, что ключевая роль в достигнутых урожаях сахарной свеклы за последние

шесть лет должна отводиться применению минеральных удобрений [10, 11]. Для установления степени влияния внесения минеральных удобрений на урожайность сахарной свеклы был проведен корреляционный анализ.

Таблица 2. Урожайность и площади посевов сахарной свеклы по Буинскому муниципальному району 2015-2021 гг.

Годы	Урожайность, ц/га	Площади посевов, га	Валовый сбор, ц
2015	352	7888	2776576
2016	386	9087	3507582
2017	374	9055	3386570
2018	242	6192	1498464
2019	404	8918	3602872
2020	417	7011	2923587
2021	314	7622	2393308
<b>В среднем</b>	<b>356</b>	<b>7968</b>	<b>2869851</b>

Полученные значения коэффициентов корреляции приведены в (табл. 3)

Таблица 3. Данные корреляционного анализа между количеством внесенных минеральных удобрений и урожайностью сахарной свеклы по Буинскому муниципальному району 2015-2021 гг.

	<i>азот</i>	<i>фосфор</i>	<i>калий</i>	<i>всего</i>	<i>Урожайность</i>
азот	1,00				
фосфор	0,94	1,00			
калий	0,45	0,62	1,00		
всего	0,93	0,97	0,75	1,00	
Урожайность	0,09	0,12	0,44	0,19	1,00

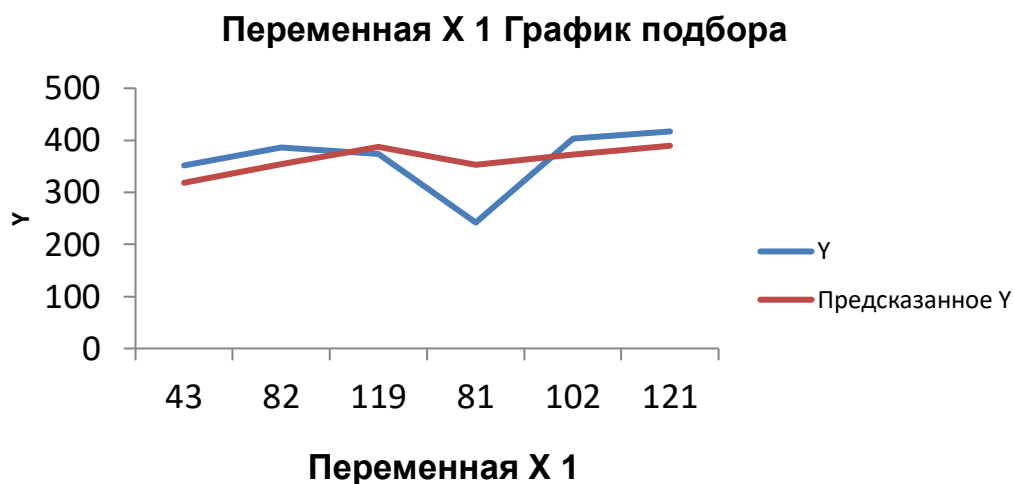
Как видим из таблицы урожайность сахарной свеклы в Буинском районе последние шесть лет мало зависела от количества внесенных азотных и фосфорных минеральных удобрений [12]. Величина коэффициента корреляции между количеством внесенного минеральными удобрениями азота, фосфора и урожайностью сахарной свеклы составила 0,09 и 0,12 (табл.3) соответственно, что соответствует слабой тесноте зависимости по шкале Чеддока. Причиной слабой



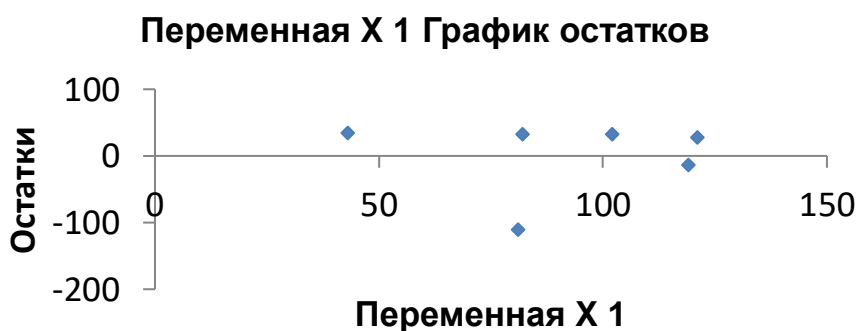
зависимости урожайности сахарной свеклы от применения азотных и фосфорных удобрений могло быть их сравнительно высокое содержание в почве. Пахотные почвы Буинского муниципального района преимущественно представлены степными и лесостепными черноземами. По данным агрохимических обследований ФГБУ «ЦАС «Татарский» на 1 января 2020 года средневзвешенное содержание гумуса 6,1%, фосфора 130 мг/кг, калия 140,9 мг/кг. По группировке по содержанию гумуса, определяемого по методу Тюрина обеспеченность почв повышенная, по содержанию фосфора и калия, определяемого методом Чирикова – повышенная и высокая соответственно [13-14]. Однако была установлена средняя степень зависимости урожайности сахарной свеклы от количества внесенных калийных минеральных удобрений, где величина коэффициента корреляции составила 0,44 умеренная по шкале Чеддока. Данный факт, по всей вероятности, объясняется большей востребованностью элемента калия. Как известно, что из основных элементов питания сахарная свекла больше всего потребляет элемента калия. Так по данным авторов хозяйственный вынос у сахарной свеклы составляет азота 0,59 кг фосфора 0,18 кг и калия 0,75 кг на один центнер основной продукции. По всей вероятности, при получении высоких ежегодных урожаев сахарной свеклы на пахотных землях Буинского муниципального района одним из лимитирующих макроэлементов оказался калий. Для определения характера зависимости урожайности от количества внесенных калийсодержащих минеральных удобрений был проведен регрессионный анализ, который определил формулу зависимости урожайности сахарной свеклы в Буинском муниципальном районе за 2016-2021 годы, от количества питательного элемента калия, внесенного с минеральными удобрениями за тот же временной интервал [15-16]. Данная формула линейной регрессии зависимости урожайности сахарной свеклы от количества внесенных калийсодержащих минеральных удобрений имеет следующий вид;

**$Y=284,2+0,75X$**  где Y –урожайность сахарной свеклы, X-количество внесенных калийсодержащих удобрений в пересчете на действующее вещество оксида калия, 284,2 и 0,75 коэффициенты регрессии полученные при проведении статистической обработке фактических данных

О точности предсказания и степени различий между предсказанными данными по указанной формуле и фактическими данными можно судить по графику подбора и графику остатков, представленных на рисунках 1 и 2.



**Рис. 1.**



**Рис. 2.**

Статистическая обработка фактических данных внесенных минеральных удобрений и урожайности сахарной свеклы последние семь лет в условиях Буинского муниципального района Республики Татарстан, указывают на зависимость урожайности сахарной свеклы в первую очередь от количества внесенных калийсодержащих минеральных удобрений.

### **Литература**

1. Кравченко Р.В. Роль основной обработки почвы и минеральных удобрений в технологии возделывания сахарной свеклы / Р.В. Кравченко, О.С. Калинин // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 92. – С. 106-114.
2. Сулейманов С.Р. Мониторинг и приемы повышения плодородия почв Республики Татарстан / С.Р. Сулейманов, Р.М. Низамов, Ф.Н. Сафиоллин, Н.А. Логинов // Плодородие. – 2020. – № 3(114). – С. 23-26.
3. Логинов Н.А. Роль цифровых технологий в сохранении и повышении плодородия почв Республики Татарстан / Н.А. Логинов, С.Р.

Сулейманов, Ф.Н. Сафиоллин // Плодородие. – 2020. – № 3(114). – С. 26-28.

4. Гилязов М.Ю. Роль удобрений в повышении устойчивости производства продукции растениеводства / М.Ю. Гилязов // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности. Научные труды международной научно-практической конференции. - Казань: Казанский ГАУ, 2021. -С. 133-140.

5. Миникаев Р.В. Применение минеральных удобрений и урожайность зерновых культур в условиях Предволжья Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, Ф.Ш. Фасхутдинов // Эволюция и деградация почвенного покрова : Сборник научных статей по материалам VI Международной научной конференции, Ставрополь, 19–22 сентября 2022 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "СЕКВОЙЯ", 2022. – С. 135-137.

6. Романов Н.В. Действие биологических и минеральных удобрений на продуктивность ярового рапса в условиях серой лесной почвы / Н. В. Романов, М.Ю. Гилязов, И.М. Сержанов // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования : Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ, Казань, 21 апреля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 91-97.

7. Минакова О.А. Удобрение сахарной свеклы в центрально-черноземном районе РФ / О.А. Минакова, П.А. Косякин, Л.В. Александрова // Агрехимия. – 2022. – № 1. – С. 10-20.

8. Кравченко Р.В. Роль основной обработки почвы и минеральных удобрений в технологии возделывания сахарной свеклы / Р. В. Кравченко, О.С. Калинин // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2021.

9. Сафиуллин А.Я. Влияние обработки семян и подкормок на урожайность и окупаемость прибавкой урожая зерна яровой пшеницы в условиях Предкамья РТ / А. Я. Сафиуллин, М.Ф. Амиров // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 марта 2022 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022.

10. Амиров М.Ф. Влияние предпосевной обработки семян, минеральных удобрений на урожайность и усвоение углерода яровой пшеницей в условиях Предкамья Республики Татарстан / М.Ф. Амиров // Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку : Материалы Международной научной конференции, посвященной 30-летию Татарского общественного центра Удмуртии, Ижевск, 25–26 ноября 2021 года / Отв. за выпуск И.Ш. Фатыхов. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – С. 152-156.

11. Амиров М.Ф. Влияние предпосевной обработки семян и подкормок на урожайность зерна озимой ржи в условиях Предкамья РТ / М.Ф. Амиров, А.Я. Сафиуллин // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 252-259.

12. Сафиуллин А.Я. Влияние предпосевной обработки семян и подкормок на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Предкамья РТ / А.Я. Сафиуллин, М.Д. Нигматуллин, М.Ф. Амиров, В.А. Чернов // Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича, Казань, 02 ноября 2020 года / Казанский государственный аграрный университет. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 442-447.

13. Гаффарова Л.Г. Динамика запасов гумуса и прогноз углеродсеквестирующего потенциала зональных почв Республики Татарстан / Л.Г. Гаффарова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 27-31.

14. Цыгуткин А.С. Изучение влияния технологий возделывания сельскохозяйственных культур и почвы, как саморазвивающейся системы, на содержание гумуса / А.С. Цыгуткин, А.В. Азаров // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – № 6. – С. 44-49.

15. Миникаев Р. В. Применение минеральных удобрений и урожайность яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, Ф.Ш. Фасхутдинов // Роль вузовской науки в развитии агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции, Нижний Новгород, 13–15 октября 2021 года. – Нижний Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, 2021. – С. 88-91.

16. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 138-142. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-138-142. – EDN WEWUEY.

© Биктагирова Э.И., Фасхутдинов Ф.Ш., 2022

**Биктагирова Эндже Ильдусовна**

Магистр

*enje-zaljalieva@mail.ru*

**Сержанова Альбина Рафаиловна**

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

*serzhanovaalbina@mail.ru*

Казанский государственный аграрный университет,  
Казань

## **ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ ПОДКОРМОК НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ПРЕДВОЛЖСКОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

**Аннотация.** Полевые опыты закладывались на опытном участке хозяйства ООО «Туган Як-Агро» Кайбицкого муниципального района Республики Татарстан в 2020-2021г. Почва опытного участка серая лесная. Содержание гумуса – 3,8 %, азота легкогидролизуемого – 112 мг/кг, подвижного фосфор – 145, обменного калия – 121 мг/кг почвы, pH солевой вытяжки 5,5. Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов: без удобрений (контроль);  $N_{20}P_{73}K_{82}$ ;фон;  $N_{20}P_{73}K_{82}+N_{30}$ (мочевина),  $N_{20}P_{73}K_{82}+N_{30}$ (аммиачная селитра). Площадь делянки – 20 м<sup>2</sup>. Эксперименты закладывались в трех повторностях. На качественные показатели зерна - содержание сырого белка (14,7%), масса 1000 зерен (47,2г), стекловидность (89%) оказало положительное влияние внесение азотной подкормки на запланированную урожайность.

**Ключевые слова:** яровой ячмень, доза удобрений, урожайность, качество зерна.

**Biktagirova Endzhe Ildusovna**

Master

*enje-zaljalieva@mail.ru*

**Serzhanova Albina Rafailevna**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

*serzhanovaalbina@mail.ru*

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

## **INFLUENCE OF NITROGEN SUPPLEMENTS ON YIELD AND QUALITY OF SPRING BARLEY UNDER THE CONDITIONS OF THE PRE-VOLGA ZONE OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

**Abstract.** Field experiments were laid on the experimental plot of the Tugan Yak-Agro LLC farm in the Kaibitsky municipal district of the Republic of

Tatarstan in 2020-2021. The soil of the experimental plot is gray forest. The content of humus is 3,8%, the pH of the salt extract is 5,5, easily hydrolysable nitrogen is 112 mg/kg, mobile phosphorus is 145, exchangeable potassium is 121 mg/kg of soil. The scheme of the experiment included the study of the following options: without fertilizers (control);  $N_{20}P_{73}K_{82}$ ; background;  $N_{20}P_{73}K_{82};+N_{30}$ (urea),  $N_{20}P_{73}K_{82};+N_{30}$ (ammonium nitrate). The plot area is 20 m<sup>2</sup>. The experiments were set up in triplicate. The quality indicators of grain - the content of crude protein (14.7%), the weight of 1000 grains (47,2g), vitreousness (89%) were positively affected by the introduction of nitrogen supplementation on the planned yield.

**Keywords:** spring barley, fertilizer dose, yield, grain quality.

Ячмень – одна из основных зерновых культур в Республике Татарстан. Является важнейшей пищевой, кормовой, технической культурой и основным сырьем для производства пива [1]. Также культура ячмень экологически пластичная, устойчивая к холоду, засухе и наиболее скороспелая. Требования ячменя к плодородию почвы определяют относительно слабое развитие корневой системы, короткий период потребления питательных веществ и предпочитает плодородные структурные почвы с глубоким пахотным горизонтом [2,3].

Ячмень – злаковое растение с высоким потенциалом, способное получить прирост зерна при применении удобрений до 60 %. В качестве объекта исследования важным условием выбора ячменя является отзывчивость его на внесение удобрений [4]. Сельскохозяйственных товаропроизводителей подталкивает находить экологически безопасные пути повышения урожайности и качества зерна, учитывая необходимость сохранения окружающей среды от загрязнения (в условиях неравенства цен, повышения стоимости удобрений и химических средств защиты растений) [5,6].

Рост производства зерна ячменя в основном связан с повышением его урожайности. Выращивание ячменя в хозяйствах, которые находятся в благоприятных условиях для его возделывания целесообразно расширить [7,8]. Ячмень хорошо отзывается на внесение удобрений, поэтому требователен к питательным веществам. В фазу кущения-цветения происходит большее потребление питательных веществ. В этот период азот является основным фактором увеличения количества белка в зерне при выращивании на кормовые цели [8,9].

В условиях Среднего Поволжья в повышении урожайности зерна ячменя играет значительную роль оптимизация условий питания. С низкой обеспеченностью азотом серых лесных почв и высокой восприимчивостью ячменя к оптимизации азотного питания связано использование азотных удобрений [10,11]. Без изучения закономерностей формирования урожайности зерна ячменя невозможно повышение эффективности применения минеральных удобрений.

Развитие растений и формирование урожая зерна зависит от используемого сорта и форм внесения минеральных удобрений [12,13].

В комплекс агротехнических мероприятий на ячмене должны входить: распределение посевов по лучшим предшественникам, расчетная система удобрений, основная и предпосевная обработка почвы, обработка и подготовка сортовых семян к посеву, оптимальные сроки и способы посева с полной массой семян, посев, уход, в сочетании с комплексной защитой растений, своевременный урожай без потерь [14].

Цель исследований – изучение влияния азотных подкормок на урожайность ярового ячменя сорта «Нур».

Исследования проводились в 2021 году на опытном участке хозяйства ООО «Туган Як-Агро», расположенного на территории Кайбицкого муниципального района Республики Татарстан.

Почва - серая лесная, легкосуглинистая (по гранулометрическому составу). Содержание гумуса- 3,8%, рН солевая 5,5, щелочно-гидролизуемого азота -112; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 145; K<sub>2</sub>O – 121 мг на 1 кг почвы.

Для возделывания ярового ячменя агроклиматические условия вегетационного периода 2021 года были благоприятными и способствовали получению высокого урожая. По условиям влагообеспеченности она относится к подрайону с достаточным увлажнением - ГТК вегетационного периода более 1,0.

Схема полевого опыта предусматривала изучение следующих вариантов:

контроль (без удобрений);

N<sub>50</sub>P<sub>73</sub>K<sub>82</sub> - фон;

N<sub>20</sub>P<sub>73</sub>K<sub>82</sub> +N<sub>30</sub> + подкормка (аммиачная селитра);

N<sub>20</sub>P<sub>73</sub>K<sub>82</sub> +N<sub>30</sub> + подкормка (мочевина)

Опыты закладывались трехкратной повторности, деланки размещались последовательно. Для исследований был предложен сорт ярового ячменя «Нур». Сеяли ячмень 09 мая 2021 г. Посев проводили сеялкой марки СН-16.

Предшественник – яровая пшеница. Норма высева ячменя 5,0 млн. шт. всхожих семян на гектар.

Обработку почвы проводили согласно технологиям, рекомендованным для Предволжской зоны РТ, учитывая погодные условия года, тип почв и особенности возделывания культуры. Посевные качества семян ячменя должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52325-2005.

Уборка проводилась комбайном марки Samro-2010, в фазу полной спелости культуры 16 августа, зерна с каждой деланки были взвешены отдельно.

Показатели качества зерна оценивали согласно методикам, изложенным государственными стандартами. Статистическую обработку урожайных данных проводили по методике Б.А. Доспехова (1985).

Урожай зерна определяется отдельными элементами его структуры. Структура урожая показывает, за счет каких элементов складывается его величина. По результатам наших исследований установлено, что на структуру урожая влияют как почвенно-климатические условия, так и удобрения, а на формирование величины урожайности в значительной степени влияют климатические условия. Анализируя таблицу 1, внесение азотных удобрений не оказали заметного влияния на урожайность.

Таблица 1 – Влияние удобрений на урожайность ярового ячменя сорта Нур

Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га
Естественный фон (без удобрений)	2,60	-0,40
$N_{50}P_{73}K_{82}$ ;фон	3,00	-
$N_{20}P_{73}K_{82}$ ;+ $N_{30}$ (мочевина)	3,20	+0,20
$N_{20}P_{73}K_{82}$ ;+ $N_{30}$ (аммиачная селитра)	3,33	+0,33

НСР<sub>0,5</sub> 0,11

На естественном фоне урожай ярового ячменя составил 2,60 т/га. Внесение  $N_{50}P_{73}K_{82}$  повысило урожай до 3,00 т/га, а на варианте  $N_{20}P_{73}K_{82}$ + $N_{30}$  (мочевина) 30 д.в.кг/га в фазу кущения повысило урожай до 3,20 т/га, что дало прибавку урожая 0,20 т/га, а в варианте  $N_{20}P_{73}K_{82}$ ;+ $N_{30}$ (аммиачная селитра) повысило урожай до 3,33 т/га (прибавка урожая 0,33т/га).

Изучены подкормки аммиачной селитрой и мочевиной в фазу кущения (табл. 2). На качество ярового ячменя положительно повлияли подкормка аммиачной селитрой и мочевиной. Качество зерна ячменя в совокупности характеризуют физические и технологические свойства зерна.

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений на качество зерна ярового ячменя сорта Нур, в зависимости от доз и сроков внесения

Варианты	Сырой белок		Сырая клейковина, %	ИДК %	Стекловидность	Масса 1000 зерен, г
	содержание, %	выход, кг/га				
Контроль (без удобрений)	11,1	289	26,4	68	82	42,1
$N_{50}P_{73}K_{82}$ ;фон	14,2	429	30,9	72	85	44,3
$N_{20}P_{73}K_{82}$ ;+ $N_{30}$ (мочевина)	14,4	461	31,4	74	87	46,9
$N_{20}P_{73}K_{82}$ ;+ $N_{30}$ (аммиачная селитра)	14,7	489	31,9	76	89	47,2



Содержание сырого белка на естественном фоне составило 11,1 %, на варианте  $N_{50}P_{73}K_{82}$  ФОН содержит 14,2%, на вариантах с подкормкой мочевиной – 14,4 %, при подкормки аммиачной селитрой было 14,7 %.

Внесение удобрений увеличило массу 1000 зерен на варианте  $N_{50}P_{73}K_{82}$  ФОН и составила 44,3 г, на вариантах при подкормке мочевиной – 46,9г, при подкормке аммиачной селитрой - 47,2г.

Азотные удобрения способствовали улучшению стекловидности зерна ярового ячменя. Исходя из полученных данных, показатели варьировали от 82-89 %.

В таблице 3 представлены показатели экономической эффективности ярового ячменя. В условиях полевого опыта серой лесной почвы внесение азотных удобрений позволило получить урожай, окупившие вложенные средства.

Таблица 3. Влияния внесения азотных удобрений на экономическую эффективность ярового ячменя сорта Нур

Варианты	Норма высева, млн./га	2021 год					
		урожайность, т/га	стоимость уро- жая, руб./га	затраты на 1 га, руб.	чистый доход, руб./га	себестоимость 1 т зерна, руб.	Рентабельность %
Контроль (без удобрений)	5	2,60	15600	13080	2520	5030	19,0
$N_{50}P_{73}K_{82}$ фон	5	3,00	18000	14318	3672	4773	26,0
$N_{20}P_{73}K_{82} + N_{30}$ (мочевина)	5	3,20	19200	15005	4195	4689	28,0
$N_{20}P_{73}K_{82}$ + $N_{30}$ (аммиачная селитра)	5	3,33	19980	15400	4580	4625	30,0

В результате проведенных исследований внесение азотной подкормки на запланированную урожайность оказало положительное влияние на качественные показатели и продуктивность изучаемого сорта ярового ячменя. Максимальную урожайность ярового ячменя сорта Нур (3,33 т/га) обеспечивает внесение расчетных доз удобрений при варианте  $N_{50}P_{73}K_{82} + N_{30}$ .

## Литература

1. Юсова О.А. Новые перспективные источники ячменя пивоваренного направления / О.А. Юсова, П.Н. Николаев, М.А. Кузьмич, Л.С. Кузьмич // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – № 3. – С. 16-21.
2. Вахитова Л.З. Влияние некорневого внесения органоминерального удобрения Агрис марка Азоткалий на продуктивность и качество ярового ячменя / Л.З. Вахитова, Л.З. Каримова, Л.С. Нижегородцева, Р.И. Сафин // Плодородие. – 2020. – № 3(114). – С. 15-17.
3. Ахметзянов, М.Р. Пути повышения почвенного плодородия серых лесных почв среднего Поволжья / М.Р. Ахметзянов, И.П. Таланов. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2020. – 188 с.
4. Шайхутдинов Ф.Ш. Влияние различных доз минеральных удобрений на формирование урожая яровой пшеницы сорта Ульяновская 105 в Предкамской зоне Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, А.Р. Сержанова [и др.] // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 187-192.
5. Шайхутдинов Ф.Ш. Влияние сроков посева на повреждаемость ячменя шведской мухой и урожайность зерна в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, А.Р. Сержанова, И.С. Ганиева // Плодородие. – 2020. – № 3(114). – С. 38-41.
6. Бадретдинов А.Р. Продуктивность ячменя в зависимости от фонов питания и нормы высева / А.Р. Бадретдинов, А.И. Имамеев, И.П. Таланов, Р.В. Миникаев // Современные достижения аграрной науки. научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича. Казанский государственный аграрный университет. Казань, 2020. - С. 325-331.
7. Гилязов М.Ю. Роль удобрений в повышении устойчивости производства продукции растениеводства / М.Ю. Гилязов // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности. Научные труды международной научно-практической конференции. Казань, 2021. - С. 133-140.
8. Shaikhutdinov F.Sh. The Productivity of Spring Wheat Depending on the Depth of Seeding in the Predkamye of the Republic of Tatarstan / F.Sh.

Shaikhutdinov, I.M. Serzhanov, R.I. Garaev, A.A. Valiev // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021) : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00164.

9. Давлятшин, И.Д. Содержание гумуса и общего азота в почвах лесостепи и дозы азотных удобрений под планируемую урожайность яровой пшеницы / И.Д. Давлятшин, А.А. Лукманов // Агрехимический вестник. – 2020. – № 2. – С. 16-20. – DOI 10.24411/1029-2551-2020-10016.

10. Лукманов А.А. Объемы применения удобрений и урожайность зерновых культур в Республике Татарстан / А.А. Лукманов, И.М. Суханова, Г.К. Хузина, Р.Р. Гайров // Агрехимический вестник. – 2021. – № 3. – С. 3-6.

11. Шарков И.Н. Эффективность азотного удобрения при увеличении поступления в почву растительных остатков в лесостепи Западной Сибири / И.Н. Шарков, С.А. Колбин, А.С. Прозоров, Л.М. Самохвалова // Агрехимия. – 2022. – № 3. – С. 22-30.

12. Фасхутдинов, Ф.Ш. Применение минеральных удобрений и урожайность зерновых культур на примере Предкамья Республики Татарстан / Ф.Ш. Фасхутдинов // Воспризводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 62-67.

13. Миникаев, Р. В. Применение минеральных удобрений и урожайность яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, Ф.Ш. Фасхутдинов // Роль вузовской науки в развитии агропромышленного комплекса : Материалы международной научно-практической конференции, Нижний Новгород, 13–15 октября 2021 года. – Нижний Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, 2021. – С. 88-91.

14. Сафиуллин, А.Я. Влияние обработки семян и подкормок на урожайность и окупаемость прибавкой урожая зерна яровой пшеницы в условиях Предкамья РТ / А.Я. Сафиуллин, М.Ф. Амиров // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 марта 2022 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 77-80.

(С) Биктагирова Э.И., Сержанова А.Р., 2022

**Богданова Елена Сергеевна**

*Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
Институт общей генетики имени Н.И. Вавилова РАН, Москва  
ledera@yandex.ru*

**Смирнова Мария Сергеевна**

*Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
Институт общей генетики имени Н.И. Вавилова РАН, Москва  
mb@yandex.ru*

## **ГОДИЧНАЯ ДИНАМИКА ОБСЕМЕНЁННОСТИ КОРМОВЫХ ТРАВ БАЦИЛЛАМИ**

**Аннотация.** Бациллы *sensu lato* (представители класса Bacilli) являются значимым компонентом филопланы растений. Наиболее яркой и давно известной физиологической особенностью бацилл *sensu lato* является способность формировать термостабильные эндоспоры. Бациллы вносят заметный вклад в формирование микробного консорциума филопланы, обеспечивают защиту растения от фитопатогенов, оказывают влияние на регуляцию метаболизма хозяина. В рамках выполненной работы молекулярными и микробиологическими методами установлено, что в течение вегетативного периода с апреля по октябрь 2022 г доля бацилл в консорциуме филопланы кормовых трав неуклонно возрастает, а доля микроорганизмов типа Proteobacteria снижается. Это дает возможность использовать кормовые травы в качестве источника бацилл с целью применения в защите растений и животных.

**Ключевые слова:** бациллы, микробиом, филоплана, сено, 16 рДНК, эндоспоры

**Elena S. Bogdanova**

*Candidate of Biological sciences, senior researcher  
Vavilov institute of general genetics, Moscow, Russia  
ledera@yandex.ru*

**Maria S. Smirnova**

*Candidate of Biological sciences, senior researcher  
Vavilov institute of general genetics, Moscow, Russia  
mb@yandex.ru*

## **ANNUAL DYNAMICS OF BACILLI IN PHYLOPLANA OF FODDER GRASSES**

**Abstract.** Bacilli *sensu lato* (representatives of the Bacilli class) are a significant component of the plant phylloplane. The most striking and well-known physiological feature of bacilli *sensu lato* is their ability to form

thermostable endospores. Bacilli make a significant contribution to the formation of the microbial consortium of phylloplanes, provide protection of the plant from phytopathogens, and influence the regulation of host metabolism. Using molecular and microbiological methods, we found that along the vegetative period since April until October 2022, the share of bacilli in the consortium of forage grass phylloplanes is steadily increasing, while share of Proteobacteria type microorganisms is decreasing. This makes possible using forage herbs as a source of bacilli for use in plant and animal protection.

**Keywords:** bacilli, microbiome, phylloplana, hay, 16 rDNA, endospores.

Целью работы было исследование динамики обсемененности кормовых трав бактериями, формирующими термостабильные эндоспоры – бациллами *sensu lato*. Работа была выполнена в течение весенне-осеннего полевого сезона – с апреля по октябрь 2022 г. Образцы травы были собраны в шести локациях: в двух локациях на территории Курской области (SK1 - 51.8104 N, 36.3095 E и SK2 - 51.8129 N, 36.3070 E), двух локациях Тамбовской области (ST1 - 52.861625 N, 41.277611 E и ST2 - 52.869416 N, 41.258822 E), в одной локации Владимирской (SV) и Московской (SM) областей. Сбор образцов был выполнен в период с 5 по 15 апреля, с 1 по 16 июня и с 1 сентября по 10 октября. Собранные образцы были подвергнуты высушиванию (использованы для приготовления сена), после чего проанализированы методом метагеномного секвенирования банков 16S рДНК, полученных с использованием праймеров F515 GTGCCAGCMGCCGCGGTAA и R806 GGACTACVSGGGTATCTAAT, а также методом микробиологического посева гомогенатов растительной биомассы в аэробных условиях на полноценную среду LB состава пептон бакто 1%, дрожжевой экстракт бакто 0,5%, NaCl 0,5%. В период роста микроорганизмов чашки Петри инкубировались при температуре 28°C в течение 48 часов. Для оценки содержания эндоспор гомогенаты перед посевом прогревались при 90°C в течение 10 мин, а для оценки содержания протеобактерий в среду предварительно вносили антибиотик эритромицин, подавляющий рост микроорганизмов типов Firmicutes и Actinobacteria, в концентрации 30 мкг/мл.

Метагеномный анализ образцов сухой травы, собранной в апреле, с помощью секвенирования 16S рДНК показал, что 53-86% последовательностей принадлежали протеобактериям, тогда как большинство других были отнесены к митохондриальному геному растений. Это демонстрирует недостаточную специфичность выбранных праймеров по отношению к бактериальному геному, однако, на практике не существовало возможности заменить их на известные более специфические варианты, такие как 8F и 1492R или 8F и 926R, из-за необходимости учитывать ограничения на длину продукта ПЦР, направляемого на секвенирование [4, 5].

Большинство протеобактерий во всех образцах были идентифицированы как гаммапротеобактерии, среди которых наиболее распространенными видами были *Cenchrus americanus*, *Ralstonia* spp., *Sphingomonas* spp., *Acinetobacter* spp. и *Stenotrophomonas maltophilia*. Доля альфапротеобактерий в одном из образцов составляла ~10%, но наиболее типичной для большинства образцов была доля ~1% от всех последовательностей [6-9].

Доля Firmicutes не превышала 1% от всех последовательностей, а два образца продемонстрировали полное отсутствие представителей этого таксона. В образце SK1 явно доминировала *Priestia megaterium*, тогда как в образце ST2 преобладала *Bacillus cereus*. Образцы SK2 и ST1 содержали гораздо меньшую долю бацилл в консорциуме, но видовое разнообразие бацилл *sensu lato* было существенно большим, чем в образцах SK1 и ST2.

Другими относительно распространенными спорообразующими организмами были *Mesobacillus foraminis*, *Niallia circulans*, *Paenibacillus hordei* (отряд Paenibacillales), *Metabacillus galliciensis*, *Neobacillus drentensis*, *Sutcliffeiella horikoshii* и *Peribacillus frigoritolerans*. Помимо спорообразующих бактерий были идентифицированы некоторые представители таксонов, которые могут действовать как пробиотики порядка Lactobacillales: семейство Enterococcaceae - род *Enterococcus*; семейство Lactobacillaceae – роды *Lactobacillus* и *Pediococcus*; семейство Leuconostocaceae – роды *Leuconostoc* и *Weissella*.; семейство Streptococcaceae – роды *Lactococcus* и *Streptococcus*. Однако, представленность каждого из этих видов в консорциуме составляла менее 0,1%. Анаэробные спорообразующие организмы из отряда Lachnospirales (класс Clostridia) во всех образцах составляли менее 0,1%.

Необходимо отметить, что встроенное программное обеспечение секвенатора типа микроорганизмов использовало для классификации, следующие типы микроорганизмов: Crenarchaeota, Abditibacteriota, Acidobacteriota, Actinobacteriota, Bacteroidota, Campilobacterota, Cyanobacteria, Deinococcota, Fusobacteriota, Gemmatimonadota, Мухосoccota, Planctomycetota и Verrucomicrobiota. Однако встречаемость представителей большинства этих группировок была нулевой. Только образец ST2 содержал 4,9% представителей Bacteroidota, в то время как образцы ST1 и ST2 содержали 1,6 и 2,9% Acidobacteriota. Вклад других таксонов был незначительным.

Результаты исследования микробиома образцов сухой травы в динамике методом микробиологического высева представлен в Таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты исследования содержания термостабильных эндоспор в образцах сухой травы в динамике методом микробиологического высева после прогревания при 90°C в течение 10 мин. Результаты высева выражены в к.о.е. на г сухого образца.

Время сбора образцов	SK1	SK2	ST1	ST2	SM	SV
Апрель	0	0	0	10 <sup>2</sup>	0	0
Июнь	3,0×10 <sup>4</sup>	1,0×10 <sup>4</sup>	6,0×10 <sup>2</sup>	1,6×10 <sup>6</sup>	Н.д.	Н.д.
Сентябрь-октябрь	1,2×10 <sup>7</sup>	3,8×10 <sup>7</sup>	4,4×10 <sup>7</sup>	9,2×10 <sup>8</sup>	Н.д.	Н.д.

Таблица 2 – Результаты исследования содержания представителей типа Proteobacteria в образцах сухой травы в динамике методом микробиологического высева при использовании полноценной среды, содержащей 30 мкг/мл эритромицина. Результаты высева выражены в к.о.е. на г сухого образца.

Время сбора образцов	SK1	SK2	ST1	ST2	SM	SV
Апрель	3,7×10 <sup>7</sup>	2,2×10 <sup>7</sup>	2,1×10 <sup>7</sup>	3,3×10 <sup>7</sup>	1,0×10 <sup>7</sup>	1,4×10 <sup>7</sup>
Июнь	3,0×10 <sup>7</sup>	2,2×10 <sup>7</sup>	3,1×10 <sup>7</sup>	3,7×10 <sup>8</sup>	Н.д.	Н.д.
Сентябрь-октябрь	9,2×10 <sup>6</sup>	1,5×10 <sup>7</sup>	1,1×10 <sup>7</sup>	1,6×10 <sup>7</sup>	Н.д.	Н.д.

Проведенное исследование показало нуклонный рост относительного и абсолютного содержания бактерий, образующих эндоспоры, в филоплане кормовой травы в период с апреля по октябрь 2022 г. Эта тенденция выявлена в различных географических зонах РФ, относящихся к черноземной и нечерноземной зонам Европейской территории России. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности использования кормовой травы, собранной в августе-октябре, в качестве источника бацилл *sensu lato*, которые могут быть использованы в качестве средства защиты растений и животных. Однако, при этом целесообразно контролировать содержание в растительной биомассе *B. cereus*, которая может выступать в качестве условного патогена, снижающего продуктивность растений и животных.

#### Литература

1. Sandra, R.B., Sella, R., Bueno, T., de Oliveira, A.A.B., Karp, S.G., Socol C.R. Bacillus subtilis natto as a potential probiotic in animal nutrition // Critical Reviews in Biotechnology - 2021 – V. 41, # 3 – P. 355-369 <https://doi.org/10.1080/07388551.2020.1858019>

2. Todorov, S.D., Vitanova Ivanova, I. Popov, I., Weeks, R., Chikindas, M.L. Bacillus spore-forming probiotics: benefits with concerns? // *Critical Reviews in Microbiology* – 2022 – V. 48 - # 4, P. 513-530 <https://doi.org/10.1080/1040841X.2021.1983517>

3. Khalid, F., Khalid, A., Fu, Y., Hu, Q., Zheng, Y., Khan, S., Wang, Z. Potential of *Bacillus velezensis* as a probiotic in animal feed: a review. // *J. Microbiol.* – 2021- V. 59 - # 7 – P. 627-633. doi: 10.1007/s12275-021-1161-1. Epub 2021 Jul 1. PMID: 34212287

4. Фасхутдинов, Ф.Ш. Применение минеральных удобрений и урожайность зерновых культур на примере Предкамья Республики Татарстан / Ф.Ш. Фасхутдинов // *Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года.* – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 62-67.

5. Миникаев, Р. В. Применение минеральных удобрений и урожайность яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, Ф.Ш. Фасхутдинов // *Роль вузовской науки в развитии агропромышленного комплекса : Материалы международной научно-практической конференции, Нижний Новгород, 13–15 октября 2021 года.* – Нижний Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, 2021. – С. 88-91.

6. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AARMMW.

7. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

8. Валиев, А. Р. Исследование взаимодействия ротационного конического рабочего органа с почвой / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Яруллин // *Техника и оборудование для села.* – 2015. – № 10. – С. 27-30. – EDN UQFKNP.

9. Система земледелия Республики Татарстан / А. Р. Валиев, И. Х. Габдрахманов, Р. И. Сафин, Б. Г. Зиганшин. Том Часть 3. – Казань : ООО "Центр инновационных технологий", 2014. – 280 с. – EDN GQOYHV.

© Богданова Е.С., Смирнова М.С., 2022



**Валиахметов Эмиль Эльмирович**  
**младший научный сотрудник**  
Федеральный исследовательский центр «Казанский научный  
центр Российской Академии Наук»

Казань  
e.valiahmetov@knc.ru

**Афордоаньи Даниэль Мавуэна**  
**научный сотрудник**  
Федеральный исследовательский центр «Казанский научный  
центр Российской Академии Наук»

Казань  
r.diabankana@knc.ru

**PhD Валидов Шамиль Завдатович**  
Федеральный исследовательский центр «Казанский научный  
центр Российской Академии Наук»

Казань  
szvalidov@kpfu.ru

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ИЗОЛЯТОВ

**Аннотация:** в данной работе описана схема работы по анализу микробиомов растений. На примере анализа филлопланы озимой пшеницы показано, что сочетание ПЦР-фингерпринтинга и фенотипического анализа позволяет значительно сократить затраты на секвенирование, за счет исключения клонов изолятов. Также была создана пополняемая база данных электрофореграмм, которая позволит быстро анализировать изменения в составе микробиома растения на разных стадиях без необходимости идентификации.

**Ключевые слова:** микробиология, микробиом, филлоплана, геном, ДНК-фингерпринтинг, ВОХ-ПЦР.

**Emil E. Valiakhmetov**

junior research assistant

Federal Research Center «Kazan Scientific Center of the Russian  
Academy of Sciences»

Kazan, Russia

e.valiahmetov@knc.ru

**Daniel Afordoanyi Mawuen**

research assistant

Federal Research Center «Kazan Scientific Center of the Russian  
Academy of Sciences»

Kazan, Russia

r.diabankana@knc.ru

## **GENETIC METHODS FOR DIFFERENTIATION OF ISOLATES**

**Abstract:** we propose the scheme of work on the analysis of plant microbiomes. Using the example of the analysis of winter wheat phylloplane, it is shown that the combination of PCR fingerprinting and phenotypic analysis can significantly reduce sequencing costs by eliminating clones of isolates. Also, updatable database of electropherograms has been created, which will quickly analyze changes in the composition of the plant microbiomes without preliminary identification.

**Keywords:** microbiology, microbiome, phylloplane, genome, DNA-fingerprinting, BOX-PCR.

### **Введение**

Повышение эффективности биопрепаратов для растений является важной задачей на пути к повышению их урожайности. Однако взаимодействие микроорганизмов в составе биопрепаратов с собственной микробиотой растения все еще недостаточно изучено. Таким образом, анализ качественного и количественного состава, а также динамики изменения микробиома сельскохозяйственных культур позволит создать более эффективные биопрепараты на основе устойчивых консорциумов.

Анализ состава микробиома главным образом сводится к решению двух задач: выделение микроорганизмов и их идентификация. На сегодняшний день одним из наиболее эффективных и в то же время простых методов идентификации бактериальных изолятов является секвенирование гена 16S рПНК. Однако смысл одной и той же пробы может содержать несколько изолятов одного и того же вида, с одинаковым фенотипом. Секвенирование таких повторов обременяет лишней работой исследователей, не приносит новых научных данных и повышает затраты на исследование. Например, показано, что бактериальная микробиота филлопланы (поверхности листа) или семян растений имеет относительно низкое видовое разнообразие [1, 2]. В таких случаях, велика вероятность выявления большого количества клонов одного и того же вида или штамма.

Для устранения этой проблемы применяют методы дифференциации изолятов, то есть подтверждения наличия у исследуемых организмов генетических различий. Эти методы можно подразделить на две группы: анализирующие генотип и анализирующие фенотип. Ранее для классификации микроорганизмов растений

использовались фенотипические анализы, такие как серологический анализ с помощью специфических антигенов (ELISA), биохимические анализы, анализ состава жирных кислот (FAME) и другие [3]. Однако фенотипические признаки зачастую трудно поддаются воспроизводимому определению и не гарантируют наличие или отсутствие генетического родства бактериальных изолятов. Появившиеся позже молекулярно-генетические методы, основанные на анализе ДНК, обеспечивают более точное определение и легко поддаются статистическому и компьютерному анализу. Генетические методы типирования можно условно разделить на основанные на ПЦР, и проводимые без ПЦР. За счет стандартизации и удешевления, именно ПЦР-зависимые методы получили более широкое распространение и применяются до сих пор.

Генотипирование на основе ПЦР или ПЦР-фингерпринтинг обычно проводится с использованием праймеров, которые в результате реакции генерируют массив ампликонов ДНК, часто называемых геномными отпечатками пальцев или геномным паттерном. Для бактерий растений обычно применяются следующие протоколы: случайная амплификация полиморфной ДНК (RAPD) и ПЦР на основе повторяющихся последовательностей (rep-PCR). Метод RAPD основан на использовании коротких олигонуклеотидов произвольной последовательности, используемых парами или поодиночке в мягких условиях (35-40°C, высокое содержание соли, низкие концентрации ДМСО). Такие праймеры случайно отжигаются на участках ДНК, которые частично или полностью совпадают с последовательностью праймера. В реакции генерируются ПЦР-продукты переменного размера, соответствующие количеству пар сайтов отжига (от 200 до 2000 п.н.). Недостатком метода является возобновляемость – на конечный паттерн ампликонов сильно влияют температурные колебания в процессе амплификации, а также количество ДНК-матрицы [4].

Наиболее точным методом ДНК-фингерпринтинга считается rep-PCR, основанный на амплификации специфических консервативных повторяющихся последовательностей (REP), энтеробактериальных повторяющихся межгенных консенсусных последовательностей (ERIC) и BOX-элементов, мозаично распределенных в геномах бактерий [5]. Для rep-PCR анализа обычно используются наборы праймеров, соответствующих последовательностям REP, ERIC и BOX (REP-PCR, ERIC-PCR и BOX-PCR соответственно). Эти последовательности вероятнее всего являются следами попавших в геном мобильных элементов, хотя происхождение и назначение некоторых из них до сих пор до конца не изучено. Набор таких последовательностей высокоспецифичен для каждой бактерии, что позволяет применять метода для дифференцирования бактерий разных видов. Комбинация же этих методов повышает точность разделения до штаммов внутри одного

вида [4, 6]. Мы предлагаем свой подход дифференциации изолятов на основе сочетания ПЦР-фингерпринтинга и анализа специфических активностей, проявляемых исследуемыми бактериями.

### Материалы и методы

Общая схема методики работы показана на рисунке 1.

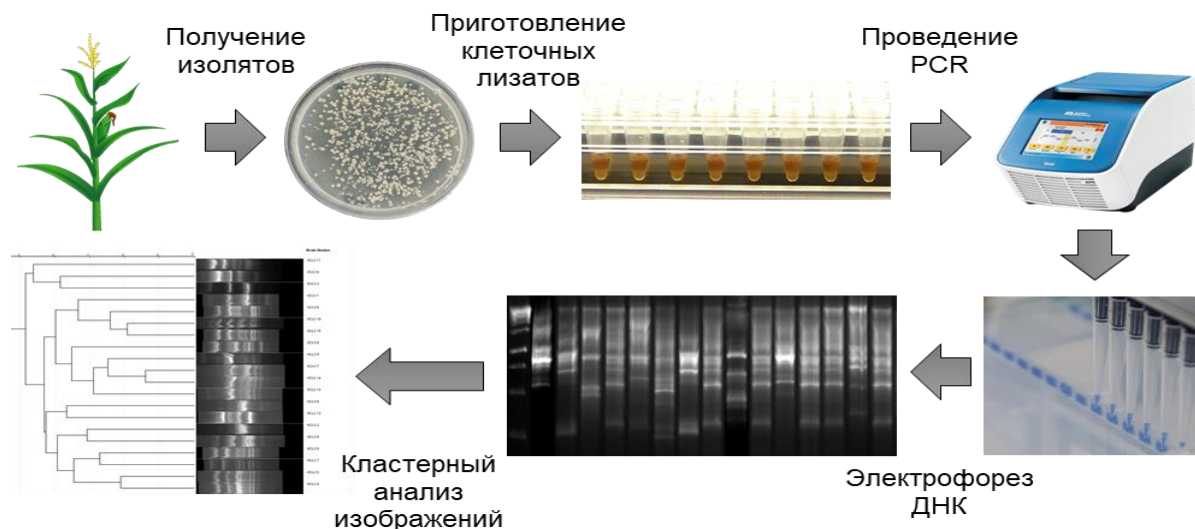


Рис. 1. Схема проведения дифференциации изолятов с помощью ПЦР-фингерпринтинга

Для получения изолятов производили смывы с разных частей растения, которые затем сеяли чашки Петри со средой King B с нистатином. Посев производили из  $10^{-3}$  разведения суспензии. Чашки инкубировали в течение двух суток при  $30^{\circ}\text{C}$ . Затем отбирали до 95 случайных колоний и пересевали. Каждую из колоний частично отбирали и ресуспендировали в фосфатном буфере PBS с добавлением 30% глицерина, а затем хранили при  $-80^{\circ}\text{C}$ . Оставшиеся клетки ресуспендировали в 50 мкл стерильной воды. Полученные планшеты с суспензией клеток замораживали, а затем инкубировали 10 мин при  $95^{\circ}\text{C}$ .

С полученных лизатов бактерий проводили ВОХ-ПЦР с праймером ВОХА1R (5'-CTACGGCAAGGCGACGCTGACG-3'). Перед постановкой реакции планшеты с лизатами центрифугировались 10 мин при 3700 об/мин на центрифуге EPPENDORF 5810R (Германия). В реакцию добавляли 1 мкл супернатанта (объем смеси составлял 25 мкл). Программа проведения ВОХ-ПЦР:  $95^{\circ}\text{C}$  – 3 мин, ( $95^{\circ}\text{C}$  – 20 с,  $53^{\circ}\text{C}$  – 1 мин,  $65^{\circ}\text{C}$  – 8 мин, 34 цикла),  $65^{\circ}\text{C}$  – 18 мин, хранение  $-12^{\circ}\text{C}$ .

Далее проводили электрофорез в 2% агарозном геле с использованием маркера молекулярных масс (1kb, Евроген). Изображения получали с помощью гель-документирующей системы BioRad GelDoc EZ (США).

Далее проводили обработку и анализ полученных графических данных с помощью программы GelJ. Электрофореграммы образцов

после первичной обработки заносили в базу данных внутри программы. Далее на основании полученных паттернов полос строили дендрограммы и наблюдали распределение штаммов по кластерам. Степень подобия оценивалась методом Жаккара, а кластеризация проводилась по методу UPGMA (метод невзвешенных парных групп со средним арифметическим). Совмещая данные о кластерах с данными тестов на специфические ферментативные активности изолятов (амилазной, целлюлазной, липазной, протеазной и хитиназной), пробы дополнительно группировали. Затем отбирали по одному представителю каждой из группы для дальнейшей идентификации.

Нами был разработан и применен комбинированный подход к дифференциации бактериальных изолятов, включающий в себя ПЦР-фингерпринтинг в сочетании с фенотипическим анализом. Для ПЦР были применены ВОХ-праймеры, а в качестве анализа фенотипа использовали ранее полученные данные активностей, проявляемых исследуемыми изолятами. Мы полагаем, что сочетание фенотипического и генотипического анализа позволяет исключить клоны штаммов одного вида. Также, опытным путем мы разработали протокол, позволяющий эффективно проводить ПЦР, используя в качестве матрицы бактериальный лизат, что значительно сокращает время на анализ. Однако, в некоторых образцах ризосферы и ризопланы мы наблюдали снижение эффективности ПЦР – амплификация с клеток в этих образцах не проходила в 10-20% проб изолятов. Мы связываем это с присутствием в таких пробах бактерий с прочной клеточной стенкой, (такие микроорганизмы сложно поддаются термическому лизису и требуют более комплексной гомогенизации), либо лизатов, содержащих в супернатанте вещества, ингибирующие полимеразную реакцию. С таких проб выделяли ДНК классическим фенол-хлороформным методом и повторяли реакцию. Для анализа электрофореграмм и кластерного анализа мы использовали программу GelJ. Главными преимуществами являются: свободный доступ, широкий функционал и возможность генерирования базы данных проведенных экспериментов [7]. Все это делает GelJ лучшим вариантом программного обеспечения для обработки данных ПЦР-фингерпринтинга из доступных на сегодняшний день.

Далее мы рассмотрим применение данного подхода на примере исследования филлопланы озимой пшеницы на стадии трубкования.

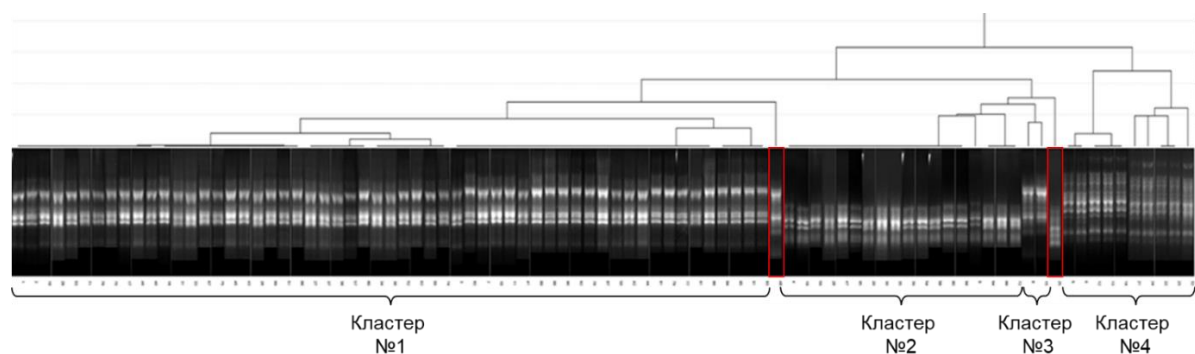


Рис. 2. Дендрограмма изолятов филлопланы озимой пшеницы, построенная в программе GelJ. Красными прямоугольниками отмечены микроорганизмы, не вошедшие ни в один из кластеров.

В исследуемых изолятах обнаружены 3 крупных кластера (№1 57, №2 18 и №4 10) и один малый кластер, включающий два организма (№3 2). Также, выявлены два изолята не вошедшие ни в один из кластеров. Для более точного анализа производили сравнение наличия у изолятов ферментативных активностей внутри каждого кластера. В первом кластере выявлено 5 групп организмов, отличающихся по проявляемым активностям, во втором и четвертом – 4 группы. Организмы из третьего кластера проявляли одинаковые активности. Полученные данные показаны в таблице 1. Избранные изоляты, а также изоляты, не попавшие ни в один из кластеров, будут идентифицированы методом секвенирования гена 16S рНК.

Таблица 1 – Данные, полученные после фенотипической дифференциации изолятов

№ кластера	Кол-во изолятов в кластере	% от общего числа изолятов	Кол-во изолятов, отобранных на идентификацию
1	57	64	5
2	18	20,2	4
3	2	2,2	1
4	10	11,2	4

Таким образом, удалось исключить секвенирование 73 повторяющихся клонов. Проанализированные электрофореграммы сохраняются в сформированной нами базе данных, которая позволит в дальнейшем использовать их снова.

Метод ПЦР-фингерпринтинга в сочетании с фенотипическим анализом ферментативных активностей позволяет исключать микроорганизмы с высокой частотой встречаемости. Эффективность метода продемонстрирована при дифференцировании микроорганизмов, выделенных с поверхности листьев озимой пшеницы.

Применяемый подход исключает необходимость выделения ДНК из исследуемых образцов, значительно облегчая работу.

Из полученных данных создана пополняемая база данных электрофореграмм исследуемых изолятов, которая позволяет быстро анализировать изменения состава микробиома растения на разных стадиях без необходимости идентификации.

#### Благодарности

Настоящая работа была выполнена при поддержке Министерства Науки и Высшего образования Российской Федерации в рамках проекта «Генетическая технология конструирования искусственных консорциумов микроорганизмов для создания биопрепаратов в растениеводстве», соглашение № 075-15-2021-1395 от «25» октября 2021 г. Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на 2019-2027 годы от 18 октября 2021 г. № 2021-1930-ФП5-0010/4

#### Литература

1. Saleem B. Phyllosphere Microbiome: Plant Defense Strategies //Microbiomes and the Global Climate Change. – Springer, Singapore, 2021. – С. 173-201.
2. Compant S. et al. Endophytes of grapevine flowers, berries, and seeds: identification of cultivable bacteria, comparison with other plant parts, and visualization of niches of colonization //Microbial ecology. – 2011. – Т. 62. – №. 1. – С. 188-197.
3. Massomo S. et al. Identification and characterisation of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* strains from Tanzania by pathogenicity tests, biolug, rep-PCR and fatty acid methyl ester analysis //European Journal of Plant Pathology. – 2003. – Т. 109. – №. 8. – С. 775-789.
4. Louws F. J., Rademaker J. L. W., De Bruijn F. J. The three Ds of PCR-based genomic analysis of phytobacteria: diversity, detection, and disease diagnosis //Annual review of phytopathology. – 1999. – Т. 37. – №. 1. – С. 81-125.
5. Versalovic J. et al. Genomic fingerprinting of bacteria using repetitive sequence-based polymerase chain reaction //Methods in molecular and cellular biology. – 1994. – Т. 5. – №. 1. – С. 25-40.
6. Diabankana R. G. C. et al. Effects of Phenotypic Variation on Biological Properties of Endophytic Bacteria *Bacillus mojavensis* PS17 //Biology. – 2022. – Т. 11. – №. 9. – С. 1305.
7. Heras J. et al. GelJ – a tool for analyzing DNA fingerprint gel images //BMC bioinformatics. – 2015. – Т. 16. – №. 1. – С. 1-8.

© Валиахметов Э.Э., Афордоаньи Д.М., Валидов Ш.З., 2022

**Валидов Шамиль Завдатович**

**PhD**

*Федеральный исследовательский центр «Казанский научный  
центр Российской Академии Наук»*

*Казань*

*sh.validov@knc.ru*

## **МЕХАНИЗМЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

**Аннотация:** Биологическая защита растений основывается на таком растительно-микробном взаимодействии, результатом которого является снижение уровня заболевания растений. Микроорганизмы – агенты биологической защиты растений – используют четыре механизма: антибиозис, индукцию системной устойчивости растения, паразитизм/хищничество и конкуренцию за экологические ниши, для защиты растений от фитопатогенов. В настоящей работе описываются данные механизмы и проводится их сравнительный анализ.

**Ключевые слова:** антибиозис, индукция системной устойчивости, паразитизм/хищничество, конкуренция за экологические ниши.

**Validov Shamil Zavdatovich**

**PhD**

*Federal Research Center «Kazan Scientific Center of the Russian  
Academy of Sciences»*

*Kazan, Russia*

*sh.validov@knc.ru*

## **MECHANISMS FOR BIOLOGICAL CONTROL OF PLANT DISEASES**

**Abstract:** Biocontrol of plant diseases is based on certain plant-microbial interactions, which result in suppression of plant diseases. Microbial agents of biological control exploit four mechanisms such as antibiosis, induction of systemic resistance, parasitism/predation and competition for nutrients and niches to combat phytopathogens. In this work we give description and analysis of the four mechanisms of biocontrol.

**Key words:** antibiosis, induction of systemic resistance, parasitism and predation, competition for nutrients and niches.

Наша цивилизация обязана растениеводству, как основному поставщику питания, поэтому вспышки заболеваний культурных растений приводили к катастрофическому голоду и народным волнениям, которые только в документированной истории отражены как голод в Индии из-за



бурой пятнистости риса [1] и многочисленные картофельные бунты в разных странах[2]. Учитывая, что даже в современном мировом сельском хозяйстве, вооруженном новейшими средствами защиты растений, потери урожая за счет вредителей и болезней составляют от 10% до 20%, отсутствие мер по защите растений сделало бы растениеводство полностью неэффективным.

Защита растений, как важная часть растениеводства, получила значительное развитие и сегодня представлена агротехнологическими, физическими, химическими и биологическими методами. Все они используются в современном сельском хозяйстве в виде севооборота, вспашки, соляризации и других технологий. Химические средства защиты в свое время стали одной из основ зеленой революции, когда продуктивность растениеводства увеличилась кратно. Токсичность химических пестицидов очень быстро стала проблемой мирового значения, поскольку химические пестициды не только попадали в конечную продукцию и отравляли работников аграрного сектора, но они стали обнаруживаться в окружающей среде, в том числе, в регионах, не занимающихся сельским хозяйством [3]. Биологические средства защиты растений (БЗР) лишены этих недостатков, они не токсичны, а в ряде случаев дешевле, чем химические пестициды. Несмотря на ряд наблюдений, свидетельствующих об изменениях в микрофлоре растений и почвы под воздействием вносимых биопрепаратов, не было сколько-нибудь доказанного негативного эффекта биопрепаратов на окружающую среду[4].

Микробиологическая основа биологической защиты растений была раскрыта при исследовании супрессивных почв. В ряде регионов Шато-Ренар (Франция), Салинас (США), Канарские острова и Бройл (Швейцария) растения, растущие в таких почвах, практически не заражаются фитопатогенами, хотя последние и присутствуют в почве. Такие почвы были названы супрессивными, поскольку подавляли болезни растений. Этот эффект можно передать, если смешать хотя бы 10% супрессивных почв с кондьюсивными («проводящими» болезнью). Дальнейшие исследования показали, что супрессивность почв, то есть их защитные свойства, обусловлены микроорганизмами, которые обитают в этих почвах, эти микроорганизмы могут защищать растения, противодействуя фитопатогенам [5].

Дальнейшие исследования показали многообразие микроорганизмов, способных защищать растения и эффективно бороться с фитопатогенами. Настоящая статья посвящена механизмам, с помощью которых микроорганизмы могут защищать растения.

#### Механизмы БЗР

Растение является источником питательных веществ в таком бедном субстрате как почва, при этом растение выделяет корневые экссудаты во время жизни, и предоставляет органическое вещество

после своей гибели [6]. В почве обитают сапрофиты, разлагающие органические вещества, оставшиеся после гибели растения, фитопатогены, поражающие живые растения и питающиеся за счет разложения их тканей, а также микроорганизмы, которые могут «мирно» колонизовать растение, стимулируя его рост и защищая его от фитопатогенов. Благодаря исследованию микроорганизмов из этой последней группы «мирных» колонизаторов было показано, что есть четыре механизма, с помощью которых микроорганизмы могут защищать растения от негативного воздействия фитопатогенов [7].

#### Антибиозис

Исторически антибиозис был первым механизмом, выявленным у полезных ризосферных микроорганизмов. Микроорганизмы, подавляющие рост и развитие других микроорганизмов, чаще всего продуцируют антибиотикоподобные вещества [7]. Конфронтационный тест, в различных его модификациях, помогает выявить такие микроорганизмы (Рис. 1).

Антимикробные вещества могут представлять разные классы химических соединений, они производятся как бактериями, так и грибами, при этом чаще всего обладают широким спектром действия (Рис.2). Характерно, что большинство антимикробных веществ могут быть токсичны и для самих продуцентов, поэтому будучи вторичными метаболитами они синтезируются клетками после активной фазы роста.

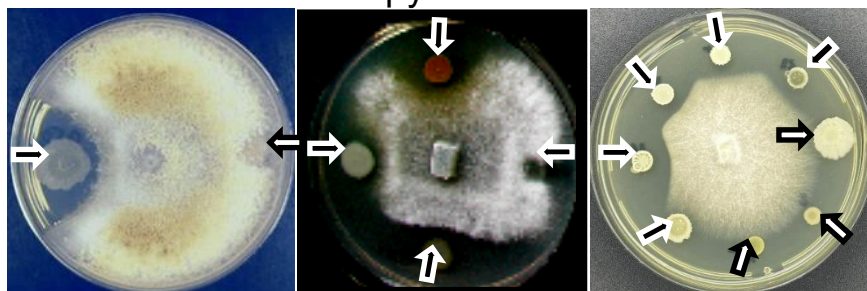


Рис. 1. Различные варианты конфронтационного чашечного теста.

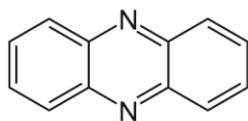
А – для двух штаммов, Б – для четырех и В – для восьми штаммов, тестерный гриб изначально размещается в центре чашки. Черные стрелки указывают на штаммы антагонисты, белые стрелки обозначают штаммы, не выделяющие антагонистические вещества.

Выделяя токсичные вещества полезные микроорганизмы подавляют развитие фитопатогенов, чем и обусловлен их защитный эффект.

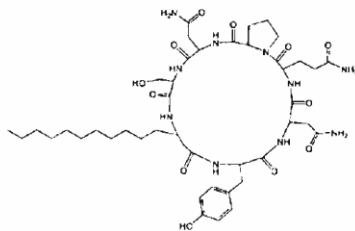
Следует отметить, что антимикробные вещества, выделяемые полезными микроорганизмами, могут оказывать токсичный эффект и на само растение. Так, например, известно, что феназиновые антибиотики токсичны для растений семейства Cucurbitaceae, а суперпродуцент оксифеназинов *Pseudomonas aureofaciens* 30-84 может вызывать ожоги даже на растениях такого устойчивого растения как томат.

В настоящее время зарегистрированы и успешно используются множество биопрепаратов на основе микроорганизмов, продуцирующих антимикробные вещества. Среди них стоит упомянуть отечественные Псевдобактерин 1, Псевдобактерин 3, Ризоплан, Планриз, Фитоспорин.

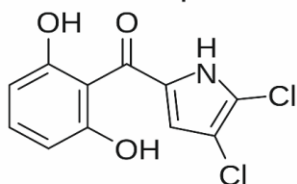
Феназин



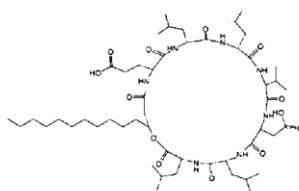
Итурин



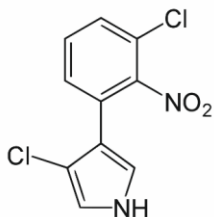
Пиoluteорин



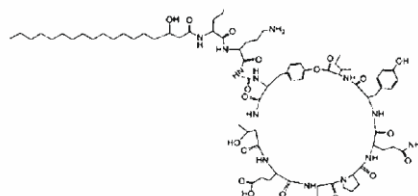
Сурфацин



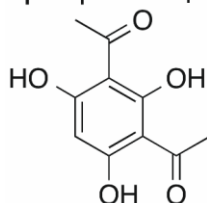
Пирролнитрин



Фенгицин



2,4-диацетил  
флороглюцин



Синильная кислота

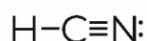


Рис. 2. Антимикробные вещества, продуцируемые ризосферными микроорганизмами

Феназины, пирролнитрин, пиoluteорин и 2,4-диацетил флороглюцин производятся штаммами *Pseudomonas sp.* Циклические липопептиды итурин, сурфацин и фенгицин являются метаболитами представителей рода *Bacillus*. Летучий метаболит синильная кислота (цианид) производится широким кругом бактерий.

#### Индукция системной устойчивости

Непрямым механизмом, с помощью которого полезные микроорганизмы могут бороться с фитопатогенами, является индукция устойчивости самого растения. Полезный микроорганизм таким образом воздействует на растение, которое подготавливает свои системы таким

образом, что после атаки фитопатогена защитный ответ развивается намного быстрее. Следует отличать вызванную системную устойчивость (systemic acquired resistance – SAR), которая является реакцией на атаку фитопатогена от индуцированной системной устойчивости (Induced Systemic Resistance – ISR). В случае SAR сигнальной молекулой является салициловая кислота. Проявлением SAR является гибель клеток растения около проникающей в ткань растения гифы гриба с выделением литических ферментов. Это вызывает гибель гифы и купирование инфекции. ISR возникает после контакта с «полезными» микроорганизмами и не сопровождается гибелью клеток растения. Клетки растения начинают активно синтезировать сигнальные молекулы типа жасмоновой кислоты, этилена и защитные белки.

ISR весьма разнообразен в наборах активируемых систем и, по-видимому, в значительной мере зависит от вида растения, кроме того сами защитные белки, синтез которых индуцируется, весьма разнообразны. Это все затрудняет разработку универсальных систем для мониторинга ISR эффекта на разных растениях [8].

Методы прямой детекции ISR с нанесением предполагаемого штамма-элиситора и фитопатогена на разные части растения вызывают меньше всего возражений научного общества, в то время как мониторинг экспрессии защитных белков и других маркеров ISR может вызывать резонные вопросы о действительной взаимосвязи индукции устойчивости и экспрессией выбранных генов.

Круг веществ, которые могут вызывать ISR очень широк: это и компоненты клеточной стенки микроорганизмов (хитин, липополисахариды, пептидогликан), белки оболочек клеток микроорганизмов, белки флагелл и даже внутриклеточные белки бактерий. Имеются сообщения, что некоторые бактериальные антибиотики также могут индуцировать системную устойчивость растений.

Следует также отметить, что возникающая устойчивость растений не распространяется на все возможные патогены данного растения, зачастую растение приобретает устойчивость к одному фитопатогену, но чувствительно к другому. В то же время распространение защитного эффекта по всему растению дает возможность создания препаратов для борьбы с листовыми патогенами на основе ризосферных бактерий, которые не могут развивать значимые по количеству популяции в филоплане растений.

### **Паразитизм и хищничество**

Микроорганизмы могут защищать растения, атакуя фитопатогенные микроорганизмы напрямую. При этом выделяемые полезными микроорганизмами вещества, преимущественно это литические ферменты, разрушают клетки фитопатогенов, а высвободившиеся питательные вещества используются агентами биологической защиты

для роста и развития. Для сравнения, микроорганизмы, использующие механизм антибиозиса, подавляют рост фитопатогенов токсичными веществами, но не питаются остатками фитопатогена.

Наиболее яркими представителями микроорганизмов, защищающих растения посредством механизма паразитизма и хищничества являются *Bacillus thuringiensis*, паразитирующие на насекомых-вредителях [9], энтомотогенные грибы и виды рода *Trichoderma* уничтожающие грибные фитопатогены [10]. Во всех случаях имеет место выделение литических ферментов и разрушение клеток жертв с дальнейшим использованием полученных веществ для своего развития.

В случае триходерм и других микроорганизмов, активно разрушающих грибы на разных стадиях развития, следует отметить, что очевидно эти микроорганизмы очищают землю «под паром», поскольку в отсутствие растения как основного источника питания в почве, эти полезные микроорганизмы переключаются на уничтожение всех остальных грибов, в числе которых находятся и фитопатогены.

### **Конкуренция за экологические ниши**

Эффективная колонизация поверхности растений полезными микроорганизмами и их конкуренция с фитопатогенами за питательные вещества, которые выделяет растение, могут обеспечивать защиту растений. В действительности, отсутствие корневых экссудатов лишает фитопатоген питания, и, возможно, даже не позволяет ему найти растение, двигаясь по градиенту питательных веществ. Вероятно, даже достигнув растения, которое уже покрыто биопленками микроорганизмов фитопатоген не может вступить в прямой контакт с клетками растения.

Данный механизм был открыт последним, поскольку долгое время считалось, что конкурентная колонизация растения является средством доставки и распространения агента биологической защиты, действующего по механизмам антибиозиса, ISR или паразитизма/хищничества. Выделение штаммов, которые не синтезируют антимикробные вещества, литические ферменты и не индуцирующие устойчивость самого растения, но при этом эффективно защищающие растение от фитопатогена, доказало обратное: конкурентная колонизация является самостоятельным механизмом, достаточным для защиты растений [11, 12].

Помимо отсутствия синтеза антимикробных веществ, литических ферментов и отсутствия эффекта ISR, штаммы, действующие за счет конкурентной колонизации или конкуренции за экологические ниши (КЭН) на растении, отличаются подвижностью и способностью эффективно потреблять компоненты корневых экссудатов растений. Как показали эксперименты, отключение генов, ответственных за синтез флагелл и потребление органических кислот значительно снижает биозащитный потенциал штаммов, действующих через КЭН. Таким образом активная

колонизация корня и потребление органических кислот, а именно они являются основными питательными веществами в корневых экссудатах, важны для микроорганизмов, защищающих растение с помощью КЭН [7].

Анализ полной нуклеотидной геномной последовательности двух штаммов *Pseudomonas fluorescens* PCL1751 [11] и *Pseudomonas putida* PCL1760 [12], действующих по механизму КЭН, показал, что в геномах этих микроорганизмов отсутствуют генетические системы, направляющие синтез токсичных вторичных метаболитов. Следует отметить, что синтез такого метаболита как сидерофоры является составной частью механизма КЭН, поскольку обеспечивает эффективную конкуренцию за ионы железа, что тоже относится к конкуренции за питательные вещества.

В настоящее время нет прямых тестов, выявляющих биоагенты действующие по механизму КЭН. Тем не менее, был разработан метод накопительной культуры, который позволяет выделить из образца ризосферы бактерий-активных колонизаторов [13,14]. Дальнейшие эксперименты по идентификации и проверке биозащитных свойств позволяют определить непатогенные штаммы, которые могут проявлять защитный эффект на растении.

Четыре механизма, лежащие в основе биологической защиты растений в настоящее время изучены на большом количестве примеров и в такой степени, что на основе микроорганизмов, защищающих растения, созданы эффективные биопрепараты, использующиеся в сельском хозяйстве на регулярной основе. Рассуждая о стабильности защитного эффекта каждого из механизмов, очевидно следует принимать во внимание, что к антимикробным веществам, какой бы природы они не были, рано или поздно вырабатывается устойчивость, то есть появляются расы фитопатогенов нечувствительные к токсиканту. То же самое можно сказать и о литических ферментах, устойчивость к которым возникает из-за мутаций в генах, направляющих синтез компонентов клеточной стенки. ISR так же имеет ограничения, поскольку индуцированная защита может ограничиваться определенным кругом фитопатогенов или иметь незначительный уровень для эффективного противостояния растения атаке патогенов. КЭН кажется одним из наиболее трудных для «взламывания» механизмов, поскольку эффективная колонизация является результатом слаженного действия многих генетических систем. Фитопатоген может победить эффективного колонизатора можно только мобилизовав собственные колонизационные системы до крайней степени, что трудно осуществимо в виду их комплексности и взаимосвязи с другими клеточными системами. Тем не менее, препараты, в которых действует биоагент, использующий исключительно КЭН малочисленны. В настоящее время автору известен только препарат на основе непатогенного штамма *Fusarium oxysporum*

Fo47, а бактериальные препараты еще не введены в производство [15-17].

Следует также отметить, что большинство штаммов, которые используются в биопрепаратах, сочетают несколько механизмов. Практически все псевдомонады являются хорошими колонизаторами корней растений, многие антимикробные вещества также могут индуцировать защиту растений, а штаммы триходерм, паразитирующие на других грибах, показывают хорошие колонизационные способности. Можно утверждать, что сочетание этих механизмов и определяет их значительные защитные свойства.

Очевидно, понимание механизма действия того или иного штамма необходимо также при создании комплексных биопрепаратов. Токсичные вещества или литические ферменты, выделяемые одним штаммом, могут ингибировать остальные штаммы в комплексном биопрепарате, снижая их эффективность. В этой логике возможность сочетания штаммов должна убывать в ряду механизмов: КЭН – ISR – паразитизм/хищничество – антибиозис.

### **Благодарности**

Настоящая работа была выполнена при поддержке Министерства Науки и Высшего образования Российской Федерации в рамках проекта «Генетическая технология конструирования искусственных консорциумов микроорганизмов для создания биопрепаратов в растениеводстве», соглашение № 075-15-2021-1395 от «25» октября 2021 г. Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на 2019-2027 годы от 18 октября 2021 г. № 2021-1930-ФП5-0010/4.

### **Литература**

1. Dasgupta M.K. The Bengal famine, 1943 and the brown spot of rice--an inquiry into their relations/ M.K. Dasgupta //Hist. Agric. – 1984. – V.2. – №3. – P. 1-18.
2. Powderly, W.G./HOW INFECTION SHAPED HISTORY: LESSONS FROM THE IRISH FAMINE./ W.G. Powderly// Trans Am Clin Climatol Assoc. – 2019. – V.130. – P.127-135.
3. Tudi, M. Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment./ M. Tudi, H. Daniel Ruan, L. Wang, J. Lyu, R. Sadler, D. Connell, C. Chu, D.T. Phung // Int J Environ Res Public Health. – 2021. – V.18. – № 3. – P. 1112.
4. Marrone, P.G. Pesticidal natural products - status and future potential./ P.G. Marrone// Pest Manag Sci. – 2019. – V.75. - № 9. – P. 2325-2340.
5. L.L. Kinkel, A coevolutionary framework for managing disease-suppressive soils./ Kinkel, L.L., Bakker, M.G., D.C. Schlatter// Annu Rev Phytopathol. – 2011. - №49. – P. 47-67.
6. Vives-Peris, V. Root exudates: from plant to rhizosphere and beyond./ V. Vives-Peris, C. de Ollas, A. Gómez-Cadenas, R.M. Pérez-Clemente Plant Cell Rep. – 2020. – V. 39. - № 1. – P. 3-17.

7. Lugtenberg, B. Wars between microbes on roots and fruits./ B. Lugtenberg, D.E. Rozen, F. F. Kamilova// 1000 Res. – 2017. – V.27. – №.6. – P. 343.
8. Pieterse, C.M. Induced systemic resistance by beneficial microbes./ C.M. Pieterse, C. Zamioudis, R.L. Berendsen, D.M. Weller, Van Wees, P.A. Bakker// Annu Rev Phytopathol. – 2014. – №. 52. – P. 347-75.
9. Melo, A.L. Bacillus thuringiensis: mechanism of action, resistance, and new applications: a review./ A.L. Melo, V.T. Soccol, C.R.Soccol.// Crit Rev Biotechnol. – 2016. – V.36. - №2. – P. 317-26.
10. Harman, G.E. Trichoderma species--opportunistic, avirulent plant symbionts./G.E. Harman, C.R. Howell, A. Viterbo, I. Chet, M. Lorito// Nat Rev Microbiol. – 2004. – V.2. - №1. – P.43-56.
11. Kamilova, F. Enrichment for enhanced competitive plant root tip colonizers selects for a new class of biocontrol bacteria/ F. Kamilova, S. Validov, T. Azarova, I. Mulders, B. Lugtenberg// Environ Microbiol. – 2005. – V.7. - №11. – P. 1809-1817.
12. Validov, S. Selection of bacteria able to control Fusarium oxysporum f. sp. radicis-lycopersici in stonewool substrate./ S. Validov, F. Kamilova, S. Qi, D. Stephan, J.J. Wang, N. Makarova, B. Lugtenberg// J Appl Microbiol. – 2007. – V.102. – №2. – P. 461-71.
13. Cho, S.T., Genome Analysis of *Pseudomonas fluorescens* PCL1751: A Rhizobacterium that Controls Root Diseases and Alleviates Salt Stress for Its Plant Host./ S.T. Cho, H.H. Chang, D. Egamberdieva, F. Kamilova, B. Lugtenberg, C.H. Kuo //PLoS One. – 2015. – V.9. - №10. – P. 1-10
14. Afordoanyi, D.M. Genomic Features of *Pseudomonas putida* PCL1760: A Biocontrol Agent Acting via Competition for Nutrient and Niches./ D.M. Afordoanyi, R.G.C. Diabankana, A.K. Miftakhov, E.S. Kuchaev, S.Z. Validov // *Applied Microbiology*. – 2022. – V. 2. - №4. – P.749-765.
15. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AARMMW
16. Система земледелия Республики Татарстан / А. Р. Валиев, И. Х. Габдрахманов, Р. И. Сафин, Б. Г. Зиганшин. Том Часть 3. – Казань : ООО "Центр инновационных технологий", 2014. – 280 с. – EDN GQOYHV.
17. Файзрахманов, Д. И. Проблемы развития малого и среднего предпринимательства в аграрном секторе экономики / Д. И. Файзрахманов, Ш. М. Газетдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 9. – № 1(31). – С. 38-42. – DOI 10.12737/3805. – EDN SETKUX.

© Валидов Ш.З., 2022



**Вафин Ильшат Хафизович**

ассистент

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

*vix618@mail.ru*

**Медведев Никита Андреевич**

Аспирант

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

**Каримова Зухра Раилевна**

магистр

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

**Сафин Радик Ильясович**

д.с.-х.н., профессор

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

*e-mail: radiksaf2@mail.ru*

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ С БИОЛОГИЧЕСКИМИ АГЕНТАМИ НА ЯРОВОМ ЯЧМЕНЕ**

**Аннотация:** Органоминеральные удобрения относятся к числу наиболее перспективных средств оптимизации минерального питания растений. В работе проведены данные по оценке эффективности применения экспериментального жидкого органоминерального удобрения на основе природных материалов и штаммов эндофитных бактерий.

Исследования проводились в 2022 году на яровом ячмене сорта Раушан. Показано, что применение экспериментального органоминерального удобрения с биоагентами оказывает положительное влияние на формирование урожая ярового ячменя. Было установлено, что по своему влиянию на продуктивность ярового ячменя экспериментальное удобрений превосходит стандартное гуматное удобрение.

Разработанные органоминеральные удобрения могут стать основной для оптимизации минерального питания растений ярового ячменя, в том числе и в органическом производстве.

**Ключевые слова:** удобрения, органоминеральные удобрения, биологические агенты, эндофитные бактерии, яровой ячмень

**Vafin Ilishat Hafizovich**

Assistant

*Kazan state agrarian university, Kazan vix618@mail.ru*

**Medvedev Nikita Andreevich**

graduate student

*Kazan state agrarian university, Kazan*

**Karimova Zuchra Railevna**

Master

*Kazan state agrarian university, Kazan*

**Safin Radik Ilyasovich**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

*Kazan state agrarian university, Kazan*

*e-mail: radiksaf2@mail.ru*

## **EFFICIENCY OF THE EXPERIMENTAL OF ORGANOMINERAL FERTILIZER WITH BIOLOGICAL AGENTS ON SPRING BARLEY**

**Abstract:** Organo-mineral fertilizers are among the most promising means of optimizing the mineral nutrition of plants. The paper presents data on the evaluation of the effectiveness of the use of an experimental liquid organomineral fertilizer based on natural materials and strains of endophytic bacteria.

The research was carried out in 2022 on spring barley of the Raushan variety. It is shown that the use of experimental organo-mineral fertilizer with bioagents has a positive effect on the formation of the spring barley crop. It was found that in terms of its effect on the productivity of spring barley, the experimental fertilizer is superior to the standard humate fertilizer.

The developed organo-mineral fertilizers can become the basis for optimizing the mineral nutrition of spring barley plants, including in organic production.

**Key words:** fertilizers, organo-mineral fertilizers, biological agents, endophytic bacteria, spring barley

Формирование урожая и качественных характеристик зерна ярового ячменя, во многом, определяется уровнем минерального питания [1,2]. Именно поэтому научно-обоснованная система удобрения имеет важнейшее значение в агротехнологиях производства ярового ячменя, в том числе и в Республике Татарстан [3,4]. С учетом высокой стоимости синтетических минеральных удобрений и необходимостью экологизации при оптимизации минерального питания растений, все большее внимание привлекают органоминеральные удобрения (ОМУ), на основе природных материалов и органических отходов [5,6,7]. В опытах в различных

регионах России установлена высокая эффективность таких удобрений и на яровом ячмене [8,9,10]. В настоящее время, ОМУ выпускаются в твердом и жидком виде, причем первые в основном применяются для внесения в почву, а вторые для обработки семян и посадочного материала, а также для некорневой подкормки.

Эффективность жидких органоминеральных удобрений при внекорневом внесении показана на различных сельскохозяйственных культурах, в том числе и на яровом ячмене [11,12,13]. В состав жидких органоминеральных удобрений, часто включаются препараты на основе гуминовых веществ, а также различных биостимуляторов [14,15]. Одним из наиболее перспективных биологических агентов в контроле фитопатогенов и абиотических стрессов растений являются эндофитные бактерии [16,17].

В 2022 году в ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» в рамках реализации проекта «Разработка системы воспроизводства плодородия почв и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур с использованием органоминеральных материалов и их смесей» было разработано экспериментальное органоминеральное удобрение на основе гуматов, мелассы, борной кислоты и с добавлением оригинального штамма эндофитной бактерии рода *Bacillus*. Оценка данного состава в лабораторных условиях показала высокую биологическую (ростостимулирующую) активность данного удобрения. В связи с этим, возникла необходимость в изучении эффективности применения данного удобрения на яровом ячмене [18-19].

Условия, материалы и методы исследований.

Объектом исследования в полевых опытах был сорт ярового ячменя Раушан. Полевые опыты проводились на опытных полях АБТП ФГБОУ ВО «КГАУ» в 2022 году.

Варианты опыта: 1. контроль; 2. Стандартное гуматное удобрение, 1 л/га. 3. Экспериментальное жидкое органоминеральное удобрение (ЭЖОМУ), 0,5 л/га; 4. Экспериментальное жидкое органоминеральное удобрение (ЭЖОМУ), 1,0 л/га; 5. Экспериментальное жидкое органоминеральное удобрение (ЭЖОМУ), 1,5 л/га.

Расход рабочей жидкости составил 200 л/га. Обработку проводили в фазу колошения ярового ячменя.

Площадь опытных делянок – 25 м<sup>2</sup>, площадь учетных делянок – 20 м<sup>2</sup>. Повторность – четырехкратная. Размещение делянок – систематическое, однорядное последовательное. Перед предпосевной культивации вносилась азофоска (1,5 ц/га в физическом весе). В фазу кущения была проведена корневая подкормка аммиачной селитрой (1 ц/га в физическом весе). Общая норма внесения минеральных удобрений составила - N<sub>58,4</sub>P<sub>24</sub>K<sub>24</sub>. Посев был выполнен 14 мая рядовым способом механической селекционной сеялкой Wintersteiger, на глубину 5-6 см, с нормой высева 5,0 млн. всхожих семян. Посев осуществлялся

семенами репродукции ЭС. Учёт урожая проводился путём взвешивания зерна с каждой делянки после уборки комбайном «SAMPO-500». Уборка ярового ячменя проводилась – 15.08.2022 г.

Полевые опыты проводились на среднесуглинистой серой лесной почве со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса по Тюрину - 3,0%, содержание (по Кирсанову) подвижного фосфора очень высокое (> 250 мг/кг) и обменного калия - повышенное (145 мг/кг). Реакция почвенной среды была близка к нейтральной (рН 6,6).

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2022 года были благоприятными для формирования урожая ярового ячменя [20-21].

### Результаты опытов и их обсуждение

Результаты оценки биометрических параметров растений ярового ячменя по вариантам опыта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Биометрические показатели растений ярового ячменя сорта Раушан к уборке, 2022

Вариант	Длина колоса, см	Длина стебля, см
Контроль	9,7	61,2
Стандартное ОМУ	9,1	72,1
ЭЖОМУ, 0,5 л/га	9,9	67,9
ЭЖОМУ, 1,0 л/га	9,5	67,5
ЭЖОМУ, 1,5 л/га	9,0	76,7

Обработка растений удобрениями привела, в первую очередь к увеличению длины стебля, особенно сильно данная тенденция отмечалась при применении стандартного удобрения и экспериментального удобрения с нормой 1,5 л/га. В тоже время, в данных вариантах отмечалось снижение длины колоса в сравнении с показателем в контроле. Максимальная длина колоса отмечалась при применении экспериментального органоминерального удобрения с нормой 0,5 л/га (причем в данном варианте отмечалось и увеличение длины стебля).

Таким образом, изучаемые удобрения в первую очередь положительно влияли на рост соломины ярового ячменя.

Данные по урожайности ярового ячменя в опытах приведены в таблице 2. Как видно из таблицы, применение подкормки органоминеральными удобрениями привело к достоверному росту урожайности в сравнении с контролем.

Таблица 2 – Урожайность ярового ячменя при применении некорневой подкормки органоминеральными удобрениями, т/га, 2022 г

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожая к контролю		Прибавка урожая к стандарту	
		т/га	%	т/га	%

Контроль	4,11				
Стандартное ОМУ	4,38	0,27	6,6		
ЭЖОМУ, 0,5 л/га	4,72	0,61	14,8	0,34	7,8
ЭЖОМУ, 1,0 л/га	4,49	0,38	9,3	0,11	2,5
ЭЖОМУ, 1,5 л/га	4,47	0,36	8,8	0,09	2,1
НСР <sub>05</sub>	0,15				

При сравнении результатов по вариантам с удобрениями можно отметить, что максимальная урожайность ярового ячменя сорта Раушан была при применении экспериментального жидкого органоминерального удобрения с нормой 0,5 л/га. В данном варианте в сравнении с контролем урожайность выросла на 0,61 т/га (на 14,8%), а в сравнении со стандартом рост составил 0,34 т/га или на 7,8 %. Более высокие нормы расхода экспериментального удобрения оказали положительное влияние на уровне стандарта.

Таблица 3 – Элементы структуры урожая ярового ячменя сорта Раушан, 2022 г

Вариант	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г
Контроль	21,9	40,9
Стандартное ОМУ	24,0	40,8
ЭЖОМУ, 0,5 л/га	23,9	41,8
ЭЖОМУ, 1,0 л/га	22,3	42,0
ЭЖОМУ, 1,5 л/га	23,6	42,8

Рост урожайности при применении некорневой подкормки органоминеральными удобрениями был обусловлен ростом количества зерен в колосе и увеличение их массы. Причем, для экспериментального удобрения наиболее значительно увеличилась именно масса 1000 зерен, т.е. крупность семян.

Выводы: Полученные результаты показали, что применение разработанного жидкого органоминерального удобрения, особенно с нормой расхода 0,5 л/га, приводит к существенному росту урожайности ярового ячменя сорта Раушан как в сравнении с контролем, так и в сравнении со стандартом. При этом происходит увеличение длины стебля, увеличение количества в колосе зерен и их массы.

### Литература

1. Хамадиев, Ф. Ф. Минеральное питание ячменя ярового / Ф. Ф. Хамадиев, Д. Р. Исламгулов // Приднепровский научный вестник. – 2022. – Т. 3. – № 1. – С. 116-119.
2. Малышева, Е. В. Влияние минерального питания и севооборота на повышение урожайности ярового ячменя в условиях Курской области / Е. В. Малышева, К. В. Брянцев, Т. М. Мартышина // Региональный вестник. – 2021. – № 4(60). – С. 20-23.

3. Гуреев, И. И. Экономико-экологическая эффективность адаптивной системы удобрения ярового ячменя / И. И. Гуреев, А. В. Гостев, Л. Б. Нитченко // Юг России: экология, развитие. – 2021. – Т. 16. – № 3(60). – С. 95-101.

4. Иванова, О. М. Роль минеральных удобрений в формировании урожая ярового ячменя в ЦЧР / О. М. Иванова, Е. В. Дудова // Сахарная свекла. – 2020. – № 10. – С. 35-37.

5. Ecologically appropriate technology for obtaining phosphorose-containing organomineral fertilizers based on livestock waste and low grade phosphorites / U. Sh. Temirov, Sh. S. Namazov, N. Kh. Usanbayev [et al.] // Rossijskij Himicheskij Zhurnal. – 2021. – Vol. 65. – No 2. – P. 90-101. – DOI 10.6060/rcj.2021652.8.

6. Ермилов А. В. Применение органоминеральных удобрений в системе удобрения озимой пшеницы на черноземе Южном / А. В. Ермилов, Р. А. Каменев, Д. С. Воробьев, В. Н. Садымов // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2020. – № 4-1(38). – С. 69-74.

7. Nezdoyminov, V. Possibility of using excessive active sludge as organomineral fertilizer / V. Nezdoyminov, A. Mogukalo, T. Zagoruiko // Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. – 2021. – No 3(149). – P. 56-60.

8. Пугач, Е. И. Влияние органоминеральных удобрений и регуляторов роста на продуктивность ярового ячменя / Е. И. Пугач, Д. Нестеров, Е. Соловьева // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур : материалы международной научно-практической конференции, пос. Персиановский, 17 февраля 2016 года. – пос. Персиановский: ФГБОУ ВО "Донской государственный аграрный университет", 2016. – С. 61-65.

9. Марьина-Чермных, О. Г. Влияние органоминерального удобрения ЭкоОрганика на урожайность ячменя / О. Г. Марьина-Чермных // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2021. – Т. 7. – № 2(26). – С. 143-149.

10. Яцун, А. П. Реакция сортов ячменя на применение органоминеральных удобрений / А. П. Яцун // Материалы XXVI региональной конференции молодых ученых и исследователей Волгоградской области, Волгоград, 16–18 ноября 2021 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2021. – С. 59-61.

11. Артемьева, Е. С. Оценка биологической активности и фитотоксичности жидких органоминеральных удобрений в условиях температурного стресса / Е. С. Артемьева, Е. В. Скрыльник // Почвоведение и агрохимия. – 2018. – № 2. – С. 37-46.

12. Артемьева, Е. С. Эффективность применения жидких органоминеральных удобрений под яровой ячмень в условиях изменения

климата / Е. С. Артемьева, Е. В. Скрыльник // Почвоведение и агрохимия. – 2018. – № 1(60). – С. 148-154.

13. Семенюк, О. В. Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы с применением жидких комплексных органоминеральных удобрений / О. В. Семенюк, Л. Р. Оганян, Е. В. Суркова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 76. – С. 85-90.

14. Вотолин, К. С. Разработка технологических основ получения гуматного органоминерального удобрения с пролонгированным эффектом / К. С. Вотолин // Развитие – 2018 : Научное электронное издание, Кемерово, 10–12 апреля 2018 года. – Кемерово: Кемерово: ФИЦ УУХ СО РАН, 2018. – С. 69-78.

15. Тиранова, Л. В. Ресурсосберегающие технологии возделывания ярового ячменя в условиях Новгородской области / Л. В. Тиранова, А. Б. Тиранов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 5. – С. 92-96.

16. Аллагулова, Ч. Р. Снижение уровня окислительного стресса в растениях пшеницы под влиянием эндофитных бактерий в условиях засухи / Ч. Р. Аллагулова, О. В. Ласточкина // Экобиотех. – 2020. – Т. 3. – № 2. – С. 129-134.

17. Гринева, И. А. Повышение устойчивости к солевому стрессу у растений озимого рапса эндофитными бактериями / И. А. Гринева, В. А. Ломоносова, Д. В. Маслак [и др.] // Журнал Белорусского государственного университета. Биология. – 2021. – № 1. – С. 112-117.

18. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AARMMW.

19. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 138-142. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-138-142. – EDN WEWUEY.

20. Современные почвообрабатывающие машины / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, С. М. Яхин, Д. Т. Халиуллин. – 2-е издание, исправленное. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2016. – 208 с. – EDN ZCWWKL.

21. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

(С) Вафин И.Х. , Медведев Н.А., Каримова З.Р., Сафин Р.И., 2022

**Габитов Ранис Харисович**

*соискатель*

*e-mail: RanisGabitov@tatar.ru*

**Лукманов Анас Ахтямович -**

*доктор сельскохозяйственных наук*

*Федеральное государственное бюджетное учреждение ЦАС*

*«Татарский», Казань*

*[agro-pai@mail.ru](mailto:agro-pai@mail.ru)*

**Сафиоллин Фаик Набиевич -**

*доктор сельскохозяйственных наук, профессор*

*Казанский государственный аграрный университет, Казань*

*[faik1948@mail.ru](mailto:faik1948@mail.ru)*

**Сочнева Светлана Викторовна –**

*кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*

*Казанский государственный аграрный университет, Казань*

*[sochneva.sv1@mail.ru](mailto:sochneva.sv1@mail.ru)*

## **ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИКАТОВ И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ЙОЛДЫЗ К КОРНЕВЫМ ГНИЛЯМ И ЛИСТОВЫМ БОЛЕЗНЯМ**

**Аннотация.** Результаты исследований показывают, что устойчивость яровой пшеницы Йолдыз к корневым гнилям и листовым болезням на вариантах с применением агрохимикатов (известкование + фосфоритование + внесение цеолита + применение NPK на планируемую урожайность 3,5 т/га зерна) была более высокой на выщелоченных черноземах. Выпад растений от корневых гнилей из пшеничного агроценоза составил 7,4 шт./м<sup>2</sup> против 10,6 шт./м<sup>2</sup> на серых лесных почвах. Количество растений, пораженных листовыми болезнями, на черноземах снизилось от 15,6 на контроле (без агрохимикатов) до 8,4 шт./м<sup>2</sup> на варианте комплексного применения агрохимикатов, на темно-серых почвах – от 18,5 до 11,7 шт./м<sup>2</sup> и на серых лесных почвах – от 20,6 до 13,8 шт./м<sup>2</sup> соответственно. На выщелоченных черноземах повышение устойчивости яровой пшеницы к корневым гнилям и листовым болезням на варианте опыта «Известкование + фосфоритование + NPK» обеспечило получение 3,89 т/га товарного зерна яровой пшеницы, что выше на 0,59 т/га по сравнению с урожайностью на серых лесных почвах.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, почвенный покров, известкование, фосфоритование, цеолит, азотно-фосфорно- и калийные удобрения, корневые гнили, листовые болезни, урожайность.

**Gabitov Ranis Kharisovich**

*applicant*



*e-mail: RanisGabitov@tatar.ru*

**Lukmanov Anas Akhtyamovich**

*doctor of Agricultural Sciences*

*Federal State Budgetary Institution CAC "Tatarsky", Kazan:*

*e-mail: agro-pai@mail.ru*

**Safiollin Faik Nabievich**

*doctor of Agricultural Sciences, Professor*

*Kazan State Agrarian University, Kazan*

*e-mail: faik1948@mail.ru*

**Sochneva Svetlana Viktorovna –**

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*

*Kazan State Agrarian University, Kazan*

*sochneva.sv1@mail.ru*

## **THE INFLUENCE OF AGROCHEMICALS AND SOIL COVER OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN ON THE RESISTANCE OF SPRING WHEAT YOLDYZ TO ROOT ROT AND LEAF DISEASES**

**Annotation.** The results of the research show that the resistance of spring wheat Yoldyz to root rot and leaf diseases in variants with the use of agrochemicals (liming + phosphorization + zeolite + application of NPK for the planned yield of 3.5 t/ha of grain) was higher on leached chernozems. The number of plants affected by leaf diseases on chernozems decreased from 15.6 on the control (without agrochemicals) to 8.4 pcs/m<sup>2</sup> on the variant of complex application of agrochemicals, on dark gray soils - from 18.5 to 11.7 pcs/m<sup>2</sup> and on gray forest soils – from 20.6 to 13.8 pcs/m<sup>2</sup>, respectively. On leached chernozems, an increase in the resistance of spring wheat to root rot and leaf diseases on the variant of the experiment "Cultivation + phosphorization + NPK" ensured the production of 3.89 t/ha of marketable spring wheat grain, which is 0.59 t/ha higher than the yield on gray forests.

**Keywords:** spring wheat, soil cover, liming, phosphorization, zeolite, nitrogen-phosphorus and potash fertilizers, root rot, leaf diseases, yield.

**Введение.** Современная система интегрированной защиты яровой пшеницы предусматривает борьбу с корневыми гнилями и листовыми болезнями на основе своевременного и качественного проведения агротехнических, биологических и химических мероприятий. Наиболее доступным безвредным для окружающей среды и высокоэффективным с экономической точки зрения являются агротехнические меры борьбы в сочетании с химическими приемами защиты основной продовольственной культуры народов мира – яровой пшеницы. Среди агротехнических мер борьбы особую актуальность приобретает выбор лучшего предшественника (озимая рожь на зерно), качественная основная и предпосевная обработка почвы, наличие качественного

посевного материала с сертификатом, оптимизация реакции почвенной среды на основе известкования кислых и слабокислых почв и фона питания растений (фосфоритование и внесение расчетных норм макро- и микроэлементов), что и стало основой выбора направления наших исследований.

**Методика и методология.** Полевой опыт по изучению влияния известкования, фосфоритования, внесения цеолита и применения минеральных удобрений на устойчивость яровой пшеницы к корневым гнилям и листовым болезням проводился в 2018-2022 гг. на трех типах почв – выщелоченные черноземы (СХПК «Ембулатово») Буинского, темно-серые (АПК «Продпрограмма») Мамадышского и серо-лесные почвы (СХПК «Нур») Тетюшского муниципальных районов Республики Татарстан в звене полевого севооборота: чистый пар с известкованием, фосфоритованием и внесением цеолита (2018 г.) – озимая рожь на зерно (2019 г.) – яровая пшеница (2020 г.) – ячмень на фураж (2021 г.) – кукуруза на зерно (2022 г.).

Поскольку у каждой культуры пораженность болезнями зависит от биологических особенностей целесообразно рассмотреть их в отдельности, что стало целью наших исследований.

Учет корневых гнилей и листовых болезней проводился по общепринятой методике на закрепленных участках [1, 2, 3]. Урожайность зерна определяли сплошным комбайнированием с последующим его переводом на базисные показатели зерна яровой пшеницы: влажность – 14,5%, засоренность – не более 2% [4, 5, 6].

Погодно-климатические условия 2020 г. отличались от среднеголетних показателей: средняя высота снежного покрова превысила норму на 10-15 см, осадки в течение вегетационного периода были «по расписанию», термические ресурсы по фазам развития изучаемой культуры соответствовали ее требованиям [7, 8, 9].

### **Результаты и обсуждения.**

**Корневые гнили.** Известно, что корневая гниль яровой пшеницы является наиболее вредным заболеванием, поскольку растение поражается одновременно фузариозной, гильментоспорозной, церкоспореллезной видами гнилей [10, 11, 12]. Болезнь, как правило, проявляется в начальном этапе органогенеза (всходы – кущение) из-за резкого перепада температуры воздуха и высокой влажности почвы в отдельные дни [13, 14, 15].

В наших исследованиях учет пораженных растений корневыми гнилями проводился в фазе кущения яровой пшеницы без разделения их по видам (табл. 1).

Норма высева объекта исследований составляла 6 млн/га всхожих семян. Из них через 10 суток полноценные всходы дали от 505,2 шт./м<sup>2</sup> на первом контроле до 517,8 шт./м<sup>2</sup> на варианте с известкованием, фосфоритованием выщелоченного чернозема и внесением NPK с

расчетом получения 3,5 т/га зерна. К фазе кущения на каждом квадратном метре из-за корневых гнилей выпали из состава агроценоза 7,4-12,3 шт. растений на выщелоченных черноземах, 8,8-14,7 шт. на темно-серых почвах и 10,6-16,2 шт. на серых лесных почвах (всего 1,43-3,24% от полученных всходов). Относительно низкая пораженность яровой пшеницы корневыми гнилями объясняется выбором лучшего предшественника (озимая рожь), высокой культурой земледелия (качественная основная и предпосевная обработка семян новым высокоэффективным фунгицидом химического происхождения Протегио Макс, оптимальным сроком посева с оптимальной нормой высева) и благоприятными агрометеорологическими условиями.

Таблица 1 – Влияние почвенного покрова и агрохимикатов на пораженность яровой пшеницы корневыми гнилями и листовыми болезнями

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агромелиоранты и минеральные удобрения)	Кол-во всходов , тыс. шт./м <sup>2</sup>	Корневые гнили		Листовые болезни	
			шт./м <sup>2</sup>	В % к всходам	шт./м <sup>2</sup>	В % к всходам
Выщелоченный чернозем	Контроль (без удобрений)	505,2	12,3	2,43	15,6	3,09
	НРК на 3,5 т/га	508,8	8,2	1,61	14,0	2,75
	НРК + известкование 7 т/га	510,6	8,0	1,57	12,3	2,41
	НРК + известкование + фосфоритование 1 т/га	513,6	7,6	1,48	10,1	1,97
	НРК + известкование + фосфоритование + цеолит 0,5 т/га	517,8	7,4	1,43	8,4	1,62
Темно-серые почвы	Контроль (без удобрений)	502,8	14,7	2,92	18,5	3,67
	НРК на 3,5 т/га	504,6	12,8	2,53	16,7	3,31
	НРК + известкование 7 т/га	508,8	10,5	2,06	15,3	3,01
	НРК + известкование + фосфоритование 1 т/га	511,2	10,1	1,98	14,2	2,78
	НРК + известкование + фосфоритование + цеолит 0,5 т/га	514,8	8,8	1,71	11,7	2,27
Серые лесные почвы	Контроль (без удобрений)	498,6	16,2	3,24	20,6	4,13
	НРК на 3,5 т/га	502,2	14,1	2,81	17,7	3,52
	НРК + известкование 7 т/га	505,2	13,8	2,73	16,1	3,19
	НРК + известкование + фосфоритование 1 т/га	508,8	11,4	2,24	15,2	2,99
	НРК + известкование + фосфоритование + цеолит 0,5 т/га	511,2	10,6	2,07	13,8	2,70

Несмотря на это, четко выделяются следующие закономерности:

- комплексное применение агрохимикатов подавляет распространение корневых гнилей на всех изучаемых зональных почвах Республики Татарстан;

- на выщелоченных черноземах устойчивость яровой пшеницы к корневым гнилям выше по сравнению с серо-лесными почвами с высокой плотностью сложения. Темно-серые почвы занимают промежуточное положение.

Вышеотмеченные закономерности в полной мере относятся и к листовым болезням с одной лишь разницей: пораженность яровой пшеницы листовыми болезнями (стеблевая ржавчина, листовая ржавчина, мучнистая роса и др.) оказалась выше по сравнению с корневыми гнилями, но больные растения, в отличие от корневых гнилей, принимали некоторое участие в формировании урожая. В связи с этим, при определении плотности стеблестоя перед уборкой они были учтены (табл. 2).

Таблица 2 – Плотность стеблестоя и урожайность зерна яровой пшеницы в зависимости от применения агрохимикатов и почвенного покрова Республики Татарстан

Фактор А (почвенный покров)	Фактор В (агроулучшители и минеральные удобрения)	Плотность стеблестоя перед уборкой, шт./м <sup>2</sup>	Сохранность растений, % к всходам	Урожайность, т/га	Прибавка	
					т/га	%
Выщелоченный чернозем	Контроль (без удобрений)	420,1	83,2	2,31	-	-
	НРК на 3,5 т/га	428,6	84,2	3,38	1,07	46,3
	НРК + известкование 7 т/га	436,5	85,5	3,62	1,31	56,7
	НРК + известкование + фосфоритование 1 т/га	441,7	86,0	3,86	1,55	67,2
	НРК + известкование + фосфоритование + цеолит 0,5 т/га	457,9	88,4	3,89	1,58	68,4
НСР <sub>05</sub>				0,23		
Темно-серые почвы	Контроль (без удобрений)	410,2	81,6	2,20	-	-
	НРК на 3,5 т/га	416,4	82,5	3,21	1,01	45,9
	НРК + известкование 7 т/га	420,6	82,7	3,43	1,23	55,9
	НРК + известкование + фосфоритование 1 т/га	430,7	84,2	3,66	1,46	66,4
	НРК + известкование + фосфоритование + цеолит 0,5 т/га	440,3	85,5	3,68	1,48	67,3
НСР <sub>05</sub>				0,21		
Серые лесные почвы	Контроль (без удобрений)	407,0	81,6	1,88	-	-
	НРК на 3,5 т/га	412,3	82,1	2,85	0,97	43,9
	НРК + известкование 7 т/га	418,1	82,7	3,04	1,06	53,5
	НРК + известкование + фосфоритование 1 т/га	427,7	84,0	3,27	1,29	65,2
	НРК + известкование + фосфоритование + цеолит 0,5 т/га	430,5	84,2	3,30	1,32	66,7
НСР <sub>05</sub>				0,20		

К сожалению, сохранность растений к уборке у яровой пшеницы, как и у всех зерновых культур, весьма низкая. Кроме болезней, боронование по всходам в целях уничтожения сорных растений и почвенных капилляров (в народе после всходов боронование называют сухим поливом), обработки посевов против вредителей на контрольных вариантах стали причиной сохранности растений к всходам на уровне: от 81,6% (серо-лесные почвы) до 83,2% (выщелоченные черноземы) [16, 17].

Несмотря на объективные причины выпада растений значимость комплексного применения агрохимикатов остается весьма высокой. На варианте опыта «известкование + фосфоритование + внесение цеолита + применение NPK» на выщелоченных черноземах выживаемость яровой пшеницы возрастает до 37,8 тыс. шт./га по сравнению с контролем, на темно-серых почвах – 23,9 и на серых лесных почвах – 23,5 тыс. шт./га.

Формирование плотного стеблестоя обеспечивало получение рекордно высокой как биологической и бункерной, так и фактической урожайности.

Прежде чем приступить к анализу данных таблицы 2 следует отметить превышение фактической урожайности на вариантах с известкованием, фосфоритованием, внесением цеолита и применением расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность 3,5 т/га зерна яровой пшеницы. На выщелоченных черноземах вместо планируемой урожайности 3,5 т/га было получено 3,89 т/га зерна, на темно-серых почвах – 3,68 т/га против 3,40 т/га на серо-лесных почвах. Во-вторых, на выщелоченных черноземах прибавка урожайности зерна яровой пшеницы Йолдыз от применения агрохимикатов как в отдельности, так и в комплексе была постоянно выше по сравнению с темно-серыми и особенно серо-лесными почвами: 3,89 т/га максимальная урожайность на черноземах против 3,68 и 3,30 т/га соответственно на темно-серых и серо-лесных почвах [18-21].

Вместе с тем, нельзя упустить из внимания низкую эффективность применения цеолита в звене севооборота: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница, так как разница в урожайности между последними двумя вариантами опыта находится в пределах ошибки опыта: на выщелоченных черноземах она составляет 0,03 т/га при НСР<sub>05</sub> 0,23 т/га; на темно-серых почвах соответственно 0,02 и 0,21; на серо-лесных почвах 0,03 и 0,20 т/га.

**Заключение.** Реакция яровой пшеницы на применение агрохимикатов на выщелоченных черноземах Республики Татарстан более высокая по сравнению с серо-лесными почвами. Под действием агроメリорантов и расчетных норм минеральных удобрений возрастает устойчивость растений к болезням, формируется более плотный стеблестой и в итоге валовой сбор зерна яровой пшеницы составляет 3,89 т/га, что выше на 0,59 т/га по сравнению с урожайностью на серых лесных почвах с внесением этих же агрохимикатов. В связи с этим, в

целях получения максимальной отдачи от известкования, фосфоритования и применения расчетных норм минеральных удобрений следует отдавать предпочтение выщелоченным черноземам и темно-серым почвам Республики Татарстан. Однако такое категоричное заключение не должно стать аксиомой. По мере роста материального благосостояния субъектов Российской Федерации необходимо расширить площади известкования, фосфоритования и внесения расчетных норм минеральных удобрений не только серо-лесных, но и светло-серых лесных почв, которые в будущем должны стать базой существенного увеличения объемов производства высококачественного зерна яровой пшеницы.

### Литература

1. Алиев Ш.А. Проблемы известкования почв Республики Татарстан / Ш.А. Алиев, С.Ш. Нуриев, В.З. Шакиров. – Казань: Изд-во РИВЦ МСХП ТР, 2002. – 81 с.

2. Давлятшин И.Д. Почвенно-агрохимические параметры и урожайность яровой пшеницы в лесостепи Западного Закамья Предуральской провинции / И.Д. Давлятшин, Н.Б. Бакиров. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2010. – 358 с.

2. Кирюшин В.И. Минеральные удобрения как ключевой фактор развития сельского хозяйства и оптимизации природопользования / В.И. Кирюшин // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 3. – С. 19–25.

3. Ломако Е.И. Влияние известкования и минеральных удобрений на агрохимические свойства выщелоченного чернозема и урожай полевых культур / Е.И. Ломако, Ф.Г. Бурганов, Н.В. Ермолаева. // Плодородие почв, удобрения, урожай: Тр. ТатНИИ агрохимии и почвоведения. – Казань: ДАС, 2001. – С. 53–67.

4. Лукманов, А.А. Актуальные проблемы известкования кислых почв Республики Татарстан и пути их решения / А.А. Лукманов, С.Ш. Нуриев, Р.М. Миннулин. – Казань: Издательский центр «Арт-кафе». – 2008. – 130 с.

5. Сержанов И.М. Эффективность биологических удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях северной части лесостепи / И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов, С.Ш. Нуриев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – №11. – С. 56–65.

6. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования / В.Г. Сычев. – М.: РАН, 2019. – 325 с.

7. Чекмарев П.А. Воспроизводство плодородия – залог стабильного развития агропромышленного комплекса России / П.А. Чекмарев // Плодородие. 2018. – № 1. – С. 4-7.

8. Чекмарев П.А. Плодородие и продуктивность почв Республики Татарстан / П.А. Чекмарев, А.А. Лукманов, С.Ш. Нуриев. – Казань: Изд-во

Экспресс-формат, 2011. – 245 с.

9. Лукманова А.А. Особенность развития септориоза и изучение отзывчивости сортов яровой пшеницы к некорневым подкормкам в условиях Республики Татарстан / А.А. Лукманова, Р.И. Сафин, Ф.З. Кадырова // Современные научно-практические основы агротехнологий в сельскохозяйственном производстве: материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 23-25 апреля 2019 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 147-154.

10. Колесар В.А. Оценка влияния агроклиматических изменений на развитие болезней яровой пшеницы в Предкамье Республики Татарстан / В.А. Колесар, А.А. Зиганшин, Р.И. Сафин // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 2(50). – С. 45-47.

11. Влияние интенсивной и органической технологий возделывания на развитие корневых гнилей на яровой пшенице / В.Л. Бопп, Е.В. Савенкова, Н.А. Мистратова, Д.Н. Ступницкий // Парадигма устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях современных реалий: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию создания ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, Красноярск, 24-26 мая 2022 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 82-84.

12. Каримова Л.З. Эффективность возделывания яровой пшеницы при различных схемах питания и защиты растений / Л.З. Каримова, И.П. Таланов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 53. – С. 122-125.

13. Назаров Р.В. Эффективность предпосевной обработки семян ярового ячменя комплексными составами на основе фунгицида скарлет./ Назаров Р.В., Каримова Л.З., Сафин Р.И.// Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 9. С. 24-27.

14. Хусаинова Г.Х. Эффективность протравливания семян яровой пшеницы различными биологическими фунгицидами./ Хусаинова Г.Х., Сафин Р.И. Р.И.// В сборнике: Современные достижения аграрной науки. научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича. Казанский государственный аграрный университет. Казань, 2020. С. 484-488.

15. Медведев Н.А. Оценка влияния предпосевной обработки семян гуминовыми удобрениями и биопрепаратом на развитие растений ярового ячменя на этапе прорастания/ Медведев Н.А., Сафин Р.И.// В сборнике: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского

государственного аграрного университета. Казань, 2022. С. 165-171.

16. Валиев, А. Р. Исследование взаимодействия ротационного конического рабочего органа с почвой / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Яруллин // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 10. – С. 27-30. – EDN UQFKNP.

17. Система земледелия Республики Татарстан / А. Р. Валиев, И. Х. Габдрахманов, Р. И. Сафин, Б. Г. Зиганшин. Том Часть 3. – Казань : ООО "Центр инновационных технологий", 2014. – 280 с. – EDN GQOYHV.

18. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

19. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

20. Файзрахманов, Д. И. Проблемы развития малого и среднего предпринимательства в аграрном секторе экономики / Д. И. Файзрахманов, Ш. М. Газетдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 9. – № 1(31). – С. 38-42. – DOI 10.12737/3805. – EDN SETKUX.

21. Ширяев, Г. В. Влияние физиологически активных веществ на формирование урожая и качество зерна яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан / Г. В. Ширяев, Р. И. Сафин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 1(23). – С. 160-164. – EDN OWOPQX.

(С)Габитов Р.Х., Лукманов А.А.,Сафиоллин Ф.Н., Сочнева С.В., 2022



**Габитов Ранис Харисович, соискатель**

*e-mail: [RanisGabitov@tatar.ru](mailto:RanisGabitov@tatar.ru)*

**Лукманов Анас Ахтямович**

*доктор сельскохозяйственных наук*

*Федеральное государственное бюджетное учреждение ЦАС*

*«Татарский», г. Казань*

*e-mail: [agro-pai@mail.ru](mailto:agro-pai@mail.ru)*

**Сафиоллин Фаик Набиевич**

*доктор сельскохозяйственных наук, профессор*

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»,*

*Казань*

*e-mail: [faik1948@mail.ru](mailto:faik1948@mail.ru)*

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И АГРОМЕЛИОРАНТОВ  
НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ГИБРИДНОЙ КУКУРУЗЫ РОСС 140  
В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ  
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

**Аннотация.** В настоящей работе рассматриваются вопросы комплексного применения агромелиорантов и минеральных удобрений на выщелоченных черноземах Республики Татарстан и их влияние на урожайность зерна гибридной кукурузы Росс 140. В ходе проведения исследований установлено, что известкование и фосфоритование слабокислых выщелоченных черноземов в сочетании с внесением цеолита 0,5 т/га и минеральных удобрений обеспечивают получение 8,82 т/га зерна кукурузы, соответствующего III классу качества (кормовая кукуруза) против 5,64 т/га на контроле (без агрохимикатов).

**Ключевые слова:** кукуруза, агрохимикаты, выщелоченные черноземы, высота и плотность стеблестоя, засоренность посевов, початки и плодозлементы, урожайность.

**Gabitov Ranis Kharisovich**

*applicant*

*e-mail: [RanisGabitov@tatar.ru](mailto:RanisGabitov@tatar.ru)*

**Lukmanov Anas Akhtyamovich**

*Doctor of Agricultural Sciences*

*Federal State Budgetary Institution CAS "Tatarsky", Kazan*

*e-mail: [agro-pai@mail.ru](mailto:agro-pai@mail.ru)*

**Safiollin Faik Nabievich**

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor*

*Kazan State Agrarian University, Kazan*

*e-mail: [faik1948@mail.ru](mailto:faik1948@mail.ru)*

## THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS AND AGROMELIORANTS ON THE GRAIN YIELD OF HYBRID CORN ROSS 140 IN THE SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

**Annotation.** This paper discusses the issues of complex application of agromeliorants and mineral fertilizers on leached chernozems of the Republic of Tatarstan and their impact on grain yield of hybrid corn Ross 140. In the course of the research, it was found that the formation and phosphorization of slightly acidic leached chernozems in combination with the introduction of 0.5 t/ha zeolite and mineral fertilizers provide 8.82 t/ha of corn grain corresponding to class III quality (corn corn) versus 5.64 t/ha at the control (without agrochemicals).

**Keywords:** corn, agrochemicals, leached chernozems, stem height and density, crop weeds, cobs and fruit elements, grain yield.

**Введение.** Кукуруза в настоящее время является самой распространенной культурой в мире и по площадям возделывания уступает лишь яровой пшенице. Она относится к числу универсальных культур: из зерна кукурузы изготавливают муку, крупы, крахмал, растительное масло, вырабатывают этиловый спирт (дизельное топливо), бумагу и популярный алкогольный напиток Бурбон [1, 2, 3].

В последние годы ускоренными темпами расширяются посевные площади кормовой кукурузы, поскольку во всех регионах ее возделывания, включая Татарстан, урожайность зерна кукурузы в 2 и более раза выше по сравнению с фуражным ячменем [4, 5, 6].

Однако для получения таких высоких результатов необходимо разработать и внедрить приемы оптимизации комплексного применения агромелиорантов и минеральных удобрений, способствующих повышению ресурсного потенциала выщелоченных черноземов нашей республики, что стало целью наших исследований.

Методика и методология. Полевой опыт по изучению влияния известкования, фосфоритования, внесения цеолита и применения минеральных удобрений проводился в 2018-2022 гг. на трех типах почв – выщелоченные черноземы (СХПК «Ембулатово» Буинского), темно-серые (АПК «Продпрограмма» Мамадышского) и серо-лесные почвы (СХПК «Нур» Тетюшского района Республики Татарстан) в звене полевого севооборота: чистый пар с известкованием, фосфоритованием и внесением цеолита (2018 г.) – озимая рожь на зерно (2019 г.) – яровая пшеница (2020 г.) – ячмень на фураж (2021 г.) – кукуруза на зерно (2022 г.). В целях упрощения методики изложения результатов исследований в настоящей работе рассматривается только урожайность зерна кукурузы и только на выщелоченных черноземах.

В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру с содержанием азота 34,5%, двойной суперфосфат (49% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и

калийную соль (40% K<sub>2</sub>O). Известкование проводили известью Буинского карьера с содержанием влаги 9,4%, кальция и магния 93,5% среднего помола, которая соответствует ТУ 2015.79-016-5934001-2017. Фосфоритная мука содержала 22% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и влаги 15 процентов.

Основные запасы цеолита России (13,3%) сконцентрированы в Татарско-Шатрашанском месторождении, который широко используется в сельском хозяйстве в качестве пролонгатора минеральных удобрений и извести, так как совместное использование цеолита с известкованием и внесением минеральных удобрений увеличивает их положительное действие. Кроме того, в составе цеолита содержатся калий, кальций, натрий и комплекс микроэлементов [7, 8, 9, 10].

Методика проведения опыта была общепринятой для зерновых культур [11, 11, 11] (повторность четырехкратная, площадь отдельной делянки 108 м<sup>2</sup> (3,6х30 м), размещение вариантов опыта систематическое, учет урожая проводился сплошным комбайнированием с последующим его переводом на базисные показатели зерна кукурузы: влажность – 15%, засоренность – не более 2% (ГОСТ Р 53903-2010, кукуруза кормовая).

Погодно-климатические условия 2022 г. отличались от среднеголетних показателей обильной влагообеспеченностью начала вегетационного периода (май – 206% от нормы), июль – 62 мм (100%) и избыточными осадками в период уборки урожая (сентябрь – 120% от нормы).

Результаты и обсуждения.

Полевая всхожесть и сохранность растений к уборке. Гибрид кукурузы Росс 140 высевали во второй декаде мая с нормой посева 71,5 тыс. шт./га всхожих семян с шириной междурядий 70 см и расстоянием в рядах 20 см. Через 12 суток полноценные всходы дали от 84 до 87% посеянных семян. Из них до уборки дошли 55-60 тыс./га растений (табл. 1).

Таблица 1 – Полевая всхожесть и плотность стеблестоя перед уборкой кукурузы на зерно

Вариант опыта	Кол-во всходов, тыс. шт./га	Полевая всхожесть, %	Плотность стеблестоя перед уборкой, тыс. шт./га	Сохранность растений, % к всходам
Контроль (без агрохимикатов)	60,2	84,2	53,3	87,7
НРК на 6 т/га	60,8	85,0	54,8	90,1
Известкование 7 т/га + НРК	61,3	85,7	56,6	92,3
Известкование + фосфоритование 1 т/га + НРК	62,0	86,7	58,7	94,7
Известкование + фосфоритование + цеолит 0,5 т/га + НРК	62,5	87,4	60,8	97,3

Высокая полевая всхожесть и выживаемость кукурузы объясняется исключительно благоприятными агрометеорологическими условиями 2022 года. Майские осадки, превышающие в 2 раза среднеголетние показатели, осадки 61,61 мм в июле (в фазе выбрасывания метелки и формирования метелок) в сочетании с высокими термическими ресурсами обеспечили сохранность растений от 87,7 до 97,3% к всходам. Даже в столь благоприятных условиях эффективность известкования, фосфоритования и внесения цеолита в сочетании с применением азотно-фосфорно- и калийных удобрений была на 9,6% выше по сравнению с контрольным вариантом опыта.

Плодоэлементы початков. В результате слияния двух благоприятных факторов внешней среды в одном направлении (высокая обеспеченность влагой и термическими ресурсами в сочетании с оптимизацией условий питания кукурузы) в каждом растении сформировались 2 продуктивных початка с содержанием от 280,7 до 368,5 семян кукурузы (табл. 2, фото 1).

Таблица 2 – Плодоэлементы початков кукурузы по вариантам опыта

Вариант опыта	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Кол-во семян, шт./початка	Масса семян, г/початка	Масса 1000 семян, г
Контроль (без агрохимикатов)	11,2	3,1	280,7	60,5	215,7
НРК на 6 т/га зерна	12,1	3,6	325,3	71,2	218,9
Известкование 7 т/га + НРК	14,3	3,8	344,8	76,1	220,6
Известкование + фосфоритование 1 т/га + НРК	15,5	4,2	360,4	80,2	222,5
Известкование + фосфоритование + цеолит 0,5 т/га + НРК	16,4	4,4	368,5	82,1	222,8



Фото 1. Определение плодозэлементов початка кукурузы

Разница в пользу последнего варианта опыта (комплексное применение трех агроулучшителей и минеральных удобрений) по сравнению с контролем (без агрохимикатов) составила:

- по длине початка 5,2 см;
- по диаметру початка 1,3 см;
- по количеству семян в каждом початке 87,8 шт.;
- по массе семян с каждого початка 21,6 г;
- по массе 1000 семян 7,1 г.

Таким образом, известкование, фосфоритование, внесение цеолита и применение расчетных норм минеральных удобрений на выщелоченных черноземах Республики Татарстан увеличивают параметры початка гибридной кукурузы Росс 140.

Урожайность зерна кукурузы. Формирование плотного высокорослого кукурузного агроценоза с крупными 2-мя початками с содержанием от 280,5 до 368,5 шт. семян с массой от 60,5 до 82,1 г обеспечило получение рекордно высокой урожайности зерна изучаемой культуры (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность зерна гибридной кукурузы Росс 140 в зависимости от комплексного применения агрохимикатов на выщелоченных черноземах Республики Татарстан

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль (без агрохимикатов)	5,64	-	-
НРК на 6 т/га зерна	6,80	1,16	20,6
Известкование 7 т/га + НРК	7,65	2,01	35,6
Известкование + фосфоритование 1 т/га + НРК	8,34	2,70	47,9
Известкование + фосфоритование + цеолит 0,5 т/га + НРК	8,82	3,18	56,4
НСР <sub>05</sub>	0,31		

Например, на контрольном варианте опыта (без агрохимикатов) естественное плодородие выщелоченного чернозема при достаточной влагообеспеченности и наличия термических ресурсов обеспечивало получение 5,64 т/га зерна кукурузы. За счет внесения минеральных удобрений фактический валовой сбор зерна превысил расчетный на 0,8 т/га с прибавкой к контролю 20,6 процента. Однако самая высокая урожайность (8,82 т/га) была получена на варианте опыта с известкованием, фосфоритованием, внесением цеолита и применением НРК на планируемую урожайность 6 т/га, что превышает контроль на 56,4 процента.

Закключение. В целях повышения ресурсного потенциала выщелоченных черноземов Республики Татарстан более чем в 1,5 раза известкование слабокислых почв необходимо сопровождать с фосфоритованием, внесением цеолита и применением расчетных норм минеральных удобрений на планируемую урожайность зерна кукурузы на 6 т/га.

### Литература

1. Алиев Ш.А. Проблемы известкования почв Республики Татарстан / Ш.А. Алиев, С.Ш. Нуриев, В.З. Шакиров. – Казань: Изд-во РИВЦ МСХП ТР, 2002. – 81 с.
2. Иванов А.Л. Почвенные ресурсы и биологический потенциал в системе мер адаптации сельского хозяйства России к природно-климатическим изменениям / А.Л. Иванов // Плодородие. – 2018. – № 1. – С. 42–47.
3. Ивойлов А.В. Влияние известкования и минеральных удобрений на продуктивность зернопропашного севооборота и плодородие выщелоченного чернозема: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.В. Ивойлов. – М., 1988. – 20 с.
4. Кирюшин В.И. Минеральные удобрения как ключевой фактор развития сельского хозяйства и оптимизации природопользования / В.И.

Кирюшин // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 3. – С. 19–25.

5. Ломако Е.И. Влияние известкования и минеральных удобрений на агрохимические свойства выщелоченного чернозема и урожай полевых культур / Е.И. Ломако, Ф.Г. Бурганов, Н.В. Ермолаева. // Плодородие почв, удобрения, урожай : Тр. ТатНИИ агрохимии и почвоведения. – Казань: ДАС, 2001. – С. 53–67.

6. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования / В.Г. Сычев. – М.: РАН, 2019. – 325 с.

7. Чекмарев П.А. Воспроизводство плодородия – залог стабильного развития агропромышленного комплекса России / П.А. Чекмарев // Плодородие. 2018. – № 1. – С. 4–7.

8. Чекмарев П.А. Плодородие и продуктивность почв Республики Татарстан / П.А. Чекмарев, А.А. Лукманов, С.Ш. Нуриев. – Казань: Изд-во Экспресс-формат, 2011. – 245 с.

9. Шафран С.А. Значение комплексного агрохимического окультуривания почв в повышении эффективности применения азотных удобрений / С.А. Шафран, Т.М. Духанина // Агрохимия. – 2017. – № 11. – С. 21–30.

10. Агиева Г.Н. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве. / Агиева Г.Н., Нижегородцева Л.С., Диабанкана Р.Ж.К., Абрамова А.А., Сафин Р.И., Хисматуллин М.М. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 4 (60). С. 5-9.

11. Михайлова М.Ю. Приемы и тенденции возделывания кукурузы на кормовые цели в регионах Российской Федерации / М.Ю. Михайлова // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2022. – № 1. – С. 18-21. – DOI 10.12737/-2022-1-1-18-21.

12. Кукуруза: технология выращивания, консервирования, хранения, переработки и использования в молочном скотоводстве РТ / Ш.К. Шакиров, О.Л. Шайтанов, Н.Н. Хазипов [и др.]. – Казань: ООО "Центр инновационных технологий", 2017. – 104 с. – ISBN 978-5-93962-851-8.

13. Михайлова М.Ю. Выбор гибридов кукурузы в условиях Республики Татарстан / М.Ю. Михайлова // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28-29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 413-420

(С) Габитов Р.Х., Лукманов А.А., Сафиоллин Ф.Н., 2022

**Галаветдинов Салават Маратович**

Аспирант

Казанский государственный аграрный университет Казань

[galay005@mail.ru](mailto:galay005@mail.ru)

**Гилязов Миннегали Юсупович**

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Казанский государственный аграрный университет Казань

[mingilyazov@yandex.ru](mailto:mingilyazov@yandex.ru)

**Лукманов Анас Ахтямович**

Доктор биологических наук

ФГБУ ЦАС «Татарский», Казань

[agrohim\\_16\\_1@mail.ru](mailto:agrohim_16_1@mail.ru)

## УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСНОВНЫХ ПОДКОРМОК И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЛИСТОВЫХ ПОДКОРМОК ПО ФАЗАМ РАЗВИТИЯ

**Аннотация.** В статье рассмотрено влияния макро- и микроудобрений на урожайность яровой пшеницы в условиях светло-серой лесной почвы Предкамья Республики Татарстан. В качестве источника микроэлементов испытано жидкое комплексное микроудобрение «Биополимик», использованное для листовых подкормок в разные фазы развития растений и предпосевной обработки семян пшеницы. Установлено, что наибольшее действие на урожайность яровой пшеницы оказали погодные условия и внесение полной нормы макроудобрений, рассчитанной для получения запланированной урожайности (4,0 т/га). Использование жидкого комплексного микроудобрения «Биополимик» в виде листовых подкормок или предпосевной обработки семян, в зависимости от влагообеспеченности вегетационного периода, позволили дополнительно получать от 0,20-0,30 до 0,33-0,52 т/га зерна.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, светло-серая лесная почва, листовая подкормка, макроудобрения (NPK), микроудобрение «Биополимик», урожайность.

**Galavetdinov Salavat Maratovich**

Graduate student

Kazan State Agrarian University Kazan

[galay005@mail.ru](mailto:galay005@mail.ru)

**Gilyazov Minnegali Yusupovich**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Kazan State Agrarian University Kazan

[mingilyazov@yandex.ru](mailto:mingilyazov@yandex.ru)

**Lukmanov Anas Akhtyamovich**

Doctor of Biological Sciences

FGBU CAS "Tatarsky", Kazan



**Annotation.** The article considers the effects of macro- and micro-fertilizers on the yield of spring wheat in the conditions of light gray forest soil of the Ancestral region of the Republic of Tatarstan. As a source of trace elements, a liquid complex micro-fertilizer "Biopolymic" was tested, used for leaf fertilizing in different phases of plant development and pre-sowing treatment of wheat seeds. It was found that the greatest effect on the yield of spring wheat was caused by weather conditions and the introduction of the full rate of macro fertilizers calculated to obtain the planned yield (3.5 t/ha). The use of liquid complex micro-fertilizer "Biopolymic" in the form of leaf fertilizing or pre-sowing seed treatment, depending on the moisture availability of the growing season, allowed to additionally obtain from 0.11-0.19 to 0.33-0.46 t/ha of grain.

**Key words:** spring wheat, light gray forest soil, leaf fertilization, macro fertilizers (NRK), micro fertilizer "Biopolymic", yield.

Одним из факторов, обуславливающих повышение эффективности удобрений, является применение микроэлементов, значение которых по мере повышения урожайности сельскохозяйственных культур возрастает. Микроэлементы ускоряют развитие растений, участвуют в процессе оплодотворения и плодообразования, синтезе и передвижении углеводов, в белковом и углеводном обмене веществ, повышают засухоустойчивость и жароустойчивость, устойчивость растений к заболеваниям. [1].

Систематическое применение минеральных удобрений, увеличивает вынос основных элементов питания, приводит постепенно к снижению содержания микроэлементов в почве. Все это указывает на необходимость научно обоснованного их применения. [2-3].

Пшеница с самых древних времен и до настоящего времени является основной культурой. В зерновом производстве удельный вес яровой пшеницы очень велик. [4-6].

Яровая пшеница наиболее требовательна к условиям питания и произрастания, чем другие яровые зерновые культуры. Урожайность яровой пшеницы [7-10] в значительной мере зависит от погодных условий в период от посева до появления всходов. [11-13].

По мнению ряда исследователей, наиболее рациональным способом внесения микроудобрений являются некорневые подкормки [14-19].

На почвах с низким содержанием микроэлементов внесение микроудобрений может существенно повысить урожайность сельскохозяйственных культур. При использовании микроудобрений существенно улучшается и качество продукции, так как они положительно влияют на накопление белков и углеводов. Микроэлементный состав сельскохозяйственной продукции – важный показатель ее биологической ценности. Отклонения в содержании микроэлементов от оптимального в

сторону уменьшения или увеличения имеют прямое отношение к проблеме здоровья человека и животных.

Главной целью наших исследований является, применение микроудобрений через листовую подкормку на фоне макроудобрений на серых лесных почвах.

Исследования проводили на территории «ООО ТатНИИСХ Лаишевского муниципального района Республики Татарстан (РТ). Почва опытных участков – серая лесная, которая широко распространена в предкамской зоне РТ [22]. Почвы характеризовались следующими агрохимическими свойствами: содержание гумуса – 4,6 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 153 и 145 мг/кг, величина рН<sub>KCl</sub> – 5,9. Обеспеченность почв подвижными формами большинства микроэлементов (В, Мо, Мп, Со, Zn, Cu) - средняя.

Возделываемая культура - яровая пшеница сорта «Йолдыз», семена которой характеризовались следующими параметрами: лабораторная всхожесть 87 %, масса 1000 семян – 40-41 г, чистота - 100 %. Норма высева составила 5,5 млн. шт./га всхожих семян, глубина заделки – 4-5 см. Посев в 2022 г. был проведен 10 мая

Нормы минеральных удобрений, определенные расчетно-балансовым методом для получения 4,0 т/га зерна, составили N143P109K69. Азофоску (16:16:16) вносили весной под культивацию, аммофос (11:46:0) – при посеве из расчета 50 кг/га, аммиачную селитру в виде корневой подкормки в фазу кущения. Для предпосевной обработки семян и листовой подкормки использовали удобрение «Биополимик» (комплексный), содержащий полный набор абсолютно необходимых микроэлементов (В, Мо, Мп, Cu, Со, Fe, Zn), нормы расхода которого составили 0,3 л/т (обработка семян) и 0,4 л/га (листовая подкормка). Площадь делянок 36 м<sup>2</sup>, повторность опыта четырёхкратная. Полевой эксперимент заложен по следующей схеме:

1. Контроль (без удобрений)
2. N<sub>143-159</sub>P<sub>102-109</sub>K<sub>69-76</sub> (фон)
3. Фон + «БПМ» (обработка семян)
4. Фон + «БПМ» (листовая подкормка в фазу кущения)
5. Фон + «БПМ» (листовая подкормка в фазу выхода в трубку)
6. Фон + «БПМ» (листовая подкормка в фазу колошения).

Температурный режим, относительная влажность воздуха и влажность почвы вегетационного периода 2022 г. значительно отличалась от показателей 2021 года и неблагоприятно отразились на росте и развитии яровой пшеницы месяцы июнь и август были засушливыми месяцами, осадки составили лишь 4 дня за 2 месяца. Температура воздуха в мае колебалась в пределах от 5°С до 13°С. В день посева культуры температура воздуха составляла 12°С. Первые зародыши всходов появились лишь на 11 день фазы выхода в трубку, колошения и цветения в июле проходили при колебаниях

среднемесячной температуры воздуха в диапазоне от 13°C до 23°C. Средняя температура июля составила 19,4°C, что выше нормы на 1,3°C, при влажности воздуха в пределах от 36 до 83 %. Фазы молочной, восковой и полной спелости культуры проходили при температуре от 15 до 25°C при влажности воздуха 10-31 %. Уборку урожая повели в августе при среднедневной температуре 24°C и влажности воздуха 22 %.

Температурный режим отличается от температурного режима 2021 года и наилучшим образом отражается на высоких урожаях.(рис. 1).

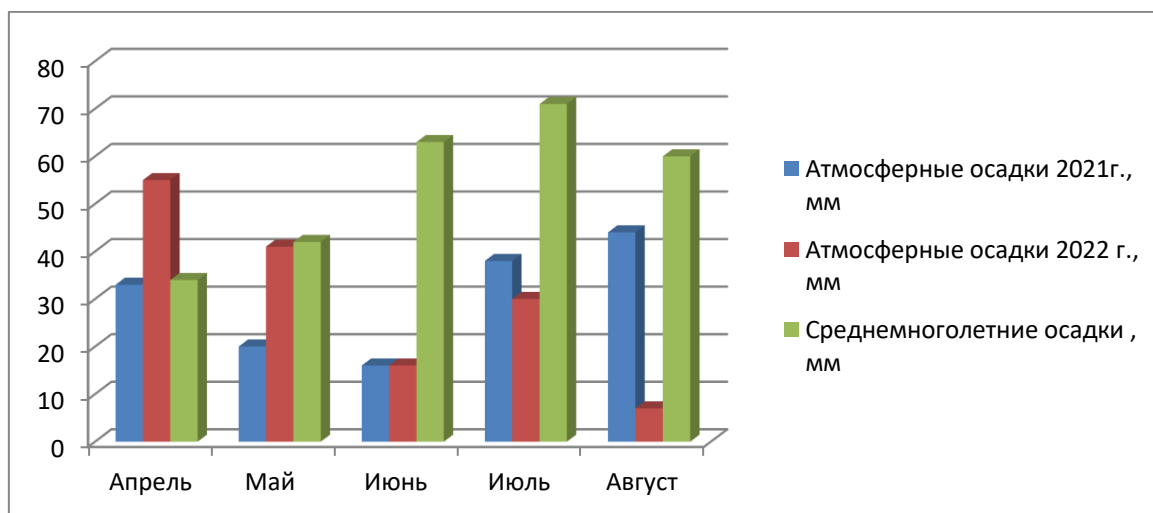
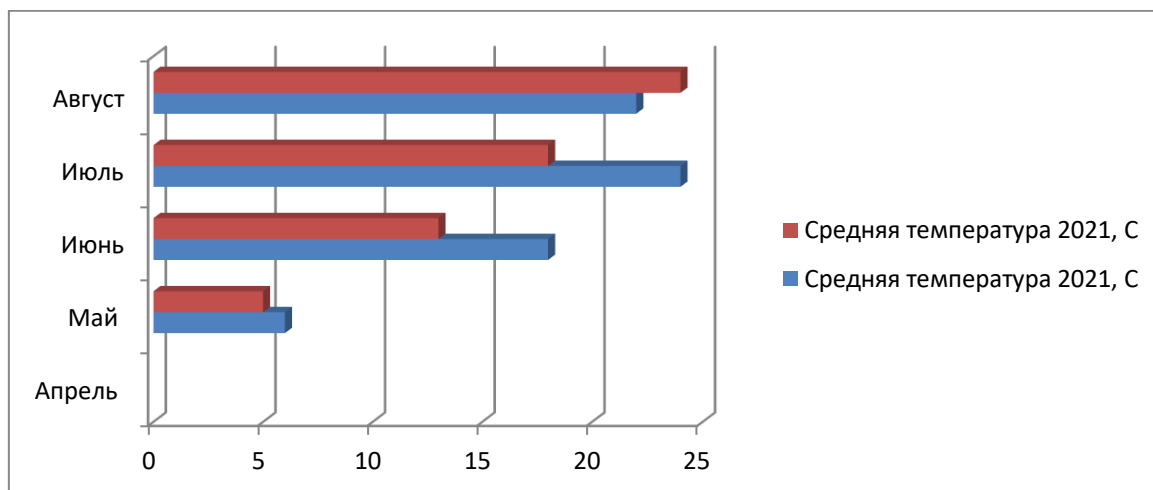


Рис. 2. Атмосферные осадки за вегетационные периоды 2020 и 2021 годов и среднемноголетние значения.

Наименьшая урожайность зерна яровой пшеницы проглядывалась на контрольном варианте без применения макро- и микроудобрений . Следует отметить, что даже в условиях недостаточной влажности результат следует считать неплохим, в основном благодаря почвенному потенциалу.

Самая низкая урожайность прослеживалась в варианте контрольном без применения макро- и микроудобрений, 2,0 т/га , самая

большая урожайность прослеживалась в варианте с полным внесением макроудобрений и применения листового питания на всех фазах развития и равнялась 3,59 т/га, что больше контрольного уровня на 52,6%.

Предпосевная обработка семян микроудобрением «Биополимик» обеспечила получение неплохую прибавку урожая зерна (0,5 т/га), что и листовые подкормки, проведенные в фазы кущения или выхода в трубку.

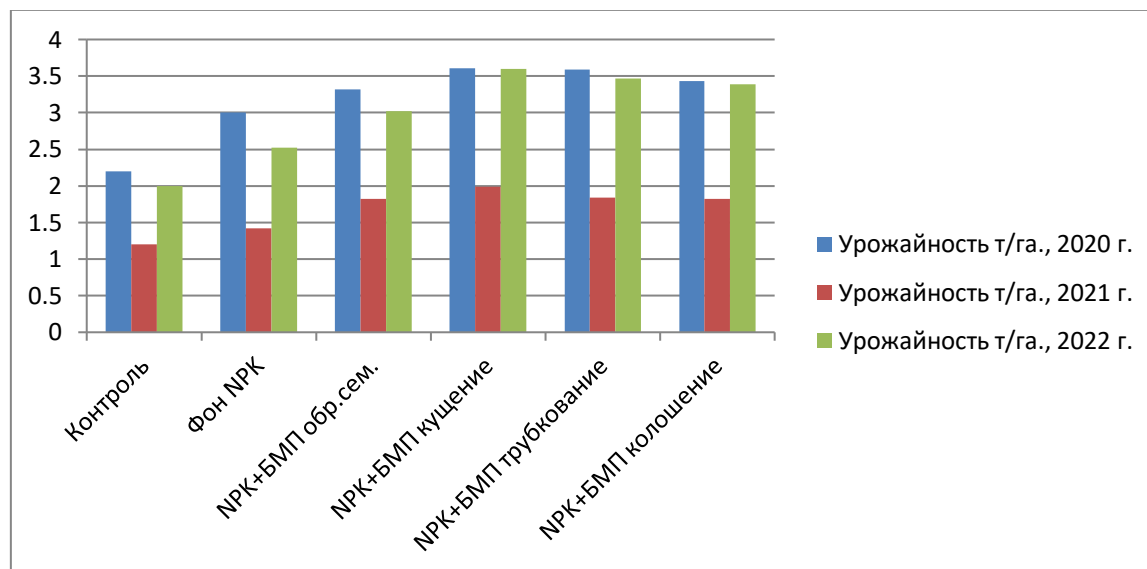


Рис. 3. Урожайность яровой пшеницы в сравнении с предыдущими годами.

Делая выводы следует отметить, что на серой лесной почве с средним содержанием гумуса и со средним содержанием макро- и микро элементов лимитирующим фактором в формировании урожая остается применение макро удобрений для запланированного урожая яровой пшеницы (4,0 т/га).

В благоприятных условиях, с достаточной влажностью, микроудобрения показали себя с хорошей стороны чем в условиях с недостатком влаги.

Листовое питание микроэлементами в составе «Биополимик» комплексе с макроэлементами обеспечило дополнительную прибавку зерна 1,8 т/га зерна. Применение листового питания в более поздние фазы развития дало одиноковый эффект.

### Литература

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20.

2. Амиров, М.Ф. Адаптивные технологии возделывания полевых культур М.Ф. Амиров, В.П. Владимиров, И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов. – Казань: Изд-во «Бриг», 2018. – 174 с.

3. Амиров, М.Ф. Агробиологические основы формирования высококачественного урожая зерна видов яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья / М.Ф. Амиров, Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов,

А.Р. Сержанова, В.В. Аксакова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № S4-1 (55). С. 5-9.

4. Шайхутдинов, Ф.Ш. Формирование стеблестоя, рост корневой системы и урожайность агроценоза полбы в зависимости от агротехнологических приемов возделывания / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, Д.К. Зиннатуллин, В.В. Аксакова// Достижение науки и техники АПК. - 2019. - Т.33. №5. – С. 21-25.

5. Амиров, М. Ф. Влияние уровня минерального питания и микроэлементов на формирование урожая яровой пшеницы / М. Ф. Амиров, Д. И. Толочков // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 5. – С. 18-20. – DOI 10.24411/0235-2451-2019-10504.

6. Галаветдинов С.М., Гилязов М.Ю., Лукманов А.А. Эффективность листовых подкормок препаратом «Биополимик» на посевах яровой пшеницы / С.М. Галаветдинов, М.Ю. Гилязов, А.А. Лукманов // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: сборник науч. трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ и 80-летию члена-корреспондента АН РТ доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ильшата Ахатовича Гайсина – Казань: Казанский ГАУ, 2021. - С. 112-116.

7. Гилязов, М.Ю. Длительное применение удобрений и продуктивность пашни / М.Ю. Гилязов, А.А. Лукманов, М.Р. Муратов. – Казань: Изд-во Казанского университета, 2016. - 220 с.

8. С. М. Галаветдинов<sup>1</sup>, А. А. Лукманов<sup>1</sup>, К. В. Владимиров<sup>1</sup>, А. А. Валиев<sup>2</sup>, И. М. Суханова<sup>1</sup>. Известкование кислых почв в Республике Татарстан. Достижения науки и техники АПК. Стр: 15-18 . doi: 10.53859/02352451\_2021\_35\_9\_15

9. Особенности листовой подкормки [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://udobreniya.net>–(дата обращения 05.11.2022).

10. Факты о листовой подкормке. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://siriusap.com/articles/58-mify-i-fakty-o-listovoi-rodkormke.html>-(дата обращения 05.11.2022).

11. Гаффарова, Л.Г. Статистические параметры морфологического строения и свойств пахотных дерново-подзолистых и серых лесных почв Привятской полосы лесостепной зоны Республики Татарстан / Л.Г. Гаффарова, И.Д. Давлятшин. – Казань: Изд-во Казанского гос. аграрного университета, 2019. - 130 с.

12. Диабанкана Р.Ж.К. Влияние применения биопрепарата на основе эндофитных бактерий на формирование урожая яровой пшеницы/ Диабанкана Р.Ж.К., Комиссаров Э.Н., Сафин Р.И.// В сборнике: Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях. Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. Казань, 2021. С. 131-136.

13. Хусаинова Г.Х. Оценка эффективности совместного применения биопрепарата и десиканта на яровой пшенице // Хусаинова Г.Х., Колесар В.А., Сафин Р.И.// В сборнике: Глобальные вызовы для

продовольственной безопасности: риски и возможности. Научные труды международной научно-практической конференции. Казань, 2021. С. 621-627.

14. Вафин И.Х. Оценка эффективности применения некорневой подкормки комплексными удобрениями на озимой пшенице. / Вафин И.Х., Сафин Р.И. // В сборнике: Современные достижения аграрной науки. научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича. Казанский государственный аграрный университет. Казань, 2020. С. 332-336.

15. Вахитова Л.З. Влияние некорневого внесения органоминерального удобрения агрис марка азоткалий на продуктивность и качество ярового ячменя /Вахитова Л.З., Каримова Л.З., Нижегородцева Л.С., Сафин Р.И.//Плодородие. 2020. № 3 (114). С. 15-17.

16. Современные почвообрабатывающие машины / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, С. М. Яхин, Д. Т. Халиуллин. – 2-е издание, исправленное. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2016. – 208 с. – EDN ZCWWKL.

17. Система земледелия Республики Татарстан / А. Р. Валиев, И. Х. Габдрахманов, Р. И. Сафин, Б. Г. Зиганшин. Том Часть 3. – Казань : ООО "Центр инновационных технологий", 2014. – 280 с. – EDN GQOYHV.

18. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

19. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AARMMW.

20. Ширяев, Г. В. Влияние физиологически активных веществ на формирование урожая и качество зерна яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан / Г. В. Ширяев, Р. И. Сафин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 1(23). – С. 160-164. – EDN OWOPQX.

© Галаветдинов С.М., Гилязов М.Ю., Лукманов А.А., 2022

**Гайфуллин Ильнур Хамзович**

*Кандидат технических наук, ст. преподаватель  
Казанский государственный аграрный университет, Казань  
Ilnur-gai@yandex.ru*

**Ганиев Алмаз Саляхутдинович**

*Кандидат биологических наук, научный сотрудник  
Казанский государственный аграрный университет, Казань*

**Халиуллина Зульфия Мусавиховна**

*Кандидат химических наук, доцент  
Казанский государственный аграрный университет, Казань  
khaliullinaz@mail.ru*

**Умнов Денис Юрьевич**

*Студент магистратуры  
Казанский государственный аграрный университет, Казань*

**Галиаскаров Ильдар Аскарлович**

*Студент магистратуры  
Казанский государственный аграрный университет, Казань*

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ КУРИНОГО ПОМЕТА**

**Аннотация.** В статье рассматриваются различные способы утилизации навоза. Приводится оценка эффективности применения органических удобрений на основе куриного помета.

**Ключевые слова:** куриный помет, удобрение, навоз, сельское хозяйство, экология.

**Gayfullin Kh. Ilnur**

*Candidate of Technical Sciences, senior lecturer  
Kazan State Agrarian University, Kazan  
ilnur-gai@yandex.ru*

**Ganiev S. Almaz**

*Candidate of Biological Sciences, Researcher  
Kazan State Agrarian University, Kazan*

**Khaliullina M. Zulfiya**

*Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor  
Kazan State Agrarian University, Kazan  
khaliullinaz@mail.ru*

**Umnov Y. Denis**

*Master  
Kazan State Agrarian University, Kazan*

**Galiaskarov A. Ildar**

*Master*

## **COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF ORGANIC FERTILIZERS BASED ON CHICKEN MANURE**

**Abstract.** The article discusses various methods of manure disposal. An assessment of the effectiveness of the use of organic fertilizers based on chicken manure is given.

**Keywords:** chicken manure, fertilizer, manure, agriculture, ecology.

Республика Татарстан один из сильнейших экономических регионов Российской Федерации. Основным источником экономики является сельское хозяйство. Доля Республики в сельскохозяйственном производстве России составляет до 7%. Дальнейшее развитие агропромышленного комплекса остается одним из главных стратегических приоритетов социально-экономической политики Республики Татарстан [1,2,3].

Когда сельское хозяйство ведется традиционным способом, образуется немало отходов животноводства и птицеводства. Сегодня, когда в животноводстве используются интенсивные технологии, жидкие и твердые отходы образуются в больших количествах. Проблема переработки и утилизации крупного рогатого скота (крупного рогатого скота), свиного навоза, птичьего помета, отходов убоя животных весьма характерна для крупного животноводства. Например, ежегодно утилизируется 96 тыс. тонн куриного помета Холдингом Агросила «Челны-Бройллер» Республики Татарстан. Поэтому, проблема переработки отходов птицефабрик, одна из важнейших задач производителей [4,5,6].

В настоящее время имеется множество технологий переработки и использования куриного помета. Помет по составу – сложная полидисперсная масса, включающая в состав твердые, жидкие и газообразные вещества. Существующие в избытке технологии вызывают разноплановые мнения среди научных кругов и практиков о применении куриного помета. Из - за способности помета повышать содержание гумуса в почве, существенно улучшать ее физико-химические свойства, ученые придерживаются мнения, что наиболее целесообразно использовать помет после переработки в качестве удобрения [7,8,9].

Технология длительного выдерживания наиболее широко распространена среди российских птицеводческих предприятий в связи своей малой ресурсозатратности. Наличие двух и более секций в данной технологии позволяет совмещать в себе процессы выдерживания с процедурой карантинирования. Наиболее важным техническим требованием, предъявляемым в их возведении, является наличие твердого гидроизоляционного покрытия на днище и откосах хранилищ.



Этапы технологии переработки помета способом длительного выдерживания с последующим внесением полученного органического удобрения жидким или твердом виде в почву представлены на рисунке 1 [10,11,12].

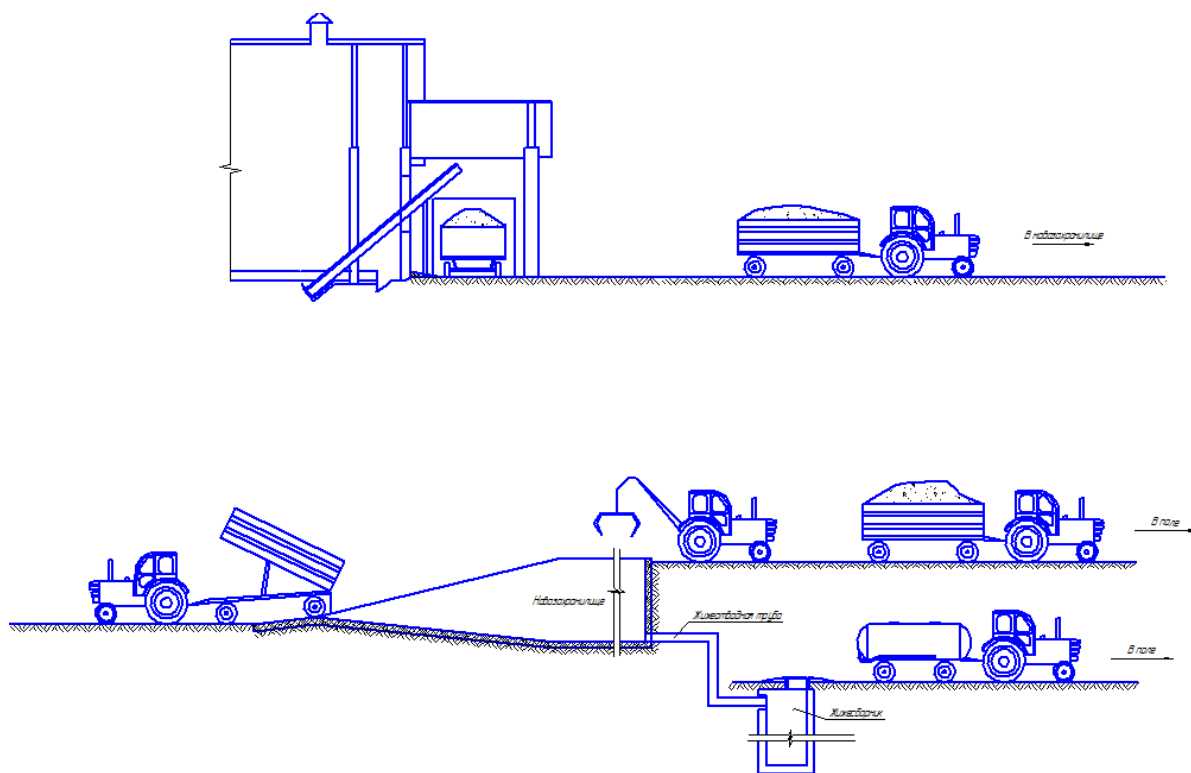


Рис. 1. Этапы технологии переработки помета

Компостирование в буртах можно проводить на площадках под навесами и открытых полигонах. Сформированные насыпи регулярно ворочают фронтальным погрузчиком или специальной переворачивающей машиной. Во время переворачивания воздух направляется к слежавшимся участкам мульчи, влага испаряется, а масса ослабевает, чтобы воздух мог лучше проходить. Сооружение буртов требует много места [13,14,15]. Для производства экологически чистого органического удобрения в буртах авторами совершенствуются конструкции воздухоподачи, рыхления буртов. Преимуществами данной технологии являются применимость к широкому диапазону перерабатываемого помета и простота конструкции, которая не требует квалификации задействованного персонала. Из недостатков следует отметить длительные сроки переработки (не менее 2-3 месяцев), эмиссию азота (до 27%), а также риск утечки загрязненных стоков в дождливый период и весенних паводков [16]. Компостирование - это микробный процесс, происходящий посредством деятельности сообщества микроорганизмов различных групп, таких как, бактерий, актиномицетов, грибов (включая дрожжи, грибы), водорослей, вирусов, простейших, мезофауны (многоножки, клещи, хвосты) [17]. Применение бактериальных добавок

сокращает время компостирования за счет активизации, увеличения численности данных групп.

Аэробное компостирование приводит к уменьшению объема захоронения органики и выделению в атмосферу значительного объема углекислого газа при поглощении из атмосферы кислорода, необходимого для процесса. При этом данная технология требует значительных затрат и имеет отрицательный энергетический баланс (в процессе переработки затрачивается энергия, а не выделяется) [18].

Для агропромышленного комплекса Республики Татарстан наиболее выгодной альтернативой ископаемым ресурсам являются проекты на основе биогазовых технологий, которые позволяют одновременно решать три задачи - энергетическую, экологическую и агрохимическую, помогая эффективно утилизировать отходы сельского хозяйства, особенно животноводства и птицеводства [19-22].

Существует несколько типов технологий переработки отходов для получения различных типов перерабатываемых материалов, но ни одна из них не может превзойти технологию извлечения биогаза из навоза или органических отходов. Технологический процесс извлечения биогаза из органических отходов не только устраняет проблему, но и дает возможность применять отходы повторно, которые используются в качестве высокоэффективного органического удобрения. Поэтому во многих странах, в том числе в нефтедобывающих, активное использование навоза в качестве возобновляемого источника энергии в настоящее время считается одним из приоритетов в энергетической отрасли. Примерами этого являются программы производства альтернативной энергии в Германии, Франции, Дании, Швеции, США, Китайской Народной Республике, Индии, Японии и т. д. [1-3, 9]. Из всех стран необходимо выделить Китай как страну с социалистической рыночной экономикой. Здесь первые биогазовые комплексы были установлены на богатых фермах еще в 40-х годах прошлого века [20].

Большинство авторов склоняется к мнению, что навоз, в первую очередь, должен перерабатываться в удобрения для восполнения дефицита биогенных веществ. По способам реализации утилизации на сегодняшний день, как показали литературные данные, накоплен немалый опыт. Помет может перерабатываться различными путями. При этом из множества вариантов переработки предпочтение отдается таким, которые менее ресурсоемкие и сводят к минимуму вероятность деградации окружающей среды. Литературные источники свидетельствуют о наличии интереса к поиску подходящих, экономически выгодных биологически активных добавок, которые возможно применить в утилизации отходов [21].

Для оценки эффективности куриного помета сделан анализ токсикологических характеристик образцов. В таблице 1 приведены результаты исследования токсичности.

Таблица 1 – Сравнение изменения токсических свойств куриного помета

Эксперименты	Токсичность, (Kp <sub>10</sub> )*			
	Начальная		После переработки в биогазовой установке	
	P. caudatum	C. affinis	P. caudatum	C. affinis
Куриный помет				
Образец №1	50	250	33	46
Образец №2			29	44

Анализ показал, что переработка куриного помета на биогазовой установке к концу цикла ферментации снижает токсичность исследуемых образцов.

Выводы. Проведенные исследования позволили получить следующие результаты: определены факторы, оказывающие наибольшее влияние на жизнеспособность штаммов микроорганизмов в биопрепаратах (температура субстрата, токсичность, конструктивные особенности малообъемной биогазовой установки).

### Литература

1. Ibyatov R. I. Mathematical modeling of the grain trajectory in the workspace of the sheller with rotating decks / R. I. Ibyatov, A. V. Dmitriev, B. G. Ziganshin [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00093.

2. Валиев А. Р. Технические средства для раздачи кормов на фермах крупного рогатого скота: учебное пособие / А. Р. Валиев, Ю. Х. Шогенов, Б. Г. Зиганшин [и др.]. – Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2020. – 188 с.

3. Гайфуллин, И. Х. Утилизация навоза на животноводческих предприятиях / И. Х. Гайфуллин, Б. Г. Зиганшин, Б. Л. Иванов // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвящённой 100 - летию Казанского ГАУ. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 204-210.

4. Зиганшин, Б. Г. Математическое моделирование и экспериментальные исследования газификации отходов птицеводства / Б. Г. Зиганшин, И. Х. Гайфуллин, Н. Н. Фахреев // Техника и технологии в животноводстве. – 2022. – № 3(47). – С. 78-84. – DOI 10.51794/27132064-2022-3-78. – EDN AGFWWX.

5. Иванов, Б. Л. Интенсификация очистки газовых выбросов вихревыми аппаратами / Б. Л. Иванов, Б. Г. Зиганшин // Агроинженерная наука XXI века: Научные труды Всероссийской (национальной) научно-

практической конференции, посвящённой 100 - летию Казанского ГАУ. – Казань: Казанский ГАУ, 2022. – С. 35-41. – EDN HWDXHW.

6. Assessment criteria of competence formation of organizers in the educational process of the agrarian university in the field of using information and communication technology / E. R. Gazizov, A. R. Gazizov, N. G. Kiseleva, A. N. Zinnatullina // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00064.

7. Зиннатуллина, А. Н. Моделирование процесса загрязнения при фильтрации воды под гидросооружением / А. Н. Зиннатуллина, М. Н. Шамсиев, Р. И. Ибяттов // Математическое моделирование. – 2014. – Т. 26. – № 10. – С. 120-126.

8. Зиннатуллина, А. Н. Численное моделирование процесса распространения загрязнения под гидросооружением / А. Н. Зиннатуллина, М. Н. Шамсиев, Е. Г. Шешуков // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 1. – С. 257-259.

9. Рахматуллина, Р. Г. Изучение процессов релаксации синдиотактического 1,2-полибутадиена / Р. Г. Рахматуллина, А. И. Гарайшин, А. Р. Маскова // Проблемы строительного комплекса России: Материалы XXV Всероссийской научно-технической конференции, Уфа, 31 марта 2021 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной б. – 2021. – С. 12-15.

10. Нуруллин, Э. Г. Исследование скорости взаимодействия семян подсолнечника с рабочей поверхностью конфузора пневмомеханической семенорушки / Э. Г. Нуруллин, Д. Т. Халиуллин, Э. Э. Нуруллин // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 23. – С. 109-112.

11. Обоснование и определение параметров бороздообразователя картофелесажалки / М. Н. Калимуллин, Д. Т. Халиуллин, И. Х. Гайфуллин, Р. Р. Хамитов // Вестник Казанского ГАУ. – 2022. – Т. 17. – № 3(67). – С. 84-89.

12. Использование куриного помета при возделывании озимой пшеницы / А. С. Ганиев, Ф. С. Сибгатуллин, З. М. Халиуллина [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 10(137). – С. 38-47.

13. Проблема утилизации куриного помета с использованием биохимических препаратов / А. С. Ганиев, З. М. Халиуллина, Р. Р. Ахметзянова, И. Х. Гайфуллин // Циркулярная экономика в сельском хозяйстве: международный опыт для Республики Татарстан: Сборник трудов по материалам круглого стола в рамках итоговой коллегии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан. – Казанский ГАУ, 2022. – С. 63-72.

14. Халиуллин, Д. Т. Разработка конструкции и обоснование параметров обрушивателя семян подсолнечника пневмомеханического типа: специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации

сельского хозяйства": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Д. Т. Халиуллин. – Уфа, 2011. – 194 с.

15. Халиуллин, Д. Т. Теоретическое обоснование некоторых параметров семенорушки пневмомеханического типа / Д. Т. Халиуллин, Р. Р. Лукманов // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 11-3. – С. 516-519.

16. Халиуллин, Д. Т. Функциональная схема семенорушки пневмомеханического типа / Д. Т. Халиуллин, Л. Х. Халиуллина // *Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: труды международной научно-практической конференции*. – Казань: Казанский ГАУ, 2015. – С. 136-139.

17. Халиуллин, Д. Т. Шелушение семян подсолнечника / Д. Т. Халиуллин // *Сельский механизатор*. – 2009. – № 8. – С. 10.

18. Шайхутдинов, Э. И. Обзор существующих конструкции грануляторов концентрированных кормов / Э. И. Шайхутдинов, Д. Т. Халиуллин, И. Р. Нафиков // *Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды II международной научно-практической конференции*. Научное издание. Посвящается памяти д.т.н., профессора Волкова И. Е. – Казань: Казанский ГАУ, 2017. – С. 90-96.

19. Гайфуллин, И. Х. Малогабаритная биогазовая установка анаэробного сбраживания органических отходов / И. Х. Гайфуллин // *Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ*. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 221-227.

20. Перспективность применения различных коммерческих препаратов для ускорения процесса "созревания" куриного помета / Ф. С. Сибатуллин, З. М. Халиуллина, А. М. Петров, К. О. Синяшин // *Вестник Казанского ГАУ*. – 2019. – Т. 14. – № 1(52). – С. 53-57.

21. Валиев, А. Р. Исследование взаимодействия ротационного конического рабочего органа с почвой / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Яруллин // *Техника и оборудование для села*. – 2015. – № 10. – С. 27-30. – EDN UQFKNP.

22. Ширяев, Г. В. Влияние физиологически активных веществ на формирование урожая и качество зерна яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан / Г. В. Ширяев, Р. И. Сафин // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. – 2012. – Т. 7. – № 1(23). – С. 160-164. – EDN OWOPQX.

© Гайфуллин И.Х., Ганиев А.С., Халиуллина З.М.,  
Умнов Д.Ю., Галиаскаров И.А., 2022

УДК 664.64; 664.644.9

**Ганиев Алмаз Саляхутдинович**

*Кандидат биологических наук, научный сотрудник  
Казанский государственный аграрный университет, Казань*

**Халиуллина Зульфия Мусавиховна**

*Кандидат химических наук, доцент  
Казанский государственный аграрный университет, Казань  
khaliullinaz@mail.ru*

**Гайфуллин Ильнур Хамзович**

*Кандидат технических наук, ст. преподаватель  
Казанский государственный аграрный университет, Казань  
ilnur-gai@yandex.ru*

**Щелчкова Арина Алексеена**

*Магистр  
Казанский национальный исследовательский технологический  
университет, Казань  
arina\_lives@mail.ru*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕПАРАТА «МЕФОСФОН» ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХЛЕБОБУЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ**

**Аннотация:** В статье отражены результаты качественной оценки хлебобулочной продукции, выработанной из органически чистого зерна озимой пшеницы. Полученный урожай был выращен в условиях ОАО «Агрофирмы «Ак Барс-Пестрецы» Республики Татарстан. В выполненной работе применялся бесподстилочный куриный помет птицефабрики «Яратель» филиала ООО «Птицеводческого комплекса «Ак Барс». Для снижения класса опасности куриного помета использовался препарат «Мефосфон», с помощью которого было получено органическое удобрение «Улучшитель почв (УП-1)». Использование препарата «Мефосфон» позволило сократить процесс ферментации куриного помета, положительно повлияло на рост и развитие озимой пшеницы, а также повысило качество хлебопекарной муки. Выработанные образцы хлеба контрольной и опытной группы по всем органолептическим показателям соответствовали требованиям ГОСТ Р 58233-2018 «Хлеб из пшеничной муки. Технические условия».

**Ключевые слова:** бесподстилочный куриный помет, Мефосфон, пшеничная мука, органическая хлебобулочная продукция.

**Ganiev S. Almaz**

*Candidate of Biological Sciences, Researcher  
Kazan State Agrarian University, Kazan*

**Khaliullina M. Zulfiya**

*Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor Kazan*

*khaliullinaz@mail.ru*

**Gayfullin Kh. Ilnur**

*Candidate of Technical Sciences, senior lecturer*

*Kazan State Agrarian University, Kazan*

*ilnur-gai@yandex.ru*

**Schelchkova A. Arina**

*master*

*Kazan National Research Technological University, Kazan*

*arina\_lives@mail.ru*

## **USE OF THE DRUG "MEPHOSPHONE" FOR GROWING ORGANIC BAKERY PRODUCTS**

**Abstract:** The article reflects the results of a qualitative assessment of bakery products made from organically pure grain of winter wheat. The resulting crop was grown in the conditions of OJSC Agrofirma Ak Bars-Pestretsy of the Republic of Tatarstan. In the work performed, bedless chicken manure of the Yaratel poultry farm, a branch of Ak Bars Poultry Complex LLC, was used. To reduce the hazard class of chicken manure, the biologically active additive "Mephosphon" was used, with the help of which the organic fertilizer "Soil Improver (UP-1)" was obtained. The use of the Mephosphon drug made it possible to reduce the process of fermentation of chicken manure, had a positive effect on the growth and development of winter wheat, and also improved the quality of baking flour. The developed bread samples of the control and experimental groups for all organoleptic indicators met the requirements of GOST R 58233-2018 "Wheat flour bread. Specifications".

**Key words:** bedless chicken manure, Mephosphon, wheat flour, organic bakery products.

Производство органической продукции является популярным направлением сельского хозяйства. Выращивание зерна проводится без применения синтетических пестицидов, гербицидов и минеральных удобрений, тем самым улучшая качество будущей хлебобулочной продукции [1,2].

Переработка куриного помета является большой проблемой с экологической точки зрения. Длительный процесс ферментации куриного помета оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Использование препарата «Мефосфон» решает данную проблему. Внесение препарата в куриный помет способствует ускорению процесса ферментации и благотворно влияет на дальнейшее развитие и качество зерна [3,4]. Таким образом, внедрение органически выращенного зерна в производство хлебобулочных изделий, позволяет получить экологически чистую и полезную продукцию [5,6].

Цель работы – использовать препарат «Мефосфон» для выращивания органической хлебобулочной продукции.

**Результаты и обсуждение.** Органическое зерно, выращенное с использованием удобрения «Улучшитель почв (УП-1)», соответствовало требованиям ГОСТа 9353-2016 [7] по показателям качества: стекловидности, содержанию сырой и сухой клейковины, массовой доли белка и сухого вещества, числу падения. Более высокое качество имел образец опытной группы в сравнении с образцом контрольной группы, выращенным без использования органического удобрения «УП-1» [8,9,10]. Вследствие того, что качество урожая имело положительные результаты, было принято решение переработать полученное зерно в муку.

Помол в муку осуществлялся в ФГБУ "Центральной научно-методической ветеринарной лаборатории". Результаты муки контрольной группы были выше по сравнению с результатами муки опытной группы по показателям влажности на 0,3%, крупности помола на 0,01%, числу падения на 16 с, массовой доли золы на 0,01% (таблица 1). Качество клейковины муки опытной группы выше на 10,5 ед. ИДК, тем самым данная группа отличается лучшей хлебопекарной способностью (таблица 1) [11,12,13].

Таблица 1 - Оценка качества пшеничной муки контрольной и опытной группы

Показатель	Ед. измерения	Группа	
		Контрольный	Опытный
Белизна	усл.ед РЗ-БПЛ	40	40
Вкус		Свойственный пшеничной муке	Свойственный пшеничной муке
Влажность	%	14,3	14,0
Запах		Свойственный пшеничной муке	Свойственный пшеничной муке
Качество клейковины	ед.ИДК	47,11	57,61
Количество клейковины	%	31	31
Крупность помола	%	1,4	1,39
Цвет		Белый с желтоватым оттенком	Белый с желтоватым оттенком
Число падения	с	415	399
Массовая доля золы	%	0,64	0,63



Образец муки опытной группы соответствует требованиям муки первого сорта [14]. Таким образом, данный образец муки пригоден для производства хлебобулочной продукции.

Из полученной муки изготовили тесто. При оценке качества теста было выявлено, что образец опытной группы и образец контрольной группы имели практически одинаковые показатели. У образца опытной группы устойчивость теста была выше на 1 мин, число качества – на 46 мм в сравнении с образцом контрольной группы (таблица 2) [15,16,17].

Таблица 2 - Оценка качества теста контрольной и опытной группы

Группа	ВПС, %	Время образования теста, мин	Устойчивость теста, мин	Степень разжижения теста, с.в.	Валориметрическая оценка, %	Число качества ЧКФ, мм
Контрольный	63,0	13,6	24,0	20 10'	89	240
Опытный	62,5	13,3	25,0	25 18'	87	286

Таким образом, полученное тесто пригодно для дальнейшего производства хлебобулочной продукции.

Выпекание хлеба осуществлялось в лабораторных условиях «ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН». Органолептические показатели готового хлеба полностью соответствовали всем требованиям ГОСТ Р 58233-2018 [5]. По результатам оценки качества образцы контрольной и опытной группы имеют между собой незначительные расхождения в показателях (таблица 3) [18-21].

Таблица 3 – Оценка качества хлеба из муки озимой пшеницы

Показатель	Контрольный	Опытный
внешний вид: - форма:  - поверхность  - цвет	правильность формы с заметной выпуклой верхней коркой  поверхность гладкая без пузырей, имеются едва заметные трещины  темно-золотистый	правильность формы с заметной выпуклой верхней коркой  поверхность гладкая без пузырей, имеются едва заметные трещины  золотистый
состояние мякиша: - пропеченность  - промес  - пористость	пропеченный, эластичный, после надавливания пальцами мякиш принимает первоначальную форму без комочков и следов непромеса  поры средние, различной величины	пропеченный, эластичный, после надавливания пальцами мякиш принимает первоначальную форму без комочков и следов непромеса  поры средние, без пустот и уплотнений
вкус	выраженный, характерно хлебный	выраженный, характерно хлебный
запах	выраженный, характерно хлебный	выраженный, характерно хлебный

Данные полученные в процессе лабораторных испытаний показали:

1. Использование препарата «Мефосфон» увеличивает качество клейковины муки на 10,5 ед. ИДК, тем самым улучшая структуру хлебобулочной продукции и увеличивая ее срок годности.

2. Тесто, изготовленное из органического зерна, имело высокие показатели по устойчивости, степени разжижения и числу качества, что свидетельствует о перспективе его применения в хлебобулочном производстве.

3. По органолептическим показателям выпеченный хлеб соответствовал всем требованиям ГОСТа Р 58233-2018.

### Литература

1. Technological factors influence on the work efficiency of the feed grinder / I. M. Gomaа, I. I. Kashapov, R. R. Khaidarov [et al.] // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019): International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00233

2. Киселева, Н. Г. Моделирование объемов стволов лесных культур сосны /Н. Г. Киселева // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции, Казань. – Казань: Казанский ГАУ, 2020. – С. 416-419.

3. Киселева, Н. Г. Применение метода главных компонент к таксационным показателям древостоев / Н. Г. Киселева, Р. И. Ибяттов, С. А. Валиев // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков: Материалы научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 211-215.

4. Assessment criteria of competence formation of organizers in the educational process of the agrarian university in the field of using information and communication technology / E. R. Gazizov, A. R. Gazizov, N. G. Kiseleva, A. N. Zinnatullina // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019) : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00064.

5. Зиннатуллина, А. Н. Моделирование процесса загрязнения при фильтрации воды под гидросооружением / А. Н. Зиннатуллина, М. Н. Шамсиев, Р. И. Ибяттов // Математическое моделирование. – 2014. – Т. 26. – № 10. – С. 120-126.

6. Зиннатуллина, А. Н. Численное моделирование процесса распространения загрязнения под гидросооружением / А. Н.

Зиннатуллина, М. Н. Шамсиев, Е. Г. Шешуков // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 1. – С. 257-259.

7. Рахматуллина, Р. Г. Изучение процессов релаксации синдиотактического 1,2-полибутадиена / Р. Г. Рахматуллина, А. И. Гарайшин, А. Р. Маскова // Проблемы строительного комплекса России: Материалы XXV Всероссийской научно-технической конференции. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2021. – С. 397-401.

8. Рахматуллина, Р. Г. Явление электропроводности в полимерных пленках / Р. Г. Рахматуллина, А. Р. Маскова // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Гайнанова Х. С. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 213-219.

9. Вакуумные насосы доильных установок / Б. Г. Зиганшин, И. Н. Гаязиев, А. А. Мустафин [и др.] // Сельский механизатор. – 2013. – № 11. – С. 32-33.

10. Khaliullina, Z. The use of the Mephosphon drug to accelerate the process of biogas output and ripening of organic wastes / Z. Khaliullina, Yu. Shogenov // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020). – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00127.

11. Фокин, А. И. Пути повышения эффективности молочного производства / А. И. Фокин, Д. Т. Халиуллин, И. И. Кашапов // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 578-586.

12. Патент на полезную модель № 127837 U1 Российская Федерация, МПК F04C 25/02. Двухроторный вакуумный насос: № 2012152736/06: заявл. 06.12.2012: опубл. 10.05.2013 / Б. Г. Зиганшин, И. И. Кашапов, Р. Р. Гайнутдинов [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский ГАУ" (ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ).

13. Сибагатуллин, Ф.С. Продукты из вторичного сырья, как основа повышения урожайности сельскохозяйственных культур / Ф.С. Сибагатуллин, З.М. Халиуллина, А.М. Петров, К.О. Синяшин // В сборнике: Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры. Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье. 2019. С. 227-231.

14. Effect of Mephosphonee on methane generation in organic waste processing / I. Kh. Gaifullin, B. G. Ziganshin, I. N. Safiullin [et al.] // BIO Web of

Conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00019.

15. Study of vortex pneumatic sprayer for liquid disinfection / B. L. Ivanov, B. G. Ziganshin, A. V. Dmitriev [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00086. – DOI

16. Гайфуллин, И. Х. Малогабаритная биогазовая установка анаэробного сбраживания органических отходов / И. Х. Гайфуллин // Воспризводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. – Казань: Казанский ГАУ, 2021. – С. 221-227.

17. Гайфуллин, И. Х. Результаты экспериментальных исследований малообъемного биореактора / И. Х. Гайфуллин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Труды III международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 51-56.

18. Энергетический потенциал метанообразования при анаэробном разложении органической составляющей отходов / И. Х. Гайфуллин, Б. Г. Зиганшин, З. М. Халиуллина, Ю. Х. Шогенов // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского государственного аграрного университета. – Казань: Казанский ГАУ, 2022. – С. 67-75.

19. Применения различных коммерческих препаратов для ускорения процесса "созревания" куриного помета / Ф. С. Сибгатуллин, З. М. Халиуллина, А. М. Петров, К. О. Сияшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 1(52). – С. 53-57.

20. Валиев, А. Р. Исследование взаимодействия ротационного конического рабочего органа с почвой / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Яруллин // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 10. – С. 27-30. – EDN UQFKNP.

21. Ширяев, Г. В. Влияние физиологически активных веществ на формирование урожая и качество зерна яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан / Г. В. Ширяев, Р. И. Сафин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 1(23). – С. 160-164. – EDN OWOPQX.

© Ганиев А.С., Халиуллина З.М.,  
Гайфуллин И.Х., Щелчкова А.А., 2022

**Гараев Разиль Ильсурович**

*Кандидат сельскохозяйственных наук*

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

[\*rass112@mail.ru\*](mailto:rass112@mail.ru)

**Шайхутдинов Фарит Шарипович**

*Доктор сельскохозяйственных наук*

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

*shajxutinov1952@mail.ru*

**Сержанов Игорь Михайлович**

*Доктор сельскохозяйственных наук, доцент*

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

[\*igor.serzhanov@mail.ru\*](mailto:igor.serzhanov@mail.ru)

**Мухаметшина Адиля Раушановна**

*Аспирант*

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

*xamitova\_96@inbox.ru*

## **ВЛИЯНИЕ НОРМ ВЫСЕВА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

**Аннотация.** Увеличение урожайности, валового сбора и улучшение показателей качества зерна основной продовольственной культуры, пшеницы является одной из приведенных задач для АПК РТ. Ключевой резерв в решении этой задачи является внедрение новых интенсивных сортов и совершенствование технологии их возделывания. Эффективность отдельных приемов возделывания сельскохозяйственных культур полностью могут реализоваться при создании оптимальной густоты стояния растения, которая определяется нормой высева

Цель нашего исследования – определение оптимальной нормы высева яровой пшеницы сорта Ульяновская 105, который включен в госреестр по 7 региону в условиях серой лесной почвы Предкамья РТ. Опыты были проведены в 2019-2022 гг на полях «Агробиотехнопарка» Казанского ГАУ. Схема опыта предусматривала испытание четыре норм высева (4;5;6 и 7 млн. всхожих семян на 1 га). Опыты закладывались на

серо-лесной почве с содержанием в слое 0-2 см: гумуса ( по Тюрину) – 3,2-3,4%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 180-220 и K<sub>2</sub>O (по Кирсанову) – 132-170 мг на 1 кг почвы, рН солевой вытяжки – 5,5-5,8.

В годы исследований наивысший урожай был получен при посеве 6 млн. всхожих семян на гектар (2,94; 3,46; 1,89 т\га.) Увеличение нормы высева по годам от 4 до 7 млн. приводил к снижению содержание в зерне массовой доли клейковины на 1,6-2,1 %, стекловидности – 3,0- 7,0%, массы 1000 зерен 1,0 – 1,5 г.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, норма высева, урожайность, качество зерна.

***Garaev Razil IIsurovich***

*Candidate of Agricultural Sciences*

*Kazan State Agrarian University,*

*Kazan*

*rass112@mail.ru*

***Shaikhutdinov Farit Sharipovich***

*Doctor of Agricultural Sciences*

*Kazan State Agrarian University,*

*Kazan*

*shajxutdinov1952@mail.ru*

***Serzhanov Igor Mikhailovich***

*Doctor of Agricultural Sciences*

*Kazan State Agrarian University,*

*Kazan*

*igor.serzhanov@mail.ru .*

***Mukhametshina Adilya Raushanovna***

*Graduate student*

*Kazan State Agrarian University,*

*Kazan*

*xamitova\_96@inbox.ru*

## **INFLUENCE OF SEEDING RATES OF SPRING WHEAT ON THE YIELD AND QUALITY OF GRAIN IN THE CONDITIONS OF THE FORE-KAMA REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

**Abstract.** Increasing the yield, gross harvest and improving the quality of grain of the main food crop, wheat is one of the above tasks for the agro-industrial complex of the Republic of Tatarstan. The key reserve in solving this problem is the introduction of new intensive varieties and the improvement of their cultivation technology. The effectiveness of individual methods of

cultivating crops can be fully realized when creating an optimal density of standing vegetation, which is determined by the seeding rate.

The purpose of our study is to determine the optimal seeding rate of spring wheat of the Ulyanovsk 105 variety, which is included in the state register for the 7th region in the conditions of gray forest soil of the Kama region of the RT. The experiments were conducted in 2019-2022 in the fields of the Agrobiotechnopark of the Kazan State Agrarian University. The scheme of the experiment provided for testing four seeding rates (4;5; 6 and 7 million germinating seeds per 1 ha). The experiments were laid on gray-forest soil with a 0-2 cm content in the layer: humus (according to Tyurin) – 3.2-3.4%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 180-220 and K<sub>2</sub>O (according to Kirsanov) – 132-170 mg per 1 kg of soil, the pH of the salt extract is 5.5–5.8.

During the years of research, the highest yield was obtained when sowing 6 million germinating seeds per hectare (2.94; 3.46; 1.89 t / ha.) An increase in the seeding rate over the years from 4 to 7 million led to a decrease in the grain content of the mass fraction of gluten by 1.6-2.1%, vitreousness – 3.0-7.0%, weight of 1000 grains 1.0 – 1.5 g.

**Keywords:** spring wheat, seeding rate, productivity, grain quality.

**Введение.** Для достижения сравнительно высоких урожаев яровой пшеницы необходимы обеспечение растений в достаточном количестве элементами питания и влагой, создание оптимального стеблестоя в посевах. При этом, как показывает новейшие исследования научных учреждений в целях получения высоких результатов большое значение приобретает правильное сочетание агромероприятий. Это обусловлено как потенциальными возможностями, так и различной реакцией сорта на создаваемый агрофон [1,2,3].

Оптимальная густота стояния растений – одно из важнейших условий, определяющих продуктивность посевов. Изреженный посев исключает, возможность получения высоких урожаев, ухудшает продуктивность зерновых культур, излишне густой – вызывает снижение продуктивности отдельных колосьев и качества зерна, увеличивает опасность полегания и поражения растений болезнями и вредителями [4,5,6].

Уровень урожайности зерновых в интенсивных посевах на 50% определяется плотностью продуктивного стеблестоя, на 25% - числом зерен в колосе и на 25% - массой 1000 зерен [7,8,9].

Плотность продуктивного стеблестоя зависит от множества факторов: агроэкологических (поступления ФАР, плодородия почвы, погодных условий и т.д.); свойств культуры, сорта и их агротехники. Самый значительный среди них – норма высева, позволяющая целенаправленно изменить густоту продуктивного стеблестоя и добиться его оптимального значения в конкретных агроклиматических условиях возделывания культуры [10,11,12].

Первоначальным в выборе норм посева является учет биологических особенностей сортов, которые, как известно, обладают неодинаковой энергией кущения. Принято считать, что каждый сорт имеет свою, только ему присущую оптимальную густоту посева, которая связана с рядом биологических свойств растения: мощностью корневой системы, энергией ее развития, высотой самого растения, кустистостью, скороспелостью и т.д. однако установить ее для каждого сорта можно только опытным путем [13,14,15].

Целью исследований является установление оптимальной густоты стеблестоя яровой пшеницы при внесении удобрений в условиях Предкамья РТ.

Условия, материалы и методы.

Исследования проводились в 2019-2021 гг. на опытном поле кафедры растениеводства и плодородовоощеводства Казанского ГАУ. Испытывались нормы высева – 4,5,6 и 7 млн. всхожих семян на гектар. Опыты закладывались на серо-лесной почве с содержанием в слое 0-20 см: гумуса ( по Тюрину) – 3,2-3,4%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 180-220 и K<sub>2</sub>O (по Кирсанову) – 131-140 мг на 1000 г почвы, рН солевой вытяжки – 5,5-5,8.

Предшественником для яровой пшеницы была озимая рожь после чистого пара. Удобрения N61 P45 K45 вносились под предпосевную культивацию. Посев проводился в оптимальные сроки сплошным рядовым способом. Учетная площадь делянок – 50-60 м<sup>2</sup>, повторность опыта четырехкратная. 2021 год был острозасушливым. 2019 и 2020 достаточно увлажненными [16-20].

Определение физических признаков зерна, содержания в нем клейковины и его качества проводилось по соответствующим ГОСТам.

Учет урожая проводился методом сплошного обмолота. Урожайные данные приводились к 14% влажности и 100% чистоте.

Результаты и обсуждения. Результаты исследования показали, что с увеличением нормы высева снижается полевая всхожесть семян, биологическая стойкость растений и их продуктивность. Но снижение продуктивности растения в урожае до определенного предела компенсируется увеличением густоты продуктивного стеблестоя (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние нормы высева на урожай яровой пшеницы (т\га)

Нормы высева, млн\га	Годы			Среднее за 2019-2021 гг.		
	2019	2020	2021	Урожай, т\га	Прибавка к контролю	
					кг\га	%
4	2,66	2,80	1,32	2,26	-	100
5	2,95	3,08	1,66	2,56	300	113,3
6	3,21	3,55	1,72	2,83	570	125,2
7	3,05	3,12	1,57	2,58	320	114,1
НСР <sub>0,5</sub>	0,16	0,18	0,22			



Как видно из таблицы 1, наивысший урожай получен при высева 6 млн. всхожих семян на гектар, в 2019 году – 3,21 т\га, 2020 – 3,55 т\га. Однако в засушливом (2021) году увеличение нормы высева до 6 млн. всхожих зерен на гектар не обеспечило достоверной прибавки в урожае.

Качественные показатели зерна представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Качество зерна яровой пшеницы в зависимости от нормы высева семян.

Показатели	Среднее за 2019-2021 гг. нормы высева млн.\га			
	4	5	6	7
Вес 1000 зерен, г	37,2	36,8	36,3	35,8
Выравненность (фракции %) 2,5 х2,2 мм.	80,3	85,5	80,1	82,3
2,2х52,0 мм.	44,7	41,4	40,8	41,8
Натура, г\л	751	762	76,6	770
Стекловидность, %	63,0	64,0	66,2	66,5
Содержание белка, %	13,9	13,6	13,4	13,4
Массовая доля клейковины, %	26,6	26,2	25,8	25,4
Группа качества клейковины по ИДК	II	II	II	II

Приведенные в таблице 2 данные показывают существенные изменения качественных показателей зерна и, как правило, это наблюдалось при загущенном или изреженном посевах (4 или 7 млн.\га) и зависели от погодных условий. При загущенном посеве снижался вес 1000 зерен, стекловидность, несколько повысилась натура зерна, наблюдалась тенденция снижения белковости и содержание массовой доли клейковины, при этом качество клейковины не изменялась.

Таким образом, между нормой высева, урожаем и качеством зерна прослеживается сложная связь. В одних случаях урожай прямо коррелировал с качеством зерна, в других по отдельным показателям качества она была обратной.

#### **Выводы.**

1) В среднем за 3 года при оптимальной норме высева (6 млн.) урожайность зерна сорта Ульяновская 105 составила 2,83 т\га.

2) С увеличением норм высева семян от 4 до 7 млн.\га отмечено снижение массовой доли клейковины в зерне на 1,2%, белка на 0,5%.

## Литература

1. Амиров М.Ф. Адаптивные технологии возделывания полевых культур/ М.Ф. Амиров, В.П. Владимиров, И.М.Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов // Казань: Изд-во «Бриг», 2018., 124 с.
2. Ганиев А.М. Влияние предпосевной обработки семян Республики Татарстан / А.М. Ганиев, И.М.Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов // Зерновое хозяйство России. – 2017. - №2(50). – С.12-17.
3. Шайхутдинов Ф.Ш. Урожайность яровой мягкой пшеницы сорта Ульяновская 105 в зависимости от уровня питания и нормы высева в условиях Предкамья Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М.Сержанов, А.Р. Сержанова, Р.И. Гараев // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 357-361.
4. Габдрахманов И.Х., Сафин Р.И., Валиев А.Р. Система земледелия Республики Татарстан. Инновация на базе традиции. Ч2 Агротехнологии производства продукции растениеводства. Казань: Центр инновационных технологий, 2014. Изд. 2-е. 292 с.
5. Сержанов И.М., Шайхутдинов Ф.Ш. Яровая пшеницы в северной части лесостепи Поволжья. Казань: Изд-во «Бриг», 2013., 234 с.
6. Логинов Н.А., Сулейманов С.Р., Сафиоллин Ф.Н. Роль цифровых технологий в сохранении и повышении плодородия почв Республики Татарстан // Плодородие. 2020. № 3(144). С. 26-28.
7. Мониторинг и приемы повышения плодородия почв Республики Татарстан / С.Р. Сулейманов, Р.М. Низамов, Ф.Н. Сафиоллин и др. // Плодородия. 2020. № 3(114). С. 23-26.
8. Муратов М.Р., Гилзяев М.Ю. Корреляция урожайности зерновых и зернобобовых культур от агрохимических параметров почв погодных условий // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10 №2(36). С. 128-135.
9. Давлятшин И.Д., Гаффарова Л.Г. Агрохимические свойства светло-серых почв и урожайность озимой ржи // Агрохимический вестник. 2016. №6. С. 6-9.
10. Шайтанов О.Л., Тагиров М.Ш. Основные тенденции изменения климата Татарстана в XXI веке (справочник). Казань: Фолиант, 2018. 64 с.
11. Ибяттов Р.И., Шайхутдинов Ф.Ш., Валиев А.А. анализ урожайности яровой пшеницы методом главных компонент // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2(50). С. 17-22.

12. Колесар В.А., Зиганшин А.А., Сафин Р.И. Оценка влияния агроклиматических изменений на развитие болезней яровой пшеницы в Предкамье Республики Татарстан // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2(50). С. 45-47.

13. Ганиева И.С., Блохин В.И., Сержанов И.М. Сравнительная оценка сортов ярового по количеству и качеству белка // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. №1(52). С. 17-21.

14. Кадырова Ф.З., Климова Л.Р., Кадырова Л.Р. О некоторых приемах оптимизации возделывания гречихи в засушливых условиях // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 5. С. 30-33.

15. Кшникаткина, А.Н. Долгиенко Совершенствование технологии возделывания яровой тритикале в лесостепи среднего Поволжья // Нива Поволжья: 2020. -№2. С.3-6.

16. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AARMMW.

17. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. Дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

18. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 138-142. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-138-142. – EDN WEWUEY.

19. Агротехнологии зерновых культур / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан : В 3-х частях. Том Часть 2. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2014. – С. 18-140. – EDN WHKSTX.

20. Формирование модели инновационно-консультационного центра на базе аграрного вуза / Д. И. Файзрахманов, Г. Р. Валиева, Л. Н. Савушкина, Н. А. Сафиуллин // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 4. – С. 2-5. – EDN YQGARB.

*(С) Гараев Р.И., Шайхутдинов Ф.Ш., Сержанов И.М.,  
Мухаметшина А.Р., 2022*

**Гареев Разиль Ильсурович**

*Кандидат сельскохозяйственных наук  
Казанский государственный аграрный университет,  
Казань  
rass112@mail.ru*

**Сержанов Игорь Михайлович**

*Доктор сельскохозяйственных наук, доцент  
Казанский государственный аграрный университет,  
Казань  
igor.serzhanov@mail.ru*

**Шарипова Рузиль Тагировна**

*Магистрант  
Казанский государственный аграрный университет,  
Казань  
ruzilya-sharipova00@mail.ru*

**Шахметов Радик Рафикович**

*Магистрант  
Казанский государственный аграрный университет,  
Казань  
rshiaxmetov@mail.ru*

**Салахутдинов Раиль Ринатович**

*Магистрант  
Казанский государственный аграрный университет,  
Казань  
Srailsalakhutdinov@mail.ru*

## **СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ПРЕДКАМЬЕ РТ**

**Аннотация.** В сегодняшнее время первостепенной задачей для с/х производителя в нашей стране, является увеличение урожайности и качественных показателей зерновых культур. Для решений этой задачи надо учитывать, что потенциал различных сортов и их эффективность в различных регионах могут реализовывается только при выполнении определенных условий.

Целью этого исследования являлось изучение районированных сортов яровой пшеницы на удобренном фоне питания. Эти параметры позволяют обеспечивать полную реализацию и возможностей сортов для формирования урожая, и получения высококачественного зерна. Для этого прежде всего надо применять прогрессивные технологии с элементами ресурса и энергосбережения. Опыты закладывались в 2021-2022 гг. на базе «Агробиотехнопарка» Казанского ГАУ. Испытывались

включенные госреестр сорта яровой пшеницы по 7 региону: Ульяновская 105, Тулайковская Надежда, Экада 107 и Симбирцит (стандарт). Опыты закладывались на серо-лесной почве с содержанием в слое 0-20 см: гумуса (по Тюрину) – 3,2-3,4%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 180-220 и K<sub>2</sub>O (по Кирсанову) – 132-170 мг на 1 кг почвы, рН солевой вытяжки – 5,5-5,8.

В годы исследований наивысший урожай обеспечена сорт Экада 107 -1,33 т/га. Менее адаптированным к засушливым условиям оказался сорт Ульяновская 105 – урожайность, 0,82 т/га.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, сорт, урожайность, высота растений.

**Garaev Razil Ilurovich**

*Candidate of Agricultural Sciences*

*Kazan State Agrarian University,*

*Kazan*

*rass112@mail.ru*

**Serzhanov Igor Mikhailovich**

*Doctor of Agricultural Sciences*

*Kazan State Agrarian University,*

*Kazan*

*igor.serzhanov@mail.ru*

**Sharipova Ruzilya Tagirovna**

*Master's student*

*Kazan State Agrarian University,*

*Kazan*

*ruzilya-sharipova00@mail.ru*

**Shiakhmetov Radik Rafikovich**

*Master's student*

*Kazan State Agrarian University,*

*Kazan*

*rshiaxmetov@mail.ru*

**Salakhutdinov Ramil Rinatovich**

*Master's student*

*Kazan State Agrarian University,*

*Kazan*

*Srilsalakhutdinov@mail.ru*

## **BREEDING AND GENETIC POTENTIAL OF SPRING SOFT WHEAT VARIETIES IN THE KAMA REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN.**

**Abstract.** At present, the primary task for agricultural producers in our country is to increase the yield and quality indicators of grain crops. To solve this problem, it must be borne in mind that the potential of different varieties

and their effectiveness in different regions can be realized only if certain conditions are met.

The purpose of this study was to study the zoned varieties of spring wheat on a fertilized nutrition background. These parameters make it possible to ensure the full realization of both the possibilities of varieties for the formation of a crop and the production of high-quality grain. To do this, first of all, it is necessary to apply progressive technologies with elements of resource and energy saving. The experiments were laid in 2021-2022 on the basis of the Agrobiotechnopark of the Kazan State Agrarian University. The varieties of spring wheat included in the state register were tested in 7 regions: Ulyanovsk 105, Tulaykovskaya Nadezhda, Ekada 107 and Simbircit (standard). The experiments were laid on gray-forest soil with a content of 0-20 cm in the layer: humus (according to Tyurin) – 3.2-3.4%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 180-220 and K<sub>2</sub>O (according to Kirsanov) – 132-170 mg per 1 kg of soil, the pH of salt extract – 5.5-5.8.

In the years of research, the highest yield was provided by the variety Ekada 107 -1.33 t/ha. The Ulyanovsk 105 variety turned out to be less adapted to arid conditions – yield, 0.82 t / ha.

**Keywords:** spring wheat, variety, yield, plant height.

**Введение.** Одним из основных параметров при производстве продукции растениеводства, является выбор сорта. Увеличение производства продукции невозможна без использования достижения селекции 15-20% урожая обеспечивает именно сорт. Основным резервам для роста урожайности зерновых культур, является реализация потенциала районированных сортов. [1,2,3].

Приросты урожая за счет использования новых сортов в мире составляет около 30-40%, а в нашей стране около 50-70%. Причиной того, что в нашей стране этот показатель ниже, является лимитирование тепла и влаги. [4,5,6]

Урожайность выступает как реализованный адаптивный потенциал возделываемых сортов, что обуславливает необходимость комплексного подхода к его повышению. Наибольшая урожайность достигается за счет использования специфической экологической приспособленности сорта [7,8,9]. Основным условием роста урожайности сортов является агроклиматическое макро- и микрорайонирование в строгом соответствии с особенностями их специфической адаптации, имеет место и комплекс агротехнических мероприятий. [10,11,12]

**Объект и методы исследований.**

Объектами исследования служили 4 сорта яровой пшеницы различных селекционных школ: Симбирцит и Ульяновская 105 – ГНУ Ульяновский НИИСХ; Экада ГНУ Ульяновский НИИСХ, Пензенский НИИСХ, Башкирский НИИСХ, Самарский НИИСХ; Тулайковская Надежда – ГНУ Самарский НИИСХ им. Н.М. Тулайкова;.

Фенологические наблюдения проводились по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур 1981 г. Учет урожая по делянкам путем общего обмолота (урожайность приведена на 14% влажность и 100% чистоту). Анализ структуры урожая по пробным снопам. Статистическая обработка данных проводилась методом математической статистики [13] с программным обеспечением Excel. Посевные качества семян определяли по ГОСТ 12038-84.

Опыты проводили в Агробиотехнопарке Казанского ГАУ. Яровую пшеницу высевали после озимой ржи по технологии возделывания, рекомендованной в Республике Татарстан. Опыты закладывались в четырехкратной повторности, общий размер делянок 70 м<sup>2</sup>, учетная площадь делянок 50 м<sup>2</sup>, расположение вариантов систематическое. В качестве стандарта взят сорт Симбирцит.

Результаты исследований, обсуждение.

Рост и развитие яровой пшеницы в 2021 г. проходили в острозасушливых условиях. Начиная с апреля месяца, ощущался дефицит влаги. Осадков выпало 13,5% от нормы. Поэтому семена легли в сухую почву. В мае также ощущался дефицит влаги, а превышение по температурному режиму составило 4,2 °С. Особенно острозасушливыми были месяцы июнь и июль. По температурному режиму превышение составило 4 и 5 °С соответственно. В июле осадков выпало 1,5 % от нормы, в июле – 7,8 %.

Условия вегетации яровой пшеницы в 2022г. кардинально отличались от условий 2021 г. Во все месяцы вегетации температурный режим был чуть выше по сравнению с многолетними данными. По осадкам различия были существенными. В мае осадков выпало меньше половины от нормы, в июне превышение составило 57 % от нормы, в июле ощущается дефицит влаги, и в августе выдала пятая часть осадков от нормы [14-19]. Морфоструктурные показатели испытываемых сортов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Морфоструктурные показатели сортов яровой пшеницы, 2021-2022 гг.

Сорта	Высота растений, см			Длина колоса, см			Число колосков в колосе, шт		
	2021	2022	Среднее	2021	2022	Среднее	2021	2022	Среднее
Симбирцит (ст)	50	77	63,5	6,9	8,4	7,6	12	15	13,5
Экада 107	54	82	68	7,4	9,1	8,2	14	16	15,0
Тулайковская Надежда	60	79	69,5	7,3	8,6	7,9	13	16	14,5
Ульяновская 105	50	64	72	8,0	10,1	9,1	13	17	15,0

Данные таблицы 1 показывают, что морфоструктурные признаки имеют чёткие сортовые различия. Следует отметить, что эти признаки также зависят и от условий, вегетации. Это подтверждается и нашими исследованиями (таблица 1).

Высота растений в 2021 г. у всех сортов была низкой. Хотя различия по сортам были. У сорта Тулайковская Надежда этот показатель составил 60 см., у других сортов он колебался от 50 до 54 см.

В 2022 г. различия по высоте растений у сортов были значительными. У сорта Ульяновская 105 составил 94 см., а у стандартного сорта Симбирцит – 77 см.

В 2021г. у сортов был сформирован короткий колос. У сорта Ульяновская 105 длина колоса составила 8 см. У остальных сортов этот показатель был ниже.

В 2022 г. длина колоса у сортов составила от 8,4 см. у сорта Симбирцит, до 10,1 см у сорта Ульяновская 105.

Наибольшее число колосков в колосе у сортов было сформирована в 2022 г.

Для характеристики продуктивных процессов у растений широко используются показатели, опирающиеся на изменение листовой поверхности.

Листовая поверхность сортов яровой пшеницы значительно различалась по годам исследований (таблица 2).

Таблица 2 – Площадь листовой поверхности сортов яровой пшеницы в фазу колошения-цветения (тыс.м<sup>2</sup> /га). 2021-2022 гг.

Сорт	2021 г.	2022 г.	Среднее тыс.м <sup>2</sup> /га
Симбирцит (ст)	13,10	32,36	22,73
Экада 107	13,92	28,74	21,33
Тулайковская Надежда	12,63	33,01	22,82
Ульяновская 105	14,04	34,84	24,44

В острозасушливом 2021г. площадь листьев у всех сортов в фазу колошения-цветения была низкой 12,6-14,04 тыс.м<sup>2</sup>/га . Различия по сортам были не существенными.

В 2022 г. этот показатель был значительно выше. Наибольшая площадь листовой поверхности была сформирована у сорта Ульяновская 105 (34,84 тыс.м<sup>2</sup>/га), наименьшая – у сорта Эскада 107 (28,74 тыс.м<sup>2</sup>/га).

Элементы структуры урожая яровой пшеницы были следующими (таблица 3).

В 2021 г. МТС (масса 1000зерен) у всех сортов была крайне низкой. У сорта Ульяновская 105 этот показатель составил 18,8 г. Наибольшая МТС была сформирована у сорта Экада 107 составила 27,2 г.



Условия налива и созревания семян в 2022 г. были благоприятными, поэтому и МТС колебалась от 33,4 г, у сорта Ульяновская 105 от 37,6 г, у сорта Экада 107.

Таблица 3 – Элементы структуры урожая ряда сортов яровой пшеницы, среднее за 2021-2022 гг.

Сорт	Число продуктивных стеблей на 1м2, шт	В колосе		МТС, г.
		Число зёрен, шт.	Масса зёрен, г.	
Симбирцит (ст)	373	17	0,55	30,0
Экада 107	378	22	0,59	32,4
Тулайковская Надежда	364	23	0,57	27,3
Ульяновская 105	351	21	0,54	26,1

В среднем за два года число продуктивных стеблей к уборке было не высоким. Наилучшим по этому показателю был сорт Экада 107. У стандартного сорта Симбирцит было сформировано наименьшее число зёрен в колосе. Наибольшая масса зерна с колоса была получена при возделывании сорта Экада 107.

Согласно данным многих экспериментов урожайность сортов пшеницы имеет ясные сортовые различия. (таблица 4)

Таблица 4 – Урожайность сортов яровой пшеницы, 2021-2022гг. ( т/га)

Сорт	2021 г.	2022 г.	Среднее	+/- к стандарту
Симбирцит (ст)	1,31	3,79	2,53	-
Экада 107	1,33	4,01	2,67	+0,09
Тулайковская Надежда	1,30	3,40	2,35	-0,23
Ульяновская 105	0,82	3,75	2,29	-0,30
НСР05	0,08	0,12		

Урожайность в 2021г. была низкой. Различий по сортам практически не было, за исключение сорта Ульяновская 105. У данного сорта была сформирована самая низкая урожайность в опыте.

В 2022 г. была получена хорошая урожайность у всех изучаемых сортов (таблица 4). Наилучшим по этому показателю был сорт Экада 107. В среднем за два года только у данного сорта было превышение по урожайность по сравнению к стандарту.

**Выводы.** В условиях Предкамской зоны Республики Татарстан наиболее адаптированным сортом яровой пшеницы оказался Экада 107.

## Литература

1. Амиров М.Ф. Адаптивные технологии возделывания полевых культур/ М.Ф. Амиров, В.П. Владимиров, И.М.Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов // Казань: Изд-во «Бриг», 2018., 124 с.
2. Шайхутдинов Ф.Ш. Урожайность яровой мягкой пшеницы сорта Ульяновская 105 в зависимости от уровня питания и нормы высева в условиях Предкамья Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М.Сержанов, А.Р. Сержанова, Р.И. Гараев // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабиновича, Казань, 26 февраля 2021 года – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 357-361.
3. Габдрахманов И.Х., Сафин Р.И., Валиев А.Р. Система земледелия Республики Татарстан. Инновация на базе традиции. Ч2 Агротехнологии производства продукции растениеводства. Казань: Центр инновационных технологий, 2014. Изд. 2-е. 292 с.
4. Сержанов И.М., Шайхутдинов Ф.Ш. Яровая пшеницы в северной части лесостепи Поволжья. Казань: Изд-во «Бриг», 2013., 234 с.
5. Шайтанов О.Л., Тагиров М.Ш. Основные тенденции изменения климата Татарстана в XXI веке (справочник). Казань: Фолиант, 2018. 64 с.
6. Ибяттов Р.И., Шайхутдинов Ф.Ш., Валиев А.А. анализ урожайности яровой пшеницы методом главных компонент // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2(50). С. 17-22.
7. Нижегородцева Л.С. Оценка продуктивности и экологической пластичности сортов яровой пшеницы в условиях Республики Татарстан/Нижегородцева Л.С., Сафин Р.И.//Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (47). С. 149.
8. Сафин Р.И. Оценка продуктивности и экологической пластичности сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Республики Татарстан/Сафин Р.И., Амиров А.М., Турнин С.Л., Нижегородцева Л.С.// Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 3 (37). С. 148-151.
9. Лукманова А.А. Особенность развития септориоза и изучение отзывчивости сортов яровой пшеницы к некорневым подкормкам в условиях Республики Татарстан/ Лукманова А.А., Сафин Р.И., Кадырова Ф.З.// В сборнике: Современные научно-практические основы агротехнологий в сельскохозяйственном производстве. Материалы международной научно-практической конференции. 2019. С. 147-154.
10. Колесар В.А., Зиганшин А.А., Сафин Р.И. Оценка влияния агроклиматических изменений на развитие болезней яровой пшеницы в

Предкамье Республики Татарстан // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2(50). С. 45-47.

11. Кадырова Ф.З., Климова Л.Р., Кадырова Л.Р. О некоторых приемах оптимизации возделывания гречихи в засушливых условиях // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 5. С. 30-33.

12. Кшникаткина, А.Н. Долгиенко Совершенствование технологии возделывания яровой тритикале в лесостепи среднего Поволжья // Нива Поволжья: 2020. -№2. С.3-6.

13. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: «Колос», 1985. – 332 с.

14. Агротехнологии зерновых культур / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан : В 3-х частях. Том Часть 2. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2014. – С. 18-140. – EDN WHKSTX.

15. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

16. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 138-142. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-138-142. – EDN WEWUEY.

17. Современные почвообрабатывающие машины / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, С. М. Яхин, Д. Т. Халиуллин. – 2-е издание, исправленное. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2016. – 208 с. – EDN ZCWWKL.

18. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AARMMW.

19. Формирование модели инновационно-консультационного центра на базе аграрного вуза / Д. И. Файзрахманов, Г. Р. Валиева, Л. Н. Савушкина, Н. А. Сафиуллин // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 4. – С. 2-5. – EDN YQGARB.

(С) Гараев Р.И., Сержанов И.М., Шарипова Р.Т., Шиахметов Р.Р,  
Салахутдинов Р.Р., 2022

**Гарафутдинова Камила Рустемовна**

*Аспирант, научный сотрудник*

*Казанский государственный аграрный университет,*

**Гилязов Миннегали Юсупович**

*доктор сельскохозяйственных наук, профессор*

*Казанский государственный аграрный университет*

*mingilyazov@yandex.ru*

**Прищепенко Елена Александровна**

*кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель Института*

*Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и*

*почвоведения – обособленное структурное*

*подразделение ФИЦ КазНЦ РАН*

*Казань*

*Amiliamilka24@gmail.com*

## **ВЛИЯНИЕ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕЙ ПОРОДЫ НА АГРОХИМИЧЕСКУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ И СТРУКТУРУ УРОЖАЯ ГРЕЧИХИ**

**Аннотация:** В статье представлены результаты вегетационного этапа исследований, целью которых являлась оценка влияния внесения кремнийсодержащей породы цеолита на структуру урожая растений гречихи и агрохимическую характеристику серой лесной почвы. В эксперименте использовался цеолит Татарско-Шатрашанского месторождения Республики Татарстан, раздроблённый до частиц размером 0,8 мм. Результатами было выявлено положительное влияние цеолита на морфометрические параметры гречихи посевной. Внесение цеолита благоприятно отразилось на агрохимической характеристике почвы.

**Ключевые слова:** кремнийсодержащая порода, цеолит, гречиха, серая лесная почва, агрохимическая характеристика, структура урожая.

***Kamila R. Garafutdinova***

*Graduate student, researcher*

*Kazan State Agrarian University*

*Kazan, Russia*

***Minnegali Yu. Gilyazov<sup>1</sup>***

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor*

*Kazan State Agrarian University*

*Kazan, Russia mingilyazov@yandex.ru*

**Elena A. Prishchepenko<sup>2</sup>**

*Candidate of Agriculture Sciences, head of Institute  
Tatarstan Research Institute of Agrochemistry and Soil Science*

*FRC KazanSC of RAS*

*Kazan, Russia*

*Amiliamilka24@gmail.com*

## **INFLUENCE OF SILICON-CONTAINING ROCK ON AGROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF GRAY FOREST SOIL AND STRUCTURE OF BUCKWHEAT HARVEST**

**Abstract.** The article presents the results of the vegetative stage of research, the purpose of which was to assess the effect of the introduction of silicon-containing zeolite rock on the structure of the yield of buckwheat plants and the agrochemical characteristics of gray forest soil. In the experiment, zeolite from the Tatarsko-Shatrashansky deposit of the Republic of Tatarstan, crushed to particles with a size of 0.8 mm, was used. The results revealed a positive effect of zeolite on the morphometric parameters of buckwheat. The introduction of zeolite had a positive effect on the agrochemical characteristics of the soil.

**Keywords.** Silicon-bearing rock, zeolite, buckwheat, grey forest soil, agrochemical characteristics, crop structure

**Введение.** Кремний – второй из наиболее часто встречаемых химических элементов в земной коре. Этот элемент входит в состав многих минералов и горных пород группы силикатов и алюмосиликатов – кварца, полевого шпата, слюд, песков и т.д. Однако, несмотря на его распространенность, большая часть соединений кремния в почве находится в недоступной для растений форме [1, 2].

Многие агрохимики относят кремний к категории условно необходимых элементов [3]. Однако имеется ряд исследований, результаты которых указывают на необходимость кремния в жизнедеятельности сельскохозяйственных растений – при применении в системе удобрения этого элемента повышалась устойчивость культурных растений к неблагоприятным абиотическим факторам среды, увеличивалась урожайность культур и качество конечной продукции [4-8].

Помимо этого, существуют исследования, указывающие на благоприятное изменение агрохимических и иных показателей различных типов почв. Так, известно применение цеолитов в качестве мелиоративного средства для нейтрализации избыточной почвенной кислотности [9-11], а также в качестве структуроулучшителя [12-14].

Несмотря на это кремнийсодержащие удобрения по-прежнему являются нетрадиционными в сельском хозяйстве и их применение ограничено [15].

Одним из таких кремнийсодержащих удобрений является природный минерал цеолит [16]. Запасы этого минерала в Российской Федерации (РФ) достаточно обширны – крупные месторождения имеются в Орловской, Кемеровской областях, Забайкальском и Камчатском краях, а также в Республике Татарстан (РТ) [17].

Гречиха посевная (*Fagopyrum esculentum Moench.*) – главная крупяная культура в нашей стране. Гречиха ценится благодаря высокой питательной ценности и вкусовым качествам получаемой из нее крупы. Помимо этого гречиха – медонос с высокой продуктивностью [18, 19]. По данным Росстата, ее посевные площади в РФ в 2020 г. составили 873 тыс. га, валовый сбор составил 892 тыс. т [20]. Исходя из этого, одной из задач сельского хозяйства является увеличение ее количественных показателей.

Целью исследования являлось изучение воздействия кремнийсодержащего удобрения цеолита на структуру урожая гречихи посевной, а также агрохимическую характеристику серой лесной почвы.

#### **Материалы и методы.**

Исследования проводились в 2021 г. в вегетационном домике Татарского НИИ агрохимии и почвоведения – обособленного структурного подразделения «Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр РАН». Объектами исследования стали кремнийсодержащая порода – нативный цеолит Татарско-Шатрашанского месторождения с размером частиц 0,8 мм, азофоска, гречиха сорта Черемшанка (селекции Татарского НИИ сельского хозяйства), серая лесная почва.

Схема опыта:

1. Контроль,
2.  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,
3. Цеолит 2 т/га,
4.  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + цеолит 2 т/га.

Химический состав цеолита Татарско-Шатрашанского месторождения РТ:  $SiO_2$  – 56,8%, в том числе в аморфном состоянии – 26,7%,  $Al_2O_3$  – 5,4%,  $Fe_2O_3$  – 2,3%,  $CaO$  – 14,9%,  $MgO$  – 1,3%,  $Na_2O$  – 0,1%,  $K_2O$  – 1,2%,  $P_2O_5$  – 0,1% [21, 22].

Закладка опыта производилась в сосудах Вагнера, площадью 0,018 м<sup>2</sup>. Субстратом для выращивания послужила серая лесная среднесуглинистая почва. Агрохимическая характеристика почвы перед закладкой опыта: массовая доля органического вещества – 3,82% (низкое содержание);  $pH_{сол.}$  – 5,9 ед. (близко к нейтральной); гидролитическая кислотность ( $H_T$ ) – 1,86 ммоль/100 г почвы (нейтральная);  $S_{по}$  – 29,2 ммоль/100 г почвы (высокое); азот щелочно-гидролизующий ( $N_{щел.}$ ) – 210

мг/кг (повышенное); подвижный фосфор ( $P_2O_5$ ) – 288 мг/кг (очень высокое); обменный калий ( $K_2O$ ) – 201 мг/кг (высокое).

В качестве минерального удобрения азофоску (16:16:16). Влажность почвы в период вегетации растений поддерживалась в пределах 70–75% от полной полевой влагоемкости почвы.

Полученные результаты были статистически обработаны при помощи программы Microsoft Office Excel 2010 [21-25].

**Результаты.** Внесение в почву кремнийсодержащей породы оказало положительное влияние как на структуру урожая гречихи, так и на агрохимическую характеристику серой лесной почвы. Для оценки структуры урожая использовались такие показатели как длина и биомасса растений, количество и вес зерен гречихи, вес корней (табл. 1).

Таблица 1 – Изменение структуры урожая гречихи под действием кремнийсодержащей породы и минерального удобрения

№ п/п	Вариант	Длина растений, см	Число зерен в соцветии, шт.	Масса зерен, г	Биомасса, г	Масса корней, г
1	Контроль	<u>62,2</u> <b>100*</b>	<u>12,0</u> <b>100</b>	<u>17,0</u> <b>100</b>	<u>100,0</u> <b>100</b>	<u>4,8</u> <b>100</b>
2	$N_{60}P_{60}K_{60}$	<u>67,3</u> <b>108</b>	<u>15,0</u> <b>125</b>	<u>22,8</u> <b>134</b>	<u>125,0</u> <b>125</b>	<u>5,4</u> <b>112</b>
3	Цеолит 2 т/га	<u>64,9</u> <b>104</b>	<u>15,0</u> <b>125</b>	<u>19,2</u> <b>113</b>	<u>115,0</u> <b>115</b>	<u>6,5</u> <b>135</b>
4	$N_{60}P_{60}K_{60}$ +Цеолит 2 т/га	<u>68,9</u> <b>111</b>	<u>19,0</u> <b>158</b>	<u>26,2</u> <b>154</b>	<u>140,0</u> <b>140</b>	<u>6,5</u> <b>135</b>

\*Примечание (здесь и далее): в числителе – значение показателя, в знаменателе – прибавка в процентах от контрольного значения.

Под действием цеолита и минерального удобрения обнаружилось увеличение всех исследуемых показателей, хотя их масштабы были различными. Наименьшее влияние испытанные агрохимикаты оказали на длину растений. Длина растений гречихи в контрольном варианте составила 62,2 см. Раздельное внесение в почву цеолита и минерального удобрения увеличило длину растений по отношению к контролю соответственно на 4 и 8%. Совместное применение цеолита и минерального удобрения позволило достичь максимальной длины, превышающий контрольный уровень на 11%.

Использование цеолита и азофоски наибольшее положительное влияние оказало на количество и массу зерен – по вариантам опыта значения данных показателей колебались от 12,0 до 19,0 шт. и от 17,0 до 26,2 г соответственно. Наибольшее увеличение обоих показателей наблюдалось в варианте с совместным внесением азофоски и цеолита –

количество зерен увеличилось на 58% по отношению к контролю; масса зерна увеличилась на 54%.

Внесение кремнийсодержащего удобрения оказало влияние и на биомассу растений. Биомасса гречихи в контроле составила 100,0 г. Применение цеолита оказало меньшее влияние нежели внесение азофоски (прибавка к контролю – 15%). Однако совместное применение цеолита и удобрения позволило получить наибольшую биомассу – 140,0 г.

Наблюдалось увеличение массы корней под действием цеолита. В обоих вариантах с внесением кремнийсодержащей породы данный показатель составил 6,5 г, что на 35% выше контрольного значения.

Изучено влияние кремнийсодержащего удобрения на агрохимическую характеристику серой лесной почвы (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние кремнийсодержащей породы и минерального удобрения на агрохимические свойства серой лесной почвы

№ п/п	Варианты	Показатели почвы						
		Орг. вещ-во, %	pH <sub>сол</sub>	Н <sub>г</sub> , ммоль/100 г почвы	С <sub>по</sub> , ммоль/100 г	N <sub>щел.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	Контроль	<u>3,80</u> <b>100</b>	<u>5,43</u> <b>100</b>	<u>2,57</u> <b>100</b>	<u>25,4</u> <b>100</b>	<u>177</u> <b>100</b>	<u>194</u> <b>100</b>	<u>166</u> <b>100</b>
2	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	<u>3,81</u> <b>100</b>	<u>5,42</u> <b>99</b>	<u>2,62</u> <b>102</b>	<u>26,6</u> <b>105</b>	<u>189</u> <b>107</b>	<u>211</u> <b>109</b>	<u>173</u> <b>104</b>
3	Цеолит 2 т/га	<u>3,81</u> <b>100</b>	<u>5,88</u> <b>108</b>	<u>1,78</u> <b>69</b>	<u>27,2</u> <b>107</b>	<u>184</u> <b>104</b>	<u>203</u> <b>105</b>	<u>171</u> <b>103</b>
4	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + Цеолит 2 т/га	<u>3,81</u> <b>100</b>	<u>5,76</u> <b>106</b>	<u>1,98</u> <b>77</b>	<u>26,8</u> <b>105</b>	<u>191</u> <b>108</b>	<u>236</u> <b>122</b>	<u>184</u> <b>111</b>

Наблюдался значительный сдвиг pH солевой вытяжки при внесении в почву цеолита. В контрольном варианте pH<sub>сол</sub> составил 5,43 ед. Применение цеолита позволило улучшить показатель – он варьирует в пределах 0,33-0,45 ед. Наибольшее увеличение pH<sub>сол</sub> наблюдалось в варианте с внесением цеолита и превысило контрольное значение на 8%.

Гидролитическая кислотность в контроле составила 2,57 ммоль/100 г почвы, в варианте с применением минеральных удобрений – 2,62 ммоль/100 г почвы. Цеолит снижает гидролитическую кислотность на 0,59-0,79 ммоль/100 г почвы по отношению к контролю.

Сумма поглощенных оснований по вариантам опыта варьировала в пределах 25,4-27,2 ммоль/100 г почвы. В контроле показатель составил 25,4 ммоль/100 г почвы, в варианте с применением азофоски – 26,6



ммоль/100 г почвы. В вариантах с внесением цеолита наблюдается увеличение показателя на 1,4-1,8 ммоль/100 г почвы по отношению к контрольному значению.

Применение кремнийсодержащей породы способствовало увеличению содержания подвижных форм фосфора и калия в почве – в контрольном варианте показатель составил 194 и 211 мг/кг, при применении минеральных удобрений – 166 и 171 мг/кг соответственно. При внесении в почву только цеолита содержание фосфора по отношению к контролю увеличилось на 4,6%, калия – на 3,0%. Совместное внесение цеолита и минеральных удобрений повысило содержание фосфора на 22%, калия на 11% по отношению к контрольным значениям [23-24].

При этом цеолит не оказал значительного влияния на содержание органического вещества и легкогидролизуемого азота в почве.

### **Заключение.**

Таким образом, внесение в почву кремнийсодержащей породы цеолита способствует улучшению агрохимической характеристики серой лесной почвы и структуры урожая гречихи сорта Черемшанка в вегетационных условиях.

### **Литература**

1. Шеуджен А.Х. Агробιοгеохимия. 2-е изд. перераб. и доп. Краснодар: КубГАУ, 2010. – 877 с.
2. Чертко Н.К. Геохимия и экология химических элементов: Справочное пособие / Н.К. Чертко, Э.Н. Чертко. Мн.: Издательский центр БГУ, 2008. – 140 с.
3. Шеуджен А.Х. Агрохимия биогенных элементов: учеб. пособие / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, И.А. Лебедевский, М.А. Осипов – Краснодар: КубГАУ, 2020. – 223 с.
4. Перспективы использования кремниевых препаратов в сельском хозяйстве (обзор научной литературы) / В.В. Матыченков, Е.А. Бочарникова, Г.В. Пироговская, И.Е. Ермолович // Почвоведение и агрохимия. – 2022. – № 1(68). – С. 219-234. – DOI 10.47612/0130-8475-2022-1(68)-219-234.
5. Полифункциональный кремний в растении / И.Г. Тараканов, Л.А. Паничкин, И.М. Коноваленко, Е.Д. Абрашкина // Картофель и овощи. – 2019. – № 12. – С. 14-16. – DOI 10.25630/PAV.2019.22.76.004.
6. Куликова, А.Х. Влияние кремнийсодержащих материалов на свойства почвы, состояние посевов и урожайность зерновых культур в условиях среднего Поволжья / А.Х. Куликова, А.В. Козлов, В.С. Смывалов // Агрохимия. – 2019. – № 4. – С. 60-69. – DOI 10.1134/S0002188119040082.
7. Смывалов, В.С. Влияние кремнийсодержащих материалов на урожайность и качество продукции яровой пшеницы / В.С. Смывалов, Д.А. Захарова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной

академии. – 2016. – № 4(36). – С. 55-59. – DOI 10.18286/1816-4501-2016-4-55-59.

8. Самсонова, Н.Е. Эффективность природного высококремнистого цеолита при выращивании кукурузы в условиях западной части Центрального Нечерноземья / Н.Е. Самсонова, Ю.В. Козлов, М.В. Капустина [и др.] // Агрохимия. – 2016. – №3. – С. 23-31.

9. Козлов, А.В. Влияние диатомита, цеолита и бентонитовой глины на показатели физико-химического состояния дерново-подзолистой почвы / А.В. Козлов, А.Х. Куликова, Н.Н. Копосова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2017. – Т. 19. – № 2-2. – С. 275-280.

10. Курносов, М.В. Изменение емкости катионного обмена и состава обменных катионов под влиянием цеолита и удобрений / М.В. Курносов, Л.А. Кузина // Актуальные проблемы земледелия: сб. научных работ. Вып. 2. – Саратов, 2006. – С. 172-175.

11. Цеолитсодержащие породы Татарстана и их применение. Под ред. А.В.Якимова и А.И. Бурова. – Казань: Фэн, 2001. – 176 с.

12. Кузина, Е.Е. Продуктивность сельскохозяйственных культур и изменение плодородия серой лесной почвы при использовании цеолита и удобрений в лесостепном Поволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х наук / Е.Е. Кузина. – Пенза, 2008 – 25 с.

13. Уракова, В.М. Влияние природных цеолитов на урожайность зернобобовых культур в Зауралье Башкортостана: автореф. дис. ... канд. с.-х наук / В.М. Уракова. – Уфа, 2009 – 24 с.

14. Курносов, М.В. Влияние цеолитсодержащей породы и удобрений на водно-физические свойства чернозема выщелоченного / М.В. Курносов, Е.Е. Кузина // Материалы международной конференции ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова – Москва, 2005. – С. 59-62.

15. Матыченков, В.В. Аморфный кремнезем опал-кристобалитовых пород как возобновляемое сырье для синтеза кремнийорганических соединений и силикатов. Часть 4. Влияние кремниевых удобрений на растения и почву / В.В. Матыченков, Е.А. Бочарникова, Я.М. Аммосова // Бутлеровские сообщения. – 2015. – Т. 43. – № 9. – С. 17-25.

16. Применение цеолитсодержащих пород в земледелии и растениеводстве / Е.А. Прищепенко, В.В. Ревенко, И.А. Дегтярева [и др.]. – Казань: Логос – Пресс, 2021. – 252 с. – ISBN 978-5-6047714-7-1.

17. Убугунов, Л.Л. Агрохимическое минеральное сырье: природные цеолиты / Л.Л. Убугунов, М.Г. Меркушева, Н.М. Кожевникова. – Улан-Удэ: Бурятский научный центр Сибирского отделения РАН, 2012. – 444 с.

18. Михайлова, М.Ю. Микроэлементы в жизни гречихи обыкновенной / М.Ю. Михайлова, Л.Р. Климова // Эволюция и деградация почвенного покрова: Сборник научных статей по материалам VI Международной научной конференции, Ставрополь, 19–22 сентября 2022

года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "СЕКВОЙЯ", 2022. – С. 137-141.

19. Кадырова, Ф.З. О некоторых приемах оптимизации возделывания гречихи в засушливых условиях / Ф.З. Кадырова, Л.Р. Климова, Л.Р. Кадырова // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 5. – С. 30-33. – DOI 10.24411/0235-2451-2019-10507.

20. Российский статистический ежегодник. 2020: Стат.сб./Росстат. – М., 2020 – 700 с.

21. Алиев, Ш.А. Научное обоснование применения местных агроруд в качестве удобрений в земледелии Среднего Поволжья / Ш.А. Алиев, Т.Х. Ишкаев, А.Х. Яппаров. – Казань: Центр инновационных технологий, 2009. – 240 с.

22. Агроминеральные ресурсы Татарстана и перспективы их использования. Под редакцией доктора с.-х. н. А.В. Якимова. – Казань: Фэн, 2002. – 272 с.

23. Валиев, А. Р. Исследование взаимодействия ротационного конического рабочего органа с почвой / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Яруллин // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 10. – С. 27-30. – EDN UQFKNP.

24. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

25. Формирование модели инновационно-консультационного центра на базе аграрного вуза / Д. И. Файзрахманов, Г. Р. Валиева, Л. Н. Савушкина, Н. А. Сафиуллин // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 4. – С. 2-5. – EDN YQGARB.

© К.Р. Гарафутдинова, М.Ю. Гилязов, Е.А. Прищепенко, 2022.

**Диабанкана Родерик Жиль Кларе**

Аспирант

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

*gilles-claret@yandex.ru*

**Абрамова Арина Алексеевна**

Аспирант

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

*abramova92a@yandex.ru*

**Сафин Радик Ильясович**

*Доктор сельскохозяйственных наук, профессор*

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

*e-mail: radiksaf2@mail.ru*

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

## **ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ КАК ЭЛЕМЕНТА УГЛЕРОДНОГО (ОРГАНИЧЕСКОГО) ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

**Аннотация:** Растущие климатические риски диктуют необходимость в разработке таких элементов земледелия, которые способствовали снижению выбросов парниковых газов и обеспечивали секвестрацию углерода в почве. В работе анализируется роль применения биопрепаратов на яровой пшенице как потенциальных элементов системы углеродного земледелия для условий Среднего Поволжья.

Лабораторные исследования показали, что применение для обработки семян биопрепаратов приводит к значительному стимулированию роста и развития корневой системы растений, что приводит к увеличению потенциального поступления органического вещества в почву, а, следовательно, к накоплению в ней углерода.

Исследования в полевых условиях проводились в 2022 году на серых лесных почвах на территории Агробиотехнопарка (АБТП) Казанского государственного аграрного университета. Было показано, что комплексное применение биологических препаратов в сравнении с химическими обеспечивает не только положительный баланс поступления органических веществ в почву, но и приводит к росту численности и видового разнообразия почвенной микрофлоры.

Проведенные исследования подтвердили перспективность использования биологических препаратов для включения в систему углеродного (карбонового) земледелия.

**Ключевые слова:** секвестрация парниковых газов, карбоновое земледелие, биопрепараты, яровая пшеница, яровой ячмень

## **EVALUATION OF THE USE OF BIOLOGICAL PRODUCTS AS AN ELEMENT OF CARBON (ORGANIC) AGRICULTURE**

**Diabankana Roderik Gil Klare**

graduate student

*Kazan state agrarian university, Kazan, Russia*

*gilles-claret@yandex.ru*

**Abramova Arina Alekseevna**

graduate student

*Kazan state agrarian university, Kazan, Russia*

*abramova92a@yandex.ru*

**Safin Radik Ilyasovich**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor

**e-mail: radiksaf2@mail.ru**

*Kazan state agrarian university, Kazan, Russia*

**Abstract:** Growing climate risks dictate the need to develop such elements of agriculture that contributed to the reduction of greenhouse gas emissions and ensured the sequestration of carbon in the soil. The paper analyzes the role of the use of biopreparations on spring wheat as potential elements of the carbon farming system for the conditions of the Middle Volga region.

Laboratory studies have shown that the use of biological preparations for seed treatment leads to a significant stimulation of the growth and development of the root system of plants, which leads to an increase in the potential input of organic matter into the soil, and hence to the accumulation of carbon in it.

Field studies were carried out in 2022 on gray forest soils on the territory of the Agrobiotechnopark (ABTP) of Kazan State Agrarian University. It was shown that the complex use of biological preparations in comparison with chemical preparations provides not only a positive balance of organic matter input into the soil, but also leads to an increase in the abundance and species diversity of soil microflora.

The conducted studies have confirmed the prospects of using biological preparations for inclusion in carbon (carbon) farming systems.

**Key words:** greenhouse gas sequestration, carbon farming, biological products, spring wheat, spring barley

Проблема климатических изменений, обусловленных накоплением в атмосфере различных парниковых газов, относится к числу наиболее обсуждаемых и актуальных для современного мира, в том числе и с точки зрения производства продуктов питания [1,2]. При этом традиционное сельскохозяйственное производство, в том числе и растениеводство, является одним из важнейших глобальных источников выбросов (эмиссии) парниковых газов (ПГ) [3,4]. В тоже время, именно сельское хозяйство может стать той отраслью экономики, которая сможет не только значительно снизить объемы выбросов ПГ, но и за счет связывания их в почве, обеспечить долгосрочную устойчивость климата [5,6]. Именно такой подход стал одной из основ развития так называемого углеродного или карбонового земледелия в мире и в России [7,8]. Значительно место в таком земледелии занимают ресурсосберегающие технологии обработки почвы, специализированные севообороты, сидераты и другие приемы, тесно связанные с биологизацией [9,10,11]. Вместе с тем, мировой опыт показывает, что одним из наиболее перспективных элементов технологий карбонового земледелия могут стать различные биопрепараты на основе полезных микроорганизмов. Именно такие микроорганизмы могут помочь смягчить отрицательное влияние и повысить устойчивость аграрной отрасли к последствиям изменения климата, что обусловлено их ролью в экосистемах. Почвенные микроорганизмы играют решающую роль в секвестрации углерода в почве. Кроме того, применение биопрепаратов является недорогим, экологически чистым и климатически эффективным приемом, т.к. снижает использование синтетических пестицидов и агрохимикатов, при производстве которых отмечается значительный углеродный след [12]. В связи с этим, возникла необходимость в изучении возможного использования биопрепаратов в карбоновом земледелии.

#### **Условия, материалы и методы исследований.**

Лабораторные исследования по оценке влияния биопрепаратов на формирование подземных органов растений на ранних этапах их развития проводили в ЦАИ (Центре агроэкологических исследований) Казанского ГАУ. Семена яровой пшеницы обрабатывались биопрепаратом на основе *Bacillus mojavensis* PS17 и высевались в сосуды с песком и полевой почвой. При достижении растениями фазы второго листа проводили биометрические наблюдения.

Объектом исследования в 2022 году в полевых опытах АБТП ФГБОУ ВО «КГАУ был сорт яровой пшеницы сорта Ульяновская 105.

Варианты опыта: 1. контроль; 2. Химическая система защиты растений (протравливание семян Ламадор, 0,2 л/т, опрыскивание в фазу колошения Пропишанс Универсал, 0,4 л/га. 3. Биологическая система защиты растений (обработка семян биопрепаратом на основе *Bacillus mojavensis* PS17, 1 л/т, опрыскивание данным препаратом в фазу выхода в трубку и колошения с нормой 1 л/га). При протравливании использовали

расход рабочей жидкости (с учетом правила суммы жидких компонентов) 10 л/т, а при опрыскивании – 200 л/га.

Площадь (общая) опытных делянок - 25 м<sup>2</sup>, площадь учетная – 20 м<sup>2</sup>. Повторность – четырехкратная. Перед предпосевной культивации вносилась азофоска (1,5 ц/га в физическом весе). Посев проведен с нормой высева 5,0 млн. всхожих семян. Учёт урожая проводился путём взвешивания зерна с каждой делянки после уборки комбайном «SAMPO-500». Исследования проводились на близкой к нейтральной, высококультуренной, среднесуглинистой серой лесной почве с содержанием гумуса по Тюрину - 3,0%, с высокой обеспеченности подвижным фосфором и обменным калием.

Выделение из прикорневой зоны яровой пшеницы почвенных микроорганизмов и их идентификация проводилась по общепринятым в микробиологии методам.

Расчет баланса прихода сухого органического вещества и потенциального поступления в почву углерода из растительных остатков (солома, пожнивные остатки, корни) рассчитывали исходя из их фактической влажности, после уборки урожая. Для расчета использовали среднее содержания углерода в сухом органическом веществе растений на уровне 45% [13].

### Результаты опытов и их обсуждение

Данные лабораторных опытов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Биометрические показатели растений яровой пшеницы сорта Ульяновская-105 в лабораторных опытах (песчаная культура), 2022

Вариант	Воздушно-сухая биомасса надземных органов 10 растений, г	Воздушно-сухая биомасса корней 10 растений, г
Контроль	0,16±0,006	0,12±0,007
Биопрепарат, 0,5 л/т	0,12±0,004	0,26±0,011
Биопрепарат, 1,0 л/т	0,13±0,005	0,50±0,017
Биопрепарат, 1,5 л/т	0,14±0,005	0,28±0,014

Обработка растений биопрепаратом способствовала значительному увеличению биомассы подземных органов растений (корней). Так при применении биопрепарата с нормой 1,0 л/га, воздушно-сухая масса корневой системы у 10 растений была почти в 4,16 раза к контролю. С учетом того, что в корневой системе растений происходит накопление органического вещества, которое при отмирании корней становится одним из основных источников для развития почвенных организмов и депонирования углерода, полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что применение изучаемого биопрепарата может значительно усилить поступление органических веществ в почву за счет

увеличения массы корней, что важно для углеродного земледелия. Для подтверждения данного утверждения были проведены полевые опыты.

Урожайность зерна и баланс поступления органических веществ представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Средняя урожайность и баланс сухого органического вещества (СОВ) при применении биопрепаратов на яровой пшенице сорта Ульяновская 105, т/га, 2022 г

Вариант	Урожайность, т/га	Возможный вынос СОВ с урожаем*, т/га	Поступление СОВ с растительными остатками, т/га	Баланс, т/га	Поступление С в почву, кг/га
Контроль	2,41	2,10	2,29	0,19	86,8
Химическая защита растений	3,06	2,66	3,18	0,52	234,6
Биологическая защита растений	3,11	2,71	3,41	0,71	318,0
НСР05	0,14				

Примечание: \* – коэффициент выноса сухого органического вещества на 1 т зерна яровой пшеницы – 0,870.

Результаты оценки показали, что применение как биологической и химической систем защиты растений способствует достоверному росту урожайности яровой пшеницы, причем существенных различий по влиянию данных систем на продуктивность изучаемой культуры не отмечается. При анализе поступления в почву сухого органического вещества в виде соломы и растительных (корневых и пожнивных) остатков можно заметить, что при применении биологической системы отмечается значительное увеличение данного показателя (рост в 1,49 раза к значениям в контроле и в 1,07 раза к показателям для химической системы). Как результат, поступление углерода в почву при применении биопрепаратов составило 318 кг/га, что почти в 3,66 раза выше, чем в контроле и в 1,35 раза больше, чем при применении пестицидов. Причиной такого явления стали изменения в соотношении между зерном, соломой и растительными остатками (табл. 3).

Таблица 3 – Показатели соотношения между урожаем, соломой и растительными остатками яровой пшеницы, 2022 г

Вариант	Коэффициент выхода побочной продукции к урожаю основной продукции	Коэффициент выхода СОВ из корневых и пожнивных остатков к урожаю основной продукции
Контроль	0,75	0,32
Химическая защита растений	0,81	0,36



Биологическая защита растений	0,83	0,40
-------------------------------	------	------

Как видно из таблицы, применение биологической системы приводит к росту выхода соломы, корневых и пожнивных остатков, что способствует увеличению поступления сухого органического вещества и органического С яровой пшеницы в почву [15-17].

Увеличение поступления сухого органического вещества в почву оказывает положительное влияние на почвенную биоту, в частности на численность микроорганизмов (табл. 4).

Таблица 4 – Численность бактерий (КОЭ на 1 г корней) на корневой системе яровой пшеницы сорта Ульяновская 105 в фазу кущения, 2022 г

Вариант	Коэффициент выхода побочной продукции к урожаю основной продукции
Контроль	$7,8 \pm 0,7 * 10^6$
Химическая защита растений	$8,2 \pm 0,3 * 10^6$
Биологическая защита растений	$12,6 \pm 1,0 * 10^6$

Результаты оценки показали, что применение биопрепарата для обработки семян привело к значительному увеличению (на 61,4%) численности бактерий на корнях пшеницы. Тогда как при применении химического протравителя данный эффект не проявлялся [18-20].

Известно, что при производстве пестицидов выбрасывает в среднем намного больше парниковых газов на кг ( $6,3 \text{ кг CO}_2 \text{ кг}^{-1}$ ), чем при получении синтетических азотных удобрений ( $1,3 \text{ кг CO}_2 \text{ кг}^{-1}$ ), что свидетельствует о значительном углеродном следе [14-21]. Для биопрепаратов углеродный след значительно ниже, чем для химических пестицидов.

**Выводы.** Полученные результаты показали, что применение биологических препаратов способствует росту поступления сухого органического вещества в почву, что положительно отражается на почвенной микрофлоре, что дает возможность рекомендовать данный прием для включения в систему карбонового земледелия.

Работа выполнена в рамках реализации проекта «Разработка элементов углеродного земледелия в условиях растущих климатических рисков»

### Литература

1. Чугункова, А. В. Влияние глобального изменения климата на экономику лесного и сельского хозяйства: риски и возможности / А. В. Чугункова, А. И. Пыжев, Ю. И. Пыжева // Актуальные проблемы экономики и права. – 2018. – Т. 12. – № 3. – С. 523-537.

2. Dubovitski, A.A. Assessment of the impact of climate risks on agriculture in the context of global warming / A. A. Dubovitski, M. E. Konovalova, T. D. Strelnikova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, 12 апреля 2021 года. – Michurinsk, 2021. – P. 012145.

3. Строков А. Проблемы адаптации аграрной политики России к целям устойчивого развития/А. Строков, А. Депперманн, В. Поташников [и др.] // Экономическая политика. – 2020. – Т. 15. – № 6. – С. 140-165.

4. Краснощеков, В. Н. Изменение климата и сельское хозяйство России: проблемы и решения / В. Н. Краснощеков, Д. Г. Ольгаренко, О. Н. Рожкова // Природообустройство. – 2017. – № 2. – С. 80-88.

5. Пономарев, М. А. Снижение отрицательного влияния сельского хозяйства на окружающую среду и изменение климата / М. А. Пономарев, В. Н. Суровцев // Охрана окружающей среды и природопользование. – 2013. – № 3. – С. 49-52.

6. Ахметшина, Л. Г. Возможности российского сельского хозяйства в снижении выбросов парниковых газов и адаптации к климатическим изменениям / Л. Г. Ахметшина // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2022. – № 4-1. – С. 5-14.

7. Утегенова, М. Е. Повышение экономической эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения на основе карбонового земледелия / М. Е. Утегенова, К. П. Колотырин // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 10(124). – С. 111-113.

8. Иванов, А. Ю. Битва за климат: карбоновое земледелие как ставка России : экспертный доклад / А. Ю. Иванов, Н. Д. Дурманов, М. П. Орлов [и др.]. – Москва : Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики", 2021. – 120 с.

9. Ефремова, Л. Б. Роль карбоновое земледелие в экономической стабильности России / Л. Б. Ефремова // Московский экономический журнал. – 2022. – Т. 7. – № 2.

10. Карбоновое земледелие: условия для прорыва : экспертный доклад/Ю. Е. Ровнов, М. Э. Калимуллина, М. А. Беляева [и др.]. – Москва:Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики", 2022. – 64 с.

11. Монастырский, В. А. Сидерация как элемент осуществления системы карбонового земледелия / В. А. Монастырский, В. И. Ольгаренко // Инновационные технологии - основа модернизации агропромышленного комплекса, посвященная 85-летию профессора Кривко Н.П : Материалы межд. науч.-практ. конф., пос.: ФГБОУ ВО "Донской ГАУ", 2022. – С. 208-211.

12. Singh, Devendra & Thapa, Shobit & Mahawar, Himanshu & Kumar, Saurabh & Manjunath, M. & Pc, Latha. Relevance of Plant associated microorganisms in climate smart agriculture. // Climate Change and Indian Agriculture: Challenges and Adaptation Strategies. 2020. P.245-266.

13. Улахович, Н.А. Учебно-методическое пособие для лекционного курса «Биогеохимия»/Н.А. Улахович, М.П. Кутырева, С.С. Бабкина. – Казань: Казанский государственный университет, 2008. - 47 с.
14. Lal, R. Carbon emission from farm operations//Environ. Int. 2004, 30, 981–990.
15. Современные почвообрабатывающие машины / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, С. М. Яхин, Д. Т. Халиуллин. – 2-е издание, исправленное. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2016. – 208 с. – EDN ZCWWKL.
16. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.
17. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.
18. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 138-142. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-138-142. – EDN WEWUEY.
19. Валиев, А. Р. Исследование взаимодействия ротационного конического рабочего органа с почвой / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Яруллин // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 10. – С. 27-30. – EDN UQFKNP.
20. Система земледелия Республики Татарстан / А. Р. Валиев, И. Х. Габдрахманов, Р. И. Сафин, Б. Г. Зиганшин. Том Часть 3. – Казань : ООО "Центр инновационных технологий", 2014. – 280 с. – EDN GQOYHV. Агротехнологии зерновых культур / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан : В 3-х частях. Том Часть 2. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2014. – С. 18-140. – EDN WHKSTX
21. Формирование модели инновационно-консультационного центра на базе аграрного вуза / Д. И. Файзрахманов, Г. Р. Валиева, Л. Н. Савушкина, Н. А. Сафиуллин // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 4. – С. 2-5. – EDN YQGARB.

(С) Диабанкана Р.Ж.К., Абрамова А.А., Сафин Р.И., 2022

**Диабанкана Родерик Жиль Кларе**

Центр Агроэкологических исследований Казанского государственного  
аграрного университета, Казань  
gilles-claret@yandex.ru

**Сафин Радик Ильясович**

Казанский государственный аграрный университет, Казань  
radiksaf2@mail.ru

**Валидов Шамиль Завдатович**

Лаборатория молекулярно-генетических и микробиологических  
методов- ФИЦ КазНЦ РАН, Казань  
sh.validov@knc.ru

**Афордоаньи Даниэль Мавуэна**

Лаборатория молекулярно-генетических и микробиологических  
методов- ФИЦ КазНЦ РАН, Казань  
r.diabankana@knc.ru

## **ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ОПТИМИЗАЦИИ БИОАГЕНТОВ ДЛЯ КОНКРЕТНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НИШИ, РАСТЕНИЯ И СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ**

**Аннотация.** В этой работе исследовалась фенотипическая стабильность микроорганизмов как главный инструмент оптимизации биоагентов. В качестве модельного биоагента был использован эндофитный *Bacillus mojavensis* PS17. Было установлено, что в стрессовых условиях биоагент *Bacillus mojavensis* PS17 подвергает фенотипическую нестабильность (фазовую вариацию), при которой образуются двух разные морфотипов бактерии (морфотип I и морфотип II). Далее, была изучена способность каждого морфотипа штамма PS17 стимулировать рост и развитие яровой пшеницы в контролируемых лабораторных условиях. Сорт яровой пшеницы «Ульяновская 105» был использован. Результат исследования показал, что инокулирование семян вторым фенотипическим вариантом штамма PS17 способствует развитию корневой системы яровой пшеницы больше, чем необработанные растения и его оригинальный штамм на  $43,47 \pm 5,5\%$  и  $11,61 \pm 1,01\%$ , соответственно. Рост побегов после обработки первым фенотипическим вариантом (оригинальный штамм) PS17 был выше необработанных растений и растений, обработанных второго фенотипического варианта PS17 на  $27,65 \pm 2,65 \%$  and  $12,22 \pm 2,96 \%$ , соответственно. Более того, влияние второй формы PS17 на развитие подземной части яровой пшеницы статической ( $p \leq 0,05$ ) не отличалось от необработанных растений.

**Ключевые слова:** Фенотипическая вариабельность; оптимизации биоагент; *B. mojavensis*; ростостимулирующая активность; яровой пшеницы. *Fusarium oxysporum* f.sp. *radices-lycopersici* ZUM 2407

## **PHENOTYPIC STABILITY OF MICROORGANISMS AS A TOOL FOR OPTIMIZING BIOAGENTS FOR A SPECIFIC ECOLOGICAL NICHE, PLANT, AND SOIL CONDITION**

**Diabankana Roderic Gilles Claret**

*Center of Agroecological Research- Kazan State Agrarian University, Kazan*  
*gilles-claret@yandex.ru*

**Safin Radik Ilyasovich**

*Kazan state agrarian university, Kazan, Russia*  
*radiksaf2@mail.ru*

**Validov Shamil Zavdatovich**

*Laboratory of Molecular Genetic and Microbiological Methods - FITC KazNC*  
*RAS, Kazan*  
*sh.validov@knc.ru*

**Afordoanyi Daniel Mawuena**

*Laboratory of Molecular Genetic and Microbiological Methods - FITC KazNC*  
*RAS, Kazan*  
*r.diabankana@knc.ru*

**Abstract.** In this work, the phenotypic stability of microorganisms was investigated as the main tool for optimizing bioagents. The endophytic *Bacillus mojavensis* PS17 was used as a model bioagent. It was found that under stressful conditions, the bioagent *Bacillus mojavensis* PS17 undergoes phenotypic instability (phase variation), in which two different morphotypes of bacteria are formed (morphotype I and morphotype II). Further, the ability of each morphotype of PS17 strain to stimulate the growth and development of spring wheat (*Triticum aestivum* L) under controlled laboratory conditions was investigated. Spring wheat variety "Ulyanovsk 105" was used. The obtained result showed that the inoculation of plants with the second phenotypic variant of PS17 promoted the development of the root system of spring wheat as compared to untreated plants and its original strain by  $43.47 \pm 5.5\%$  и  $11.61 \pm 1.01\%$ , respectively. The growth of plants shoots after treatment with the first morphotypic variant (original strain) of PS17 was higher than untreated and plants treated with the second phenotypic variant of PS17 by  $27.65 \pm 2.65\%$  and  $12.22 \pm 2,96\%$ , respectively. Moreover, the influence of the morphotype PS17(II) on the development of the underground part plants of spring wheat statistically ( $p \leq 0.05$ ) did not differ from these of untreated plants.

**Keywords:** Phenotypic variability; optimization of biological agent; *Bacillus mojavensis*; plant growth-promoting activity; spring wheat; *Fusarium oxysporum* f.sp. *radices-lycopersici* ZUM 2407

**Введение.** Возбудители болезни, фитопатогены, включая грибки, бактерии, нематоды и другие значительно снижают урожайность и качество сельскохозяйственной продукции [1, 2, 3]. Третья аграрная революция привела к использованию химических веществ для защиты сельскохозяйственных культур от различных болезней. Однако сильная зависимость от химических методов в современном сельском хозяйстве ставит под угрозу потребителей сельскохозяйственной продукции также окружающей среды. Накопление этих вредных химических веществ способствовало использованию альтернативных биологических средств для защиты сельскохозяйственных культур, причем, большинство из них нестабильное и показывает низкую эффективность в полевых условиях [4, 5, 6].

Нестабильные эффекты агентов биологического контроля зависят от многих факторов, таких, как их механизм действия, норма (доза), метод применения, чувствительность к патогенам, растениям хозяина (тип, сорта, и свойства растения), условия окружающей среды (биотические и абиотические факторы, химический состав почв, а также доступность питательных веществ) [7, 8].

Фенотипическая нестабильность (Фенотипическая вариация) биоагентов представляет собой способность микроорганизмов менять фенотип в зависимости от условий окружающей среды [9, 10, 11]. В качестве преимущества Фенотипической нестабильности некоторые микроорганизмы используют это явление для создания более стабильных популяций, которое способствует их адаптации в конкретных экологических нишах. Следовательно, Фенотипическая нестабильность может рассматриваться как инструмент оптимизации биоагентов для конкретных типов растений, питательных ниш и условия окружающей среды. Фенотипическая нестабильность *B. mojavensis* PS17 ранее была изучена в нашей предыдущей работе [12]. В результате исследования, которое было доказано, что в неблагоприятных условиях *B. mojavensis* PS17 подвергает Фенотипическую вариацию. Фенотипическая форма II (морфотипа II, PS17(II)) не защищает растение томата (*Solanum lycopersicum*) против корневой гнили, вызванной фузариум оксиспорум (*Fusarium oxysporum* f.sp. *radices-lycopersici*) ZUM 2407, а также слабо влияет на развитие растения томата по сравнению с фенотипической формы I (морфотипом I, PS17(I)). Однако, мы предполагаем, что в зависимости от типа и физиологии растения, свойства второго морфотипа *B. mojavensis* PS17 *in planta* могут варьироваться. Следовательно, целью данной работы является изучение влияния второй фенотипической формы агента биоконтроля *Bacillus mojavensis* PS17 стимулировать развитие яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по сравнению с оригинальными штаммами PS17(I).

**Материалы и методы.** Фенотипическая нестабильность штамма PS17 были получены в нашей предыдущей работе [12]. Для этого ночную культуру *B. mojavensis* PS17, выращенную на среде LB (Луриа-Бертани), инокулировали в среду 2×Шеффера (2×SG) и инкубировали при 37 °С с постоянным перемешиванием 160 об/мин в течение 2 недель. После выполнения серийного разведения 0,1 мл аликвоты высевали на агар 2×SG и инкубировали при 37 °С в течение 5 дней. Колонии с различными морфотипами пересевали в свежую среду 2×SG, а затем инкубировали в течение ночи при 37 °С. Оценка фенотипической нестабильности отобранных колоний проводилась путем их посева на богатую LB-среду.

**Ростстимулирующее свойство морфотипов.** Способность каждого морфотипа штамма *B. mojavensis* PS17 стимулировать рост и развитие яровой пшеницы определяли с использованием гнотобиотической системы и маленького вегетационного опыта (выращивание растений в контейнерах). В качестве субстрата использовали автоклавированный стерильный песок, предварительно смоченный растительным питательным раствором [PNS (г/л): 5,0 мМ Ca(NO<sub>3</sub>) 2,4 H<sub>2</sub>O, 1,18 г; 5,0 мМ KNO<sub>3</sub>, 0,5 г; 2,0 мМ MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 0,48 г; раствор пантотеновой кислоты, 1,0 мл]. Для этой цели были использованы предварительно стерилизованные семена по методу описана Simons et al. [7].

#### **Приготовление бактериальных суспензии**

Бактериальные суспензии были приготовлены из бактериальных культур морфотипов *B. mojavensis*, выращенных в течение 16 часов в среде Среда LB при 30 ± 1 °С. Культуры центрифугировали при 4000 об/мин в течение 10 мин при 4 °С. Полученный осадок клеток промывали стерильным фосфатно-солевым буфером (PBS) и ресуспендировали в том же растворе до оптической плотности OD при 600 нм равном 0,5.

#### **Ростстимулирующая активность**

Проклюнувшиеся семена были инокулированы в бактериальные суспензии в течение 15 мин, высушены в ламинарии, и посеяны в гнотобиотическую систему (одно растение в трех повторах и контейнерах (20 семян в трех повтора). Системы были инкубированы в климатическую камеру (Mermet, германия) со следующими условиями: температура—26 °С; влажность— 65 % с 16/8 часов режима освещения. После 14 дней (для гнотобиотической системы) и 21 дня (для растений выращивания в контейнерах) инкубирования, биохимические показатели растения, такие, как длина надземной и подземной части растения были анализированы [8-16].

#### **Результаты и обсуждение**

После инкубирования, результаты показали, что *B. mojavensis* PS17, выращенный в среде 2×SG подвергает фенотипическую нестабильность. два морфотипа (непрозрачный и полупрозрачные колонии были отмечен

на чашки петри (**Рисунок 1**). Непрозрачные колонии (морфотип I) были похожи на оригинальный штамм PS17.



Рис. 1. Фенотипическая вариабельность *B. mojavensis* PS17. Красной стрелкой обозначены полупрозрачные колонии (морфотип II) *B. mojavensis* PS17

Результаты исследования влияния морфотипа штамма PS17 на развитие яровой пшеницы в вегетационных условиях (контейнерах) представлены на **графике 1** и **Рисунок 2**.

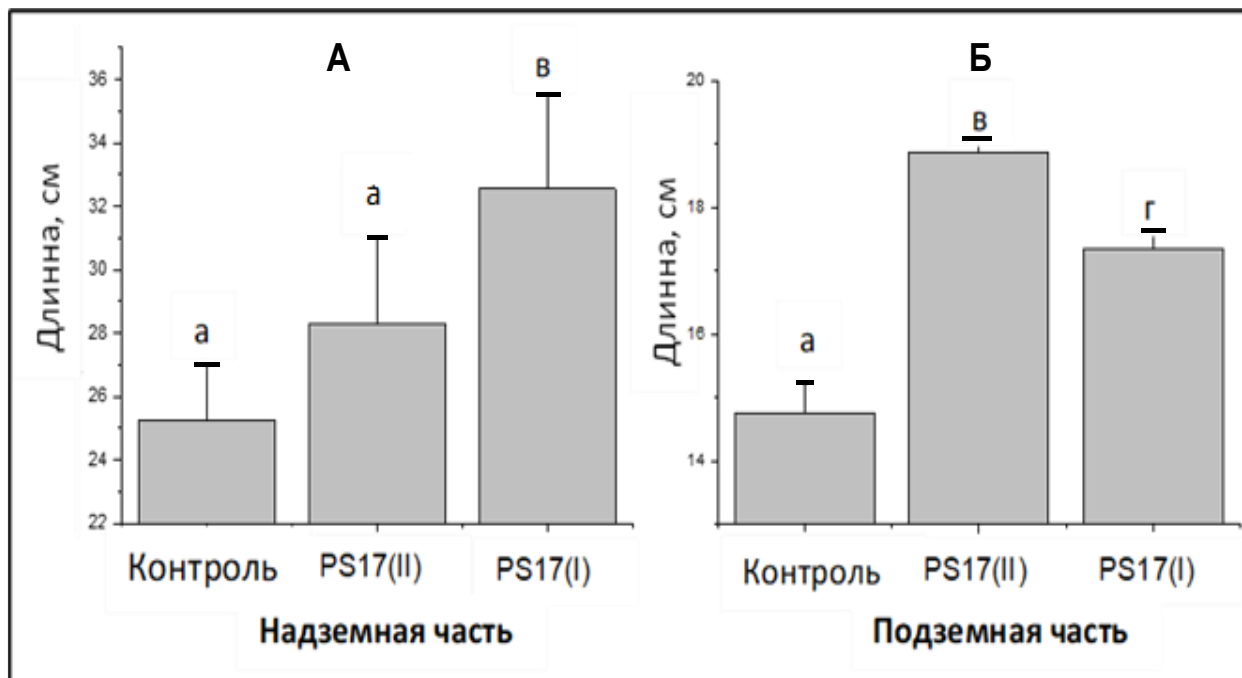
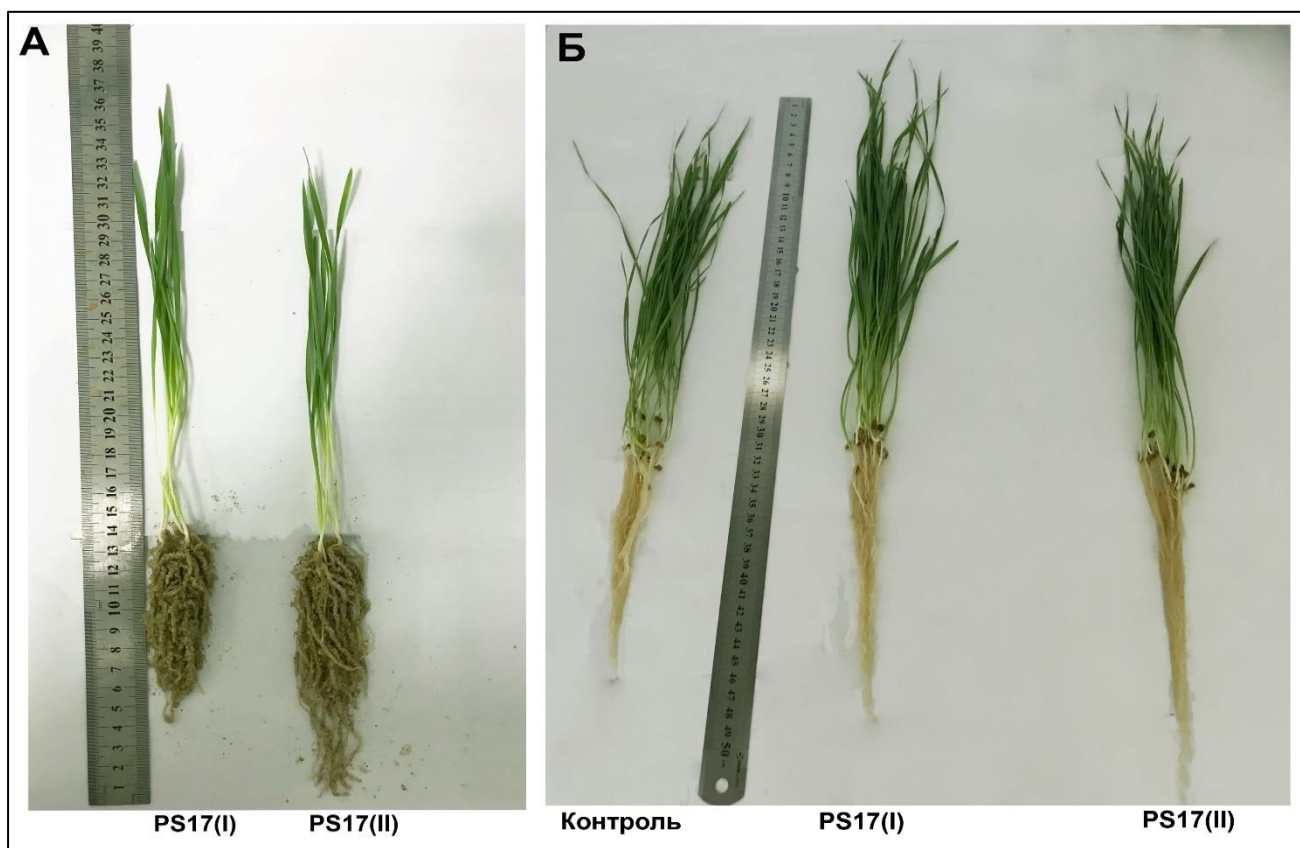


График 1. Влияние морфотипа *B. mojavensis* PS17 на развитие яровой мягкой пшеницы. Статистическая значимая разница между группами при  $p \leq 0,05$  обозначена разными буквами.



На графике 1 видно, что обе формы способствуют развитию яровой пшеницы. Морфотип I статистически ( $p \leq 0,05$ ) оказывал больше влияние на развитие надземной части растения (**график 2А и Б**) по сравнению с контролем (группа растений без обработки) и морфотипом II, который статистически ( $p \leq 0,05$ ) лучше повлиял на развитие корневой системы яровой пшеницы (**график 2 А и Б**). При обработке растение штамма PS17(I), рост побега и корня составлял  $33,7 \pm 3,2$  и  $17,5 \pm 0,7$  см, в то время, когда значение развития наземной и подземной части растения, обработанной штаммом PS17(II), были  $28,5 \pm 2,2$  и  $19,8 \pm 0,5$  см. Однако, с точки зрения влияния на надземные части растения, статическое различие ( $p \leq 0,05$ ) не было отмечено между группами растений, обработанными штаммом PS17(II) и семенами без обработки (**график 1А**). Значение надземной и подземной части растения контрольной группы составляло  $26,4 \pm 2,7$  и  $13,8 \pm 1,6$  см, соответственно. Идентичный



результат был получен при визуальной оценке влияние морфотипа PS17 на развитие растений при выращивании в гнотобиотической системе (Рисунок 2 А).

Рис. 2. Влияние морфотипа *B. mojavensis* PS 17 на развитие яровой пшеницы, выращенных в гнотобиотической системе (А) и в вегетационных условиях в контейнерах (Б).

Сходные результаты были получены в работе Achouak et al. [7] в которой было показано, что фенотипические варианты *Pseudomonas brassicacearum* штамма NFM421 колонизировали и стимулировали

корневую систему растений *Arabidopsis thaliana* лучше, чем первоначальный (оригинальный) выделенный штамм.

Фенотипическая стабильность является ключевым инструментом оптимизации биоагентов. На основании проведенных исследований на модельном штамме *B. mojavensis* PS17 можно сделать следующие предварительные выводы: каждый морфотип по-разному влияет на развитие растения. Вторым фенотипическим вариантом штамма PS17(II) больше влияет на развитие подземной части растений яровой пшеницы. Влияние первого варианта штамма PS17 больше направлено на развитие надземной части (пробег) яровой пшеницы. Результаты, полученные в данном исследовании, указывают на возможность повышения эффективности биопрепарата в зависимости от растений и условиях. Следовательно, разработчикам биопрепаратов перед массовым производством следует проверить данное явление в лабораторных и вегетационных условиях.

### **Благодарности**

Настоящая работа была выполнена при поддержке Министерства Науки и Высшего образования Российской Федерации в рамках проекта «Генетическая технология конструирования искусственных консорциумов микроорганизмов для создания биопрепаратов в растениеводстве», соглашение № 075-15-2021-1395 от «25» октября 2021 г. Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на 2019-2027 годы от 18 октября 2021 г. № 2021-1930-ФП5-0010/4.

### **Литература**

1. Lareen A., Burton F., Schäfer P. Plant root-microbe communication in shaping root microbiomes // *Plant Mol. Biol.* 2016. Vol. 90, № 6. P. 575–587.
2. Каримова Л.З. Влияние пред посевной обработки семян и нормы высева на формирование урожая и пораженность растений ячменя корневыми гнилями/ Каримова Л.З., Сафин Р.И., Таланов И.П.// Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1 (29). С. 21-25.
3. Влияние применения фунгицидов на формирование урожая озимой пшеницы в Татарстане/ Березин К.К., Колесар В.А., Исмаилова А.И., Сафин Р.И.//Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. Т. 12. № 3 (45). С. 5-9.
4. Логачева А.М. Оценка эффективности применения биологических препаратов на основе *Bacillus Amyloliquefaciens* на яровой пшенице Логачева А.М.//В сборнике: Студенческая наука - аграрному производству. Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции. Казань, 2022. С. 151-157.
5. Хусаинова Г.Х. Эффективность комплексной биологизации защиты растений от болезней яровой пшеницы/ Хусаинова Г.Х., Сафин Р.И. //В сборнике: Воспроизводство плодородия почв и продовольственная

безопасность в современных условиях. Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. Казань, 2021. С. 294-299.

6. Агиева Г.Н. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве / Агиева Г.Н., Нижегородцева Л.С., Диабанкана Р.Ж.К., Абрамова А.А., Сафин Р.И., Хисматуллин М.М. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 4 (60). С. 5-9.

7. Deacon J. W., Berry L. A. Biocontrol of soil-borne plant pathogens: Concepts and their application // Pesticide Science. 1993. № 4 (37). С. 417–426.

8. Montesinos E. Pesticides, Microbial / E. Montesinos, A. Bonaterra // Encyclopedia of Microbiology. – Elsevier Inc., 2009. С. 110-120.

9. Woude M. W. Van Der. Phase and antigenic variation in bacteria / M. W. Van Der Woude, A. J. Bäuml. – Text: electronic // Clinical Microbiology Reviews. – 2004. – Vol. 17. – № 3. – P. 581-611.

10. Ahmad S. et al. An overview on phase variation, mechanisms and roles in bacterial adaptation // J. Pak. Med. Assoc. 2017. Vol. 67, № 2. P. 285–291.

11. Simons M. [и др.]. Gnotobiotic system for studying rhizosphere colonization by plant growth-promoting *Pseudomonas* bacteria // Molecular plant-microbe interactions: MPMI. 1996. № 7 (9). С. 600–607.

12. Diabankana R. G. C. [и др.]. Effects of Phenotypic Variation on Biological Properties of Endophytic Bacteria *Bacillus mojavensis* PS17 // Biology. 2022. № 9 (11).

13. Achouak W. [и др.]. Phenotypic variation of *Pseudomonas brassicacearum* as a plant root-colonization strategy // Molecular plant-microbe interactions: MPMI. 2004. № 8 (17). С. 872–879.

14. Современные почвообрабатывающие машины / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, С. М. Яхин, Д. Т. Халиуллин. – 2-е издание, исправленное. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2016. – 208 с. – EDN ZCWWKL.

15. Валиев, А. Р. Исследование взаимодействия ротационного конического рабочего органа с почвой / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Яруллин // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 10. – С. 27-30. – EDN UQFKNP.

16. Ширяев, Г. В. Влияние физиологически активных веществ на формирование урожая и качество зерна яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан / Г. В. Ширяев, Р. И. Сафин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 1(23). – С. 160-164. – EDN OWOPQX.

© Диабанкана Р.Ж.К., Сафин Р.И., Валидов Ш.З., Афродоаньи Д.М., 2022

**Зиганшин Андрей Алексеевич**  
аспирант,  
Казанский государственный аграрный университет,  
Казань  
e-mail: [ziganshinandrei@mail.ru](mailto:ziganshinandrei@mail.ru)

## **ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИЛОСА КУКУРУЗЫ**

**Аннотация.** В статье представлено исследование зависимости урожайности и качественных характеристик силосной массы кукурузы от внесения некорневых подкормок различными удобрениями. Представлены результаты проведенных исследований и выводы к ним. рассматриваются существующие проблемы и резервы повышения продуктивности кукурузы. Представлена важность дифференцированного подхода к применению удобрений и гербицидов, научная новизна исследования и предполагаемые результаты.

**Ключевые слова:** кукуруза, удобрение, гербицид, сорные растения.

**Ziganshin Andrei Alekseevich**  
graduate student  
Kazan State Agrarian University, Kazan  
E-mail: [ziganshinandrei@mail.ru](mailto:ziganshinandrei@mail.ru)

## **BARIERS TO HIGH CORN YIELDS AND WAYS TO OVERCOME THEM**

**Annotation.** The article examines the existing problems and reserves for increasing the productivity of corn. The importance of a competent approach to the use of fertilizers and herbicides, scientific novelty and expected results are presented.

**Key words:** corn, fertilize, herbicide, weeds.

Кукуруза является одной из важнейших сельскохозяйственных культур на территории Российской Федерации. Ареал ее распространения очень широк – от южных регионов Кавказа до Республики Коми, от Смоленской области до Хабаровского края [1].

Основные цели ее выращивания – получения зерна и производство кормов [2].

Благодаря высокой производительности, хорошей отзывчивости на высокий уровень агротехнологий и очень высокой кормовой ценности, кукуруза вытеснила многие кормовые культуры и заняла лидирующую

позицию среди кормовых культур [3]. Для Республики Татарстан, как лидера среди регионов России по молочному животноводству, кукуруза имеет особое значение, прежде всего, как кормовая культура.

Посевные площади под кукурузой на силос в Республике Татарстан составляют около 150 тыс. га или 75% от всей площади под кукурузой в республике.

На данный момент селекционный прогресс позволяет выращивать высокоурожайные, скороспелые и устойчивые к неблагоприятным абиотическим условиям гибриды кукурузы, которые отлично отзываются на факторы интенсификации [3].

Один из факторов высокой интенсификации возделывания сельскохозяйственных культур – внесение некорневых подкормок макро- и микроэлементами [4, 5, 6, 7].

Зона Предкамья Республики Татарстан характеризуется тяжелыми суглинистыми почвами и малым количеством гумуса. Данные условия являются барьерами в повышении урожайности кукурузы.

Вследствии этого, возникла необходимость в проведении исследований по влиянию внесения растворенных минеральных удобрений через листовую поверхность, что позволит скорректировать уровень питания и увеличить продуктивность кукурузы [8, 9, 10].

Цель исследования

Изучить влияние некорневых подкормок на количественные и качественные показатели силоса.

Задачи исследования

1) Оценить урожайность силоса. Выявить схему питания, обеспечивающую наибольшую урожайность силоса.

2) Оценить выход сухого вещества. Выявить схему питания, обеспечивающую наибольший выход сухого вещества.

3) Оценить показатели качества силоса. Выявить схему питания, обеспечивающую наибольший выход крахмала.

Методика проведения исследований

Полевые опыты проводились на территории Агробиотехнопарка КГАУ в Лаишевском районе Республики Татарстан.

Посев производился 23 мая. Оценка урожайности силосной массы 10 сентября.

Обработка почвы – культивация перед посевом на глубину 5 см.

Фон удобрений: под предпосевную культивацию внесено 70 кг/га в физ. весе диаммофоски + 50 кг/га в физ. весе аммиачной селитры.

Фоновые обработки СЗР: проведено 2 гербицидные обработки – 1) до всходов культуры – Симба, КЭ; 2) в фазу 4 настоящего листа – Дублон, СК + Балерина, СЭ.

Гибрид: ДКС3006. ФАО 190. Зубовидный тип. Характеризуются повышенной холодостойкостью и засухоустойчивостью, а также повышенной отзывчивостью на факторы интенсификации.

#### Фактор А: схема питания

- 1) Вариант 1 – BATR 40N 4 л/га в фазу 6 настоящих листьев.
- 2) Вариант 2 – BATR 40N 4 л/га+BATR Zn 1л/га в фазу 6 настоящих листьев.

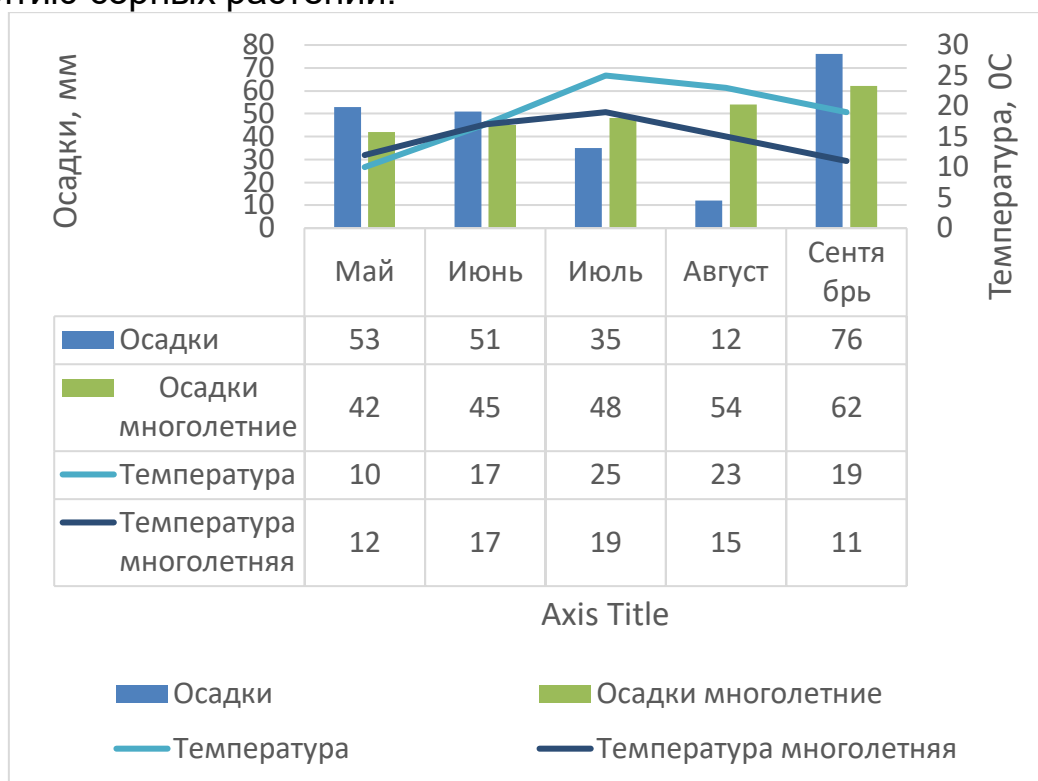
#### Агрометеорологические условия

Агрометеорологические условия 2022 года можно охарактеризовать как благоприятные для роста и развития кукурузы на силос. Наблюдалось повышенное количество осадков в начале вегетации и несколько повышенные температуры в середине вегетации.

В июне количество выпавших осадков составило 51 мм, что на 6 мм выше среднемноголетних значений. Остальные месяцы также наблюдалось большое количество осадков, часто ливневого характера.

Температурный рекорд за вегетационный период 2022 года был установлен в июле, средняя температура составила 25 °С, что на 19 °С выше средних многолетних значений, однако, в отдельные дни, дневная температура доходила до значения 40 °С, что привело к массовому температурному стрессу.

Такие погодно-климатические условия, сочетающие высокие температуры и повышенные осадки, привели к усиленному росту и развитию сорных растений.



#### Результаты исследований

Урожайность силосной массы очень важный показатель оценки эффективности выращивания кукурузы на силос. Это количественный показатель, который характеризует выход зеленой массы с початками.

Оценка урожайности силосной массы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Урожайность силосной массы.

Вариант	Урожайность силосной массы, ц/га	Прибавка, ц/га	Прибавка, %
Стандарт	447,53		-
1 Вариант	464,35	16,82	4,4
2 Вариант	468,44	19,91	4,6
НСР			

По результатам оценки урожайности силосной массы, можно сделать вывод о том, варианты 1 и 2 при сравнении со стандартом, обеспечивают достоверную прибавку в урожайности силосной массы. Между собой варианты отличаются незначительно. Наилучший результат был получен на 2 варианте.

Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что добавление в подкормку удобрений, содержащих цинк, не приводит к существенному росту урожайности силосной массы.

Один из качественных показателей силосной массы кукурузы – выход сухого вещества, который является одним из оценочных показателей кормовой ценности и от которого зависит концентрация энергии в силосной массе [12-14].

Оценка содержания сухого вещества приведена в таблице 2.

Таблица 2 – содержание сухого вещества.

Вариант	Содержание СВ в растении, %	Выход сухого вещества, ц/га	Прибавка, ц/га	Прибавка, %
Стандарт	33,93	151,84	-	-
1 Вариант	34,97	163,38	11,54	7,6
2 Вариант	35,16	164,7	12,86	8,47
НСР				

Анализ содержания сухого вещества показал достоверную прибавку лишь между стандартом и вариантами сравнения. Варианты 1 и 2 отличаются между собой незначительно.

Энергетическая ценность силоса определяется выходом крахмала, т.к. от данного показателя напрямую зависит выход энергии и переваримость.

Выход крахмала на гектар представлен в таблице 3.

По результатам анализа содержания и выхода крахмала, можно сделать вывод о том, что достоверная прибавка обеспечивается как между стандартом и вариантами сравнения, так и между вариантами обработок. Наибольший показатель выхода крахмала на гектар отмечается на 2 варианте.

Таблица 3 – содержание крахмала.

Вариант	Содержание крахмала в СВ, %	Выход крахмала, ц/га	Прибавка, ц/га	Прибавка, %
Стандарт	35,5	53,3	-	
1 Вариант	38,6	62,2	8,9	16,7
2 Вариант	40,1	65,9	12,6	23,6
НСР				

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод о том, что подкормки удобрениями, содержащими Азот и Цинк являются эффективным средством увеличения выхода крахмала на гектар.

#### Заключение

Исследование влияния некорневых подкормок на урожайность и качественные показатели силосной массы в сезоне 2022 демонстрирует, что некорневые подкормки являются эффективным средством увеличения продуктивности выращивания кукурузы на силос.

#### Литература

1. Долгачева В.С. Растениеводство./ В.С. Долгачева. – М.: Академия. 1999. – 368 с.
2. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продуктов растениеводства: Учебник (по / В.И. Филатов и др. - Москва: Высшая школа, 2016. - 588 с.
3. Д.Шпаар, К. Гинапп, Д.Дрегер, А.Захаренко и др. Кукуруза (Выращивание, уборка, консервирование и использование) – М.: ООО «ДЛВ АГРОДЕЛО», 2014. – 390с.
4. Корнев Г.В. Растениеводство./ Г.В. Корнев и др. – М.: 1999. – с.
5. Вафин И.Х. Оценка эффективности применения некорневой подкормки комплексными удобрениями на озимой пшенице/ Вафин И.Х., Сафин Р.И. // В сборнике: Современные достижения аграрной науки. научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 80 летию д.с.-х.н., профессора, член-корр. РАН, почетного члена АН РТ, академика АИ РТ, трижды Лауреата Государственных и Правительственной премии в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РТ Мазитова Назиба Каюмовича. Казанский государственный аграрный университет. Казань, 2020. С. 332-336.
6. Вахитова Л.З. Влияние некорневого внесения органоминерального удобрения агрис марка азоткалий на продуктивность и качество ярового ячменя/Вахитова Л.З., Каримова Л.З., Нижегородцева Л.С., Сафин Р.И.//Плодородие. 2020. № 3 (114). С. 15-17.
7. Лукманова А.А. Особенность развития септориоза и изучение отзывчивости сортов яровой пшеницы к некорневым подкормкам в условиях республики татарстан/Лукманова А.А., Сафин Р.И., Кадырова



Ф.З.//В сборнике: Современные научно-практические основы агротехнологий в сельскохозяйственном производстве. материалы международной научно-практической конференции. 2019. С. 147-154.

8. Михайлова М.Ю. Приемы и тенденции возделывания кукурузы на кормовые цели в регионах российской федерации Михайлова М.Ю./Агробиотехнологии и цифровое земледелие.// 2022. № 1. С. 18-21.

9. Михайлова М.Ю. Роль листовых подкормок в формировании зеленой массы кукурузы./ Михайлова М.Ю. В сборнике: Воспризводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях. //Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. Казань, 2021. С. 153-159.

10. Михайлова М.Ю. Экономическая эффективность возделывания культур зернового клина при улучшении режима питания Михайлова М.Ю., Мухамадиева Х.Х.//В сборнике: Современные достижения аграрной науки. Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича. Казань, 2021. С. 309-314.

11. Домашев П. П., Дзюбецкий Б. В., Костюченко В. И. Селекция кукурузы. – М.:Агропромиздат. – 1992. – 208с.

12. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AARMMW.

13. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

14. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 138-142. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-138-142. – EDN WEWUEY.

© Зиганшин А.А., 2022

**Климова Лилия Рафкатовна**  
Младший научный сотрудник  
ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН,  
Казань  
[li21@mail.ru](mailto:li21@mail.ru)

**Хайруллина Алсу Рустемовна**  
Младший научный сотрудник  
ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН,  
Казань  
[alsu\\_85@inbox.ru](mailto:alsu_85@inbox.ru)

## **ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РАСТЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОВ И ВЕЛИЧИНЫ УРОЖАЯ СОРТОВ ГРЕЧИХИ ОБЫКНОВЕННОЙ**

**Аннотация:** Формирование архитектоники растений является одним из важнейших направлений в селекции гречихи обыкновенной. В статье представлены результаты изучения влияния структурных элементов растений на формирование величины урожая и качественных показателей сортов селекции Татарского НИИСХ. Было выявлено, что различные морфотипы по-разному формируют свой репродуктивный потенциал. Так у морфотипов с ограниченным ветвлением и фасцированных форм формирование урожайности находится в прямой сильной корреляционной зависимости с количеством узлов и длиной зоны плодоношения стебля. У сортов Чатры Тау и Яшьлек формирование генеративной массы находится в зависимости от количества ветвей первого порядка и сформированных на них соцветиях.

**Ключевые слова:** гречиха, урожайность, структурные элементы, белок, натура, масса тысячи плодов

**Klimova Lilia Rafkatovna**  
Junior research assistant  
TRIA FRC kazan Scientific Center of RAS,  
Kazan  
[li21@mail.ru](mailto:li21@mail.ru)

**Khairullina Alsu Rustemovna**  
Junior research assistant  
TRIA FRC kazan Scientific Center of RAS,  
Kazan  
[alsu\\_85@inbox.ru](mailto:alsu_85@inbox.ru)

## THE INFLUENCE OF STRUCTURAL ELEMENTS OF PLANTS ON THE FORMATION OF QUALITATIVE INDICATORS OF FRUITS AND THE YIELD OF VARIETIES OF BUCKWHEAT

**Abstract:** The formation of plant architectonics is one of the most important directions in the breeding of buckwheat. The article presents the results of studying the influence of structural elements of plants on the formation of yield values and quality indicators of varieties of selection of the Tatar Research Institute. It was revealed that different morphotypes form their reproductive potential in different ways. Thus, in morphotypes with limited branching and fasciated forms, the formation of yield is in a direct strong correlation with the number of nodes and the length of the fruiting zone of the stem. In Chatra Tau and Yashlek varieties, the formation of generative mass depends on the number of branches of the first order and the inflorescences formed on them.

**Keywords:** buckwheat, yield, structural elements, protein, nature, mass of thousands of fruits

В современной селекции гречихи обыкновенной повышение урожайности остается трудоемким и долгим процессом. Это связано не только со сложностью и динамичностью самого процесса, но и с отсутствием надежных маркеров отбора растений [1,2,3].

Исследования структурных элементов показали сильную зависимость урожайных и качественных показателей от структурных элементов [4-9].

Многочисленные исследования указывают на то, что повышение урожайности и качества зерна в селекции целесообразно проводить путем морфологической перестройки габитуса растения в направлении оптимизации генеративной части растения [10-18].

Цель работы – изучить влияние структурных элементов на урожайность и качество плодов различных морфотипов гречихи.

Исследования проводились в 2022 году на базе Татарского НИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН, расположенной в Лаишевском муниципальном районе вблизи села Большие Кабаны. Почва опытного участка – светло-серая лесная. Содержание гумуса в год исследования составило 3,4% (ГОСТ 26213-91); рН солевой вытяжки -6,5 ед. (ГОСТ 26483-85); содержание  $P_2O_5$  и  $K_2O$  составило 350 и 90,1 мг/кг соответственно (ГОСТ 26207-84).

Площадь делянок 25 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, размещение вариантов опыта – систематическое. Технология обработки почвы и посева – общепринятая для зоны. Посев опыта был проведен 6 июня, норма высева- 2 млн. всхожих семян на гектар.

Для исследования были взяты индетерминантные сорта Чатыр Тау и Яшьлек относящиеся к краснострелецкому морфотипу, которые включают в себя растения с морфо-анатомическими изменениями сосудисто-проводящей и репродуктивной системы. К – 850 – гибридная

популяция, сформированная на основе семей с хорошо развитой зоной ветвления и компактной зоной плодоношения. Растения с крупным верхушечным соцветием, дифференцированным на два верхних узла. Растения фасциированные. К – 990 Среднерослый морфобиотип с фасциированным изогнутым стеблем и крупными, плотными верхушечными соцветиями.

Натуру зерна определяли по ГОСТ 10840-2017; массу тысячи семян по ГОСТ 12042-80.

Морфоструктурный анализ проводили у 25 растений каждого сортообразца в сравнении со стандартом Яшьлек. Результаты исследований обрабатывали статистическими методами пакета программ Excel.

Метеорологические условия 2022 года характеризовались затяжной весной с низкими среднесуточными температурами. Среднесуточная температура в третьей декаде мая составила 10<sup>0</sup>С, отклонение от средних многолетних данных составило -4,8<sup>0</sup>С. Количество осадков составило 50% от среднемноголетних данных. Июнь характеризовался атмосферной засухой с одновременными сильными перепадами с высоких дневных на низкие ночные температуры. Отклонение от среднемноголетней нормы составило 2,0<sup>0</sup>С. Период начала формирования генеративной массы гречихи проходил в оптимальных условиях. Невысокие дневные температуры и наличие почвенной влаги, позволили выявить урожайный потенциал сортов. Однако в августе, когда происходил налив зерна, отмечалась почвенно-атмосферная засуха, которая запустила защитно-приспособительный механизм растений. В этом месяце наблюдалось массовое высыхание цветов и завязи.

Доказано, что количество узлов на главном стебле зависит от высоты растений (табл. 1). Наиболее высокорослым с наибольшим количеством узлов на главном стебле оказался стандарт Яшьлек (79 см). Наиболее низкорослым оказался сорт Чатыр Тау (60см).

Сбежистость стебля – это параметр, показывающий прочность стебля. Он считается как отношение диаметра 2 междоузлия к 7 междоузлию на главном стебле. По этому параметру выделился сортообразец К-990. Переход от 2 к 7 междоузлию на этом варианте был наиболее плавным, что означает что стебли данного сортообразца устойчивы к полеганию. Сбежистость стебля была минимальной на сорте Чатыр Тау и составила 0,42.

Таблица 1 – Параметры главного стебля растений гречихи обыкновенной

Признак	Чатыр Тау	Яшьлек	К-850	К-990
Высота растений, см	60±1,22	79 ±1,79	71±1,73	74±1,89
Число узлов на стебле	8,38±0,19	9,61±0,21	9,20±0,22	9,38±0,18
Диаметр 2-го междоузлия, мм	0,44±0,02	0,50±0,02	0,52±0,01	0,50±0,02

Диаметр междоузлия, мм	7-го	0,19±0,01	0,29±0,02	0,30±0,02	0,32±0,02
Сбежистость стебля		0,42	0,58	0,59	0,63

Репродуктивный потенциал вариантов исследования сильно различался (табл. 2).

На всех вариантах исследования было преобладание количества соцветий и зерен, которые сформировались на главном стебле. На стандарте Яшьлек в условиях 2022 года было подсчитано наибольшее количество соцветий и зерна.

Наиболее продуктивным в исследованиях 2022 года оказался сортообразец К-850. Он сформировал наиболее крупное зерно с массой зерна с одоного растения (2,19 г) и массой тысячи плодов (33,6 г). При этом стоит отметить, что на данном варианте натура зерна оказалась наименьшей (542 г/л), что указывает на повышенную крылатость плодов.

Наиболее оптимальные качественные показатели были получены на стандарте Яшьлек.

Таблица 2 – Репродуктивный потенциал растений гречихи обыкновенной

Признак	Чатыр Тау	Яшьлек	К-850	К-990
Число ветвей I первого порядка	2,96±0,20	2,70±0,15	2,72±0,12	2,58±0,22
Число ветвей II первого порядка	0,33±0,14	0,18±0,11	0,04±0,04	0,04±0,04
Число соцветий на главном стебле	3,54±0,20	3,96±0,27	3,76±0,22	3,71±0,21
Число соцветий с боковых побегов	3,42±0,43	3,57±0,41	3,16±0,34	2,63±0,45
Число зерен с главного стебля	36,71±2,76	53,04±4,29	47,84±2,70	47,42±3,09
Число зерен с боковых побегов	19,00±3,22	23,30±3,80	16,60±2,48	16,67±3,02
Масса зерна с растения, г	1,92±0,17	2,07±0,15	2,19±0,17	1,99±0,16
Масса тысячи плодов, г	32,8	31,3	33,6	31,5
Натура зерна, г/л	544	598	542	543

Проведенный корреляционный анализ выявил, что формирование продуктивного потенциала у сорта Чатыр Тау зависит от количества соцветий, сформированные на боковых побегах ( $r=0,85$ ). Масса зерна с растения имеет прямую сильную связь с массой стебля ( $r=0,82$ ) и массой корня ( $r=0,86$ ). Масса тысячи плодов зависит от количества узлов на главном стебле ( $r=0,91$ ), количества соцветий на боковых побегах ( $r=0,91$ ). Натура зерна имеет прямую сильную связь с числом зерен с боковых побегов ( $r=0,94$ ) их массы ( $r=0,86$ ), веса соломы ( $r=0,95$ ).

Количество зерен у сорта Яшьлек коррелирует с количеством соцветий на боковых побегах ( $r=0,90$ ), а масса зерна с растения сильно зависит от количество зерен с боковых побегов ( $r=0,84$ ). При этом

качественные показатели плодов на данном сорте имеют сильную корреляционную связь с количеством зерен, полученных с главного стебля ( $r=0,84$ ).

У сортообразца К-850 масса зерна с растения формируется за счет формирования плодов и соцветий на главном стебле ( $r=0,82$ ). Качественные показатели данного сорта сильно коррелируют с длиной и количеством узлов в зоне плодоношения стебля ( $r=0,85$ ).

Сортообразец К-990 формирует зерновую продуктивность за счет количества соцветий и плодов, сформированных на главном стебле ( $r=0,92$ ). Масса тысячи семян и натура зерна имеет отрицательную корреляцию с числом соцветий и зерен на боковых побегах ( $r=-0,73$ ).

В заключении можно сделать предварительный вывод о том, что различные морфотипы гречихи обыкновенной формируют свой репродуктивный потенциал по-разному. Так индетерминантные сорта в условиях атмосферно-почвенной засухе во второй половине генеративного периода формируют урожай за счет боковых побегов. Морфотипы с ограниченным ветвлением и фасциированные морфотипы формируют урожайность за счет образования и налива зерна в зоне плодоношения стебля.

## Литература

1. Видовые и сортовые особенности формирования плодов и семенной продуктивности у растений гречихи / А. Н. Фесенко, А. В. Амелин, В. В. Заикин, Е. И. Чекалин // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 85. – С. 260-265. – DOI 10.21515/1999-1703-85-260-265.

2. Фесенко, А. Н. Морфогенетический метод селекции гречихи (*Fagopyrum esculentum* Moench) : Светлой памяти выдающегося исследователя и наставника Николая Валерьяновича Фесенко посвящается / А. Н. Фесенко, Н. Н. Фесенко, О. И. Романова ; Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. – Санкт-Петербург : Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова", 2017. – 164 с. – ISBN 978-5-905954-28-3.

3. Морфо-анатомические и физиолого-биохимические параметры семян гречихи в связи с селекцией на высокую и качественную урожайность / А. В. Амелин, А. Н. Фесенко, В. В. Заикин [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 9. – С. 4-8. – DOI 10.28983/asj.y2021i9pp4-8.

4. Михайлова, М. Ю. Оптимальная система удобрений и выбор гибрида - залог получения запланированных урожаев кукурузы на кормовые цели / М. Ю. Михайлова // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры :

Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28–30 мая 2020 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – С. 623-629.

5. Зиганшин, А. А. Продуктивность и экологическая пластичность сортов сои Отечественной селекции / А. А. Зиганшин, В.А. Колесар // Студенческая наука - аграрному производству : Материалы 79 студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 26 марта 2021 года. – КАЗАНЬ: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 90-95.

6. Нижегородцева Л.С. Оценка продуктивности и экологической пластичности сортов яровой пшеницы в условиях Республики Татарстан. / Нижегородцева Л.С., Сафин Р.И.//Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (47). С. 149.

7. Сафин Р.И. Оценка продуктивности и экологической пластичности сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Республики Татарстан. / Сафин Р.И., Амиров А.М., Турнин С.Л., Нижегородцева Л.С.//Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 3 (37). С. 148-151.

8. Каримова Л.З. Экологическая пластичность сортов ярового ячменя в условиях Республики Татарстан/ Каримова Л.З., Нижегородцева Л.С., Сафин Р.И.//Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. № 2 (36). С. 161.

9. Модель развития растений яровой пшеницы в условиях серых лесных почв Предкамья Республики Татарстан / И. М. Сержанов, Ф. Ш. Шайхутдинов, А. Р. Сержанова, Р. И. Гараев // Актуальные вопросы использования земельных ресурсов, геодезии и природопользования : сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции кафедры землеустройства и кадастров Казанского ГАУ, Казань, 21 апреля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 97-104.

10. Влияние погодных условий на биометрические показатели различных сортов яровой пшеницы / М. Н. Галиуллин, А. Р. Досаев, Ш. И. Миргалимов, И. Н. Шакиров, Р.М. Сабирова // Студенческая наука - аграрному производству: Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 81-87.

11. Морфоструктурные особенности растений перспективных сортов гречихи в селекции на урожайность / Ф. З. Кадырова, Л. Р. Кадырова, Г. Н. Галиуллина [и др.] // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции агрономического факультета Казанского государственного

аграрного университета, Казань, 06 апреля 2016 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 127-131.

12. Физиолого-генетические аспекты селекции гречихи на адаптивность / А. В. Амелин, А. Н. Фесенко, Ф. З. Кадырова [и др.]. – Орел: Издательство Картуш, 2021. – 408 с. – ISBN 978-5-9708-0890-0.

13. Кадырова, Л. Р. Морфология и некоторые аспекты репродуктивной биологии гречихи многолетней *Fagopyrum esculentum* Meissn. в условиях Республики Татарстан / Л. Р. Кадырова, Ф. З. Кадырова // Самарский научный вестник. – 2018. – Т. 7. – № 4(25). – С. 45-49. – DOI 10.24411/2309-4370-2018-14108.

14. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 138-142. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-138-142. – EDN WEWUEY.

15. Формирование системы точного земледелия в Республике Татарстан / Р. И. Сафин, А. Р. Валиев, Р. В. Миникаев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5. – № 2(16). – С. 153-156. – EDN MNLGTD.

16. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

17. Ширяев, Г. В. Влияние физиологически активных веществ на формирование урожая и качество зерна яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан / Г. В. Ширяев, Р. И. Сафин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 1(23). – С. 160-164. – EDN OWOPQX.

18. Формирование модели инновационно-консультационного центра на базе аграрного вуза / Д. И. Файзрахманов, Г. Р. Валиева, Л. Н. Савушкина, Н. А. Сафиуллин // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 4. – С. 2-5. – EDN YQGARB.

© Климоза Л.Р., Хайруллина А.Р., 2022



**Колесар Валерия Александровна**  
Кандидат биологических наук, доцент  
Казанский государственный аграрный университет, Казань  
[klerochka@gmail.com](mailto:klerochka@gmail.com)

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ  
УРОЖАЙНОСТИ И ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ  
СОИ ОБЫКНОВЕННОЙ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН**

**Аннотация:** В 2020 и 2021 гг оценивалась и изучалась продуктивность сортов сои иностранной селекции: Скульптор и Аннушка при использовании различных удобрений Агронан. Агроклиматические условия в 2020 году были благоприятны для растений сои, а метеоусловия 2021 года, напротив, неблагоприятны.

Рассматривая, последствия обработки семян и внекорневое внесение на сое разных сортов органоминеральных удобрений Агронан Органик и Агронан Актив, можно отметить, что на обоих изучаемых сортах против болезней корней и листьев был более эффективен Агронан Актив. Все используемые агропрепараты приводили к усилению ростовых процессов сои исследуемых сортов по сравнению с контролем.

Анализируя урожайность за два года, можно сделать вывод о положительной реакции сорта Скульптор на обработку препаратом Агронан Актив в 2020 году, и Агронан Органик на сорте сои Аннушка в 2021 году. Такие показатели как количество семян в бобе, густота растений к уборке, масса 1000 семян и т.д. показывали себя на различных сортах по-разному.

**Ключевые слова:** органоминеральные удобрения, сорта сои, обработка семян, опрыскивание посевов, септориоз, корневые гнили, урожайность.

**Valeria A. Kolesar**  
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor  
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia  
[klerochka@gmail.com](mailto:klerochka@gmail.com)

**EFFICIENCY OF THE TECHNOLOGY OF USING ORGANOMINERAL  
FERTILIZERS TO IMPROVE YIELD AND PHYTOSANITARY CONDITION  
OF SOYBEAN CROPS IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

**Kolesar V.A.**  
candidate of biological sciences,  
Kazan State Agrarian University, Kazan  
e-mail: [klerochka@gmail.com](mailto:klerochka@gmail.com)

**Abstract:** In 2020 and 2021, the productivity of soybean varieties of foreign selection was evaluated and studied: Sculptor and Annushka using various Agronan fertilizers. Agro-climatic conditions in 2020 were favorable for soybean plants, and the weather conditions in 2021, on the contrary, were unfavorable.

Considering the consequences of seed treatment and foliar application of organomineral fertilizers Agronan Organic and Agronan Aktiv on soybeans, it can be noted that Agronan Aktiv was more effective against root and leaf diseases on both studied varieties. All used agro-preparations led to an increase in the growth processes of soybeans of the studied varieties compared to the control.

Analyzing the yield for two years, we can conclude that the Sculptor variety has a positive reaction to the treatment with Agronan Active in 2020, and Agronan Organic on the Annushka soybean variety in 2021. Indicators such as the number of seeds in a pod, the density of plants to harvest, the weight of 1000 seeds, etc. showed themselves in different varieties in different ways.

**Key words:** organomineral fertilizers, soybean varieties, seed treatment, crop spraying, septoria, root rot, yield.

В наступившие времена существенно при защите сельскохозяйственных культур, не полное уничтожение вредоносных источников, а оптимизация их фитосанитарного состояния, для чего и служат, в том числе, и органоминеральные удобрения в [1, 2, 3].

Данные агропрепараты важны в жизнеобеспечении и сои. Основными способами, более значимыми, при их использовании служат обработка семян и опрыскивание растений [4, 5, 6].

Постоянно идёт прирост загрязнения окружающей среды и увеличение цен на минеральные удобрения, поэтому как выход из сложившейся обстановки, можно рассмотреть применение более недорогих и более экологически не вредных органоминеральных удобрений, при помощи которых можно повысить урожайность и улучшить фитосанитарную обстановку. [7, 8].

Из вышеописанного, становится понятным, что есть актуальность в изучении воздействия органоминеральных удобрений на продукционный потенциал и фитосанитарное состояние корней и листьев сои, конечно же, при учёте конкретных условий погоды [9]. Итак, целью наших исследований служит – изучить как влияют агропрепараты Agronan Aktiv и Agronan Organic в виде протравливания семян и опрыскивания растений в фазу бутонизации на формирование урожайности и фитосанитарную обстановку в посевах сои сортов Скульптор и Аннушка в условиях РТ.

Цель исследований – оценить эффективность использования новейших органических микроудобрений для обработки семян и некорневой подкормки на сое разных сортов. Задачи исследований: 1. Определить влияние различных составов препаратов на рост и развитие растений. 2. Выявить влияние исследуемых агропрепаратов на развитие основных болезней культуры. 3. Оценить воздействие агропрепаратов серии Агронан на образование урожая.

Изучение препаратов велось в 2020 году на сое сорта Скульптор и в 2021 году на сое сорта Аннушка на опытном поле вблизи сельского поселения Нармонка [8]. Репродукция используемых семян – ЭС.

Погода 2020 года в период вегетации сои, описывается как благоприятная для её роста и развития. Май был с большим количеством осадков (выше на 21% в сравнении со среднемноголетними показателями), температура не отличилась от многолетних значений. Месяц июнь был засушливый и холодный. С отклонением от среднемноголетних норм по осадкам на 50%, а по температурному режиму- 1,9°C. Июль характеризовался тоже засушливыми явлениями. С дефицитом по осадкам – 38%. Август отметился очень неустойчивой холодной и дождливой погодой. В сентябре было тепло и засушливо.

Результаты анализа условий вегетации 2021 года позволяют сделать вывод о развитии острозасушливых явлений (дефицит осадков в период активного вегетационного роста сельскохозяйственных культур (май-июнь) был на уровне 29,1%, при значительно более высоких показателях, температуры воздуха). В целом, агроклиматические условия вегетации 2021 года были неблагоприятны для роста и развития соевых растений. Почва участка с опытами – серая лесная среднесуглинистая, достаточно плодородная [9, 10].

Высевные нормы семян сои обоих сортов сои были 0,7 млн. шт. в.с./га. Перед посевом семена были протравлены в соответствии со схемой опыта. Расход рабочей жидкости для обработки семян – 10 л/т. Нормы расхода препаратов для опрыскивания посевов, были взяты в соответствии со схемой опыта. Норма расхода рабочего раствора 200 л/га. Вносились при предпосевной культивации минеральные удобрения: в физическом весе азофоски – 1,7 кг на одну делянку.

Проводили изучение обработки семян и посевов сои сортов Скульптор и Аннушка по схеме:

1. Контроль (без обработок)
2. Агронан Органик, Обработка семян (0,3 мл/т) + Опрыскивание в фазу бутонизации (0,2 л/га).
3. Агронан Актив, Обработка семян (0,3 мл/т) + Опрыскивание в фазу бутонизации (0,2 л/га).

Размер делянок для опытов составил двадцать м<sup>2</sup>, а размеры делянок для учетов пятнадцать м<sup>2</sup>. Повторения в опытах 3-х кратные,

расположение делянок для опытов последовательное. Предшественником служил чистый пар.

Анализ и обсуждение результатов.

Результаты оценки поражения растений корневыми гнилями можно увидеть в следующей таблице (таблица 1).

Таблица 1 – Развитие и распространённость корневых гнилей сои в зависимости от обработки семян и опрыскивания посевов, %, 2020 и 2021 г.

Вариант опыта	Развитие (R)	Распространенность (P)
Сорт Скульптор, 2020 год		
Контроль	7,50	100
Обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик	4,50	100
Обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив	2,00	80
Сорт Аннушка, 2021 год		
Контроль	10,25	100
Обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик	9,70	100
Обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив	7,50	100

Наилучшем образом в обоих годах на сорте Скульптор и Аннушка показал себя второй вариант обработки Агронан Актив: обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации.

В Татарии на сое среди болезней листового и стеблевого аппаратов более всего распространена септория (таблица 2).

Таблица 2 – Развитие септории на листовом аппарате сои при использовании различных органоминеральных удобрений, %, 2020 и 2021 г

Вариант	Септориоз	
	Развитие (R)	Распространенность (P)
Сорт Скульптор, 2020 год		
Контроль	16,00	80
Обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик	12,00	60
Обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив	8,00	40
Сорт Аннушка, 2021 год		
Контроль	20	85

Обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик	14	60
Обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив	12	55

Меньше всего развития и распространённости септориоза листьев по сравнению с контролем оказалось у сортов, обработанных препаратом Агронан Актив в фазу бутонизации [10-13].

Для выявления влияния обработки семян и посевов разными препаратами на рост и развитие растений проводили измерения биометрии. Результаты их расположены в таблице 3.

Таблица 3 – Длина стебля и корней растений сои в зависимости от обработки семян и опрыскивания посевов, см, 2020 и 2021 год.

Вариант	Длина стебля	Длина корней
Сорт Скульптор, 2020 год		
Контроль	40,00	10,40
Обработка семян (0,3 мл/т) и опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик	51,00	10,50
Обработка семян (0,3 мл/т) и опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив	48,40	13,40
Сорт Аннушка, 2021 год		
Контроль	41,4	10,0
Обработка семян (0,3 мл/т) и опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик	43,3	16,5
Обработка семян (0,3 мл/т) и опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив	43,0	10,4

В целом, для обеих препаратов при их использовании отмечается выраженный ростостимулирующий эффект по сравнению с контролем в оба года испытаний.

Данные по урожайности и по структуре урожая сои сорта Аннушка и Скульптор приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Структура урожая и биологическая урожайность сои на момент полной спелости, 2020 и 2021 г.

Вариант	Урожайность, т/га	Густота растений к уборке, шт./м <sup>2</sup>	Количество семян в бобе, шт	Количество семян на 1 растение, шт.	Масса семян на 1 растение, г	Масса 1000 семян, г
Сорт Скульптор, 2020 год						
Контроль	0,94	44	1,6	15,6	2,14	137,2
Обработка семян (0,3 мл/т) и опрыскивание	2,28	64	1,8	19,9	3,9	178,9

е растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик						
Обработка семян (0,3 мл/т) и опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив	3,26	64	2,4	27,9	5,1	182,8
НСР <sub>05</sub>	0,17					
Сорт Аннушка, 2021 год						
Контроль	1,28	46	1,8	18,1	2,78	153,6
Обработка семян (0,3 мл/т) и опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик	1,83	48	1,9	24,2	3,81	157,4
Обработка семян (0,3 мл/т) и опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив	1,58	47	1,9	21,6	3,36	155,5
НСР <sub>05</sub>	0,14					

Анализируя урожайность за два года, можно сделать вывод о положительной реакции сорта Скульптор (Германского семенного альянса) на обработку препаратом Агронан Актив в 2020 году, и Агронан Органик на польском сорте сои Аннушка в 2021 году. Такие показатели как количество семян в бобе, густота растений к уборке, масса 1000 семян и т.д. показывали себя на различных сортах по-разному [14-20].

Предварительные выводы и предложения: 1. Применение обработки всеми изучаемыми препаратами, по сравнению с показателями для контроля, приводит к снижению развития корневых гнилей и септориоза листьев сои. Особенно выделяется вариант –

обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив. 2. Обработка семян микроудобрениями марки Агронан перед посевом и сочетание её с некорневой подкормкой в фазу бутонизации оказали положительное воздействие на процессы роста разных органов сои. 3. Таким образом, с использованием микроудобрений марки Агронан идёт стимулирование роста надземной массы растений сои. Наиболее высокие показатели накопления воздушно-сухой массы корней и надземной массы растений сои были в варианте: обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик в 2020 году. 4. На всех вариантах опыта была получена достоверная прибавка урожайности по сравнению с контрольным вариантом. Максимальная урожайность в 2020 году на сорте Скульптор была достигнута при обработке семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив (3,26 т/га). В 2021 году на сорте Аннушка в условиях засухи наилучшем показателем урожайности является обработка семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик. 5. Было выявлено положительное влияние применения обработки семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив на увеличение количества семян в бобе, зёрен на растении и массу тысячи семян в сои сорта Скульптор 2020 года. Положительное влияние в 2021 году оказали равномерно оба варианта опрыскивания. 6. По содержанию в зерне белка и жира максимальные значения были с применением Агронан Органик как в 2020, так и в 2021 годах (обработка семян + опрыскивание).

Таким образом, исследования 2020 и 2021 года подтвердили, что для повышения урожайности сои сорта Скульптор в достаточно увлажненных условиях, таких как в 2020 году наиболее перспективно применение обработки семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Актив.

В 2021 году для сои сорта Аннушка при небольшой засухе и для улучшения фитосанитарного состояния её посевов в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан наиболее перспективно применение обработки семян (0,3 мл/т) + опрыскивание растений (0,2 л/га) в фазу бутонизации Агронан Органик.

### **Литература**

1. Гаврилов, А. А. Высокая культура земледелия – лучшее «лекарство» от болезней / А. А. Гаврилов, А. П. Шутко, С. Ю. Гребенник // Защита и карантин растений. – 2006. – № 11. – С. 25–26.
2. Agrios G. N. Plant Pathology. - Elsevier Acad. Press., 2005. - 952 p.
3. Сафин Р.И. Современное состояние и перспективы развития углеродного земледелия в Республике Татарстан / Р.И. Сафин, А.Р.

Валиев, В.А. Колесар // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3 (63). – С. 7-13.

4. Вафин И.Х. Эффективность комплексно применения различных микроудобрений на семенных посевах озимой пшеницы./Вафин И.Х., Сафин Р.И.//В сборнике: Воспризводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях. Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. Казань, 2021. С. 104-112.

5. Шарипова Г.Ф. Эффективность некорневого внесения различных удобрений на сое в предкамье Республики Татарстан/Шарипова Г.Ф., Дмитриева П.А., Сафина Д.Р., Колесар В.А., Сафин Р.И. В сборнике: Воспризводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях. Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. Казань, 2021. С. 192-198.

6. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве/Агиева Г.Н., Нижегородцева Л.С., Диабанкана Р.Ж.К., Абрамова А.А., Сафин Р.И., Хисматуллин М.М. //Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 4 (60). С. 5-9.

7. Шарипова, Г.Ф. Эффективность применения удобрений с микроэлементами на различных сортах сои / Г. Ф. Шарипова, В. А. Колесар, Р. И. Сафин // Плодородие. – 2020. – № 3(114). – С. 9-12.

8. Злотников А. К., Злотников К. М. Применение биопрепарата для повышения устойчивости растений к засухе и другим стрессам//Агро-XXI. - 2007. - № 10-12. - С. 37-38.

9. Файзуллин И.И., Набиуллин Р.З., Ахметзянов М.Р. Биологизация земледелия - основа высокопродуктивного сельского хозяйства// Вестник Казанского ГАУ. -2011. - № 1 (19). - С. 153-156.

10. Алабушев. А.В. Стабилизация производства зерна в условиях изменения климата. / А.В. Алабушев // Зерновое хозяйство. - № 4. - 2011. - С. 8-13.

11. Трофимов, Н. В. Методика разделения территории Республики Татарстан на агроландшафтные районы на основе зонирования природно-климатических ее условий / Н. В. Трофимов, С. В. Сочнева, М. В. Панасюк // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № S4-1(55). – С. 127-131. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-127-131.

12. Михайлова, М.Ю. Динамика макроэлементов в серой лесной почве под посевами кукурузы на зеленую массу в условиях Предволжья Республики Татарстан при внесении повышенных норм минеральных удобрений / М.Ю. Михайлова, Р.В. Миникаев // Плодородие. – 2020. - № 3 (144). – С. 12-14.



13. Сабирова, Р. М. Эффективность применения гранулированного куриного помета как основного удобрения на серых лесных почвах Республики Татарстан / Р. М. Сабирова, Ф. Ф. Хисамиев, Р. С. Шакиров // Плодородие. – 2020. – № 3(114). – С. 29-32.

14. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

15. Формирование системы точного земледелия в Республике Татарстан / Р. И. Сафин, А. Р. Валиев, Р. В. Миникаев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5. – № 2(16). – С. 153-156. – EDN MNLGTD.

16. Система земледелия Республики Татарстан / А. Р. Валиев, И. Х. Габдрахманов, Р. И. Сафин, Б. Г. Зиганшин. Том Часть 3. – Казань : ООО "Центр инновационных технологий", 2014. – 280 с. – EDN GQOYHV.

17. Агротехнологии зерновых культур / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан : В 3-х частях. Том Часть 2. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2014. – С. 18-140. – EDN WHKSTX.

18. Формирование модели инновационно-консультационного центра на базе аграрного вуза / Д. И. Файзрахманов, Г. Р. Валиева, Л. Н. Савушкина, Н. А. Сафиуллин // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 4. – С. 2-5. – EDN YQGARB.

19. Ширяев, Г. В. Влияние физиологически активных веществ на формирование урожая и качество зерна яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан / Г. В. Ширяев, Р. И. Сафин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 1(23). – С. 160-164. – EDN OWOPQX.

20. Файзрахманов, Д. И. Инновационная модель эффективного взаимодействия государственных образовательных учреждений и частного бизнеса внутри отраслевых кластеров / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 4. – № 4(14). – С. 93-96. – EDN KXTZDT.

© Колесар В.А., 2022

**Комиссаров Эрнест Наилевич**

Федеральный Исследовательский Центр Казанский Научный Центр  
РАН, Казань  
e.komissarov@knc.ru

**Диабанкана Родерик Жиль Кларе**

Казанский государственный аграрный университет,  
Казань  
gilles-claret@yandex.ru

**Валидов Шамиль Завдатович**

Федеральный Исследовательский Центр Казанский Научный Центр  
РАН, Казань  
sh.validov@knc.ru

**Афродоаньи Дэниэль Мавуена**

Федеральный Исследовательский Центр Казанский Научный Центр  
РАН, Казань  
e.komissarov@knc.ru

## **ПОИСК МЕХАНИЗМОВ, ОБУСЛАВЛИВАЮЩИХ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СПЕЦИФИЧНОСТИ К РАСТЕНИЮ-ХОЗЯИНУ У ФИТОПАТОГЕННЫХ ШТАММОВ *FUSARIUM OXYSPORUM***

**Аннотация.** В этой работе исследовалось наличие генов патогенности у грибов рода *Fusarium*. Специальные формы *Fusarium oxysporum* f. sp *radicis-lycopersici* (*Forl*) и *Fusarium oxysporum* f.sp *radicis cucumerinum* (*Forc*) отличаются набором генов патогенности *SIX*. Однако, используемые в работе мутанты *Forc* с расширенной хост-специфичностью не обнаруживают в себе тех генов *SIX*, которые имеются у *Forl*, несмотря на то, что именно определённый набор данных генов определяет их видовую специфичность к растению-хозяину. Это может говорить о том, что не только данные гены предопределяют специфичность патогена *F. oxysporum* к определённому растению хозяину. После рестрикции геномов *Forl* и *Forc* по сайтам *RsaI*, которые также располагаются на участках транспозона *Hornet 2*, и лигирования ДНК с дальнейшим ПЦР по специфическим фланкам транспозона *Hornet 2* были обнаружены отличия в картине электрофореза. У мутантов с расширенной хост-специфичностью обнаруживаются участки, не совпадающие с исходным штаммом. Это говорит о произошедших перестройках генома с участием транспозона *Hornet 2*, которые могли быть причиной расширения специфичности производных *Forc*.

**Ключевые слова:** Хост-специфичность, *SIX* гены, Транспозоны, *Hornet 2*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* ZUM2407, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* V03-2g

# SEARCH FOR MECHANISMS CAUSING VARIATION IN HOST-PLANT SPECIFICITY IN PHYTOPATHOGENIC *FUSARIUM OXYSPORUM* STRAINS

**Komissarov Ernest Nailevich**

Federal Research Center Kazan Scientific Center RAS, Kazan  
e.komissarov@knc.ru

**Diabankana Roderic GillesClaret**

Kazan State Agrarian University, Kazan  
gilles-claret@yandex.ru

**Validov Shamil Zavdatovich**

Federal Research Center Kazan Scientific Center RAS, Kazan  
sh.validov@knc.ru

**Afordoanyi Daniel Mawuena**

Federal Research Center Kazan Scientific Center RAS, Kazan  
e.komissarov@knc.ru

**Abstract.** In this work, the presence of pathogenicity genes in fungi of the genus *Fusarium* was studied. Special forms of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Forl) and *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis cucumerinum* (Forc) differ in the set of SIX pathogenicity genes. However, the Forc mutants with extended host specificity used in the work do not contain those SIX genes that Forl has, despite the fact that it is a certain set of these genes that determines their species specificity to the host plant. This may indicate that not only these genes predetermine the specificity of the *F. oxysporum* pathogen to a certain host plant. After restriction of the Forl and Forc genomes at the RsaI sites, which are also located in the regions of the Hornet 2 transposon, and DNA ligation followed by PCR at specific flanks of the Hornet 2 transposon, differences in the electrophoresis pattern were found. Mutants with extended host specificity show regions that do not match the original strain. This indicates that the rearrangements of the genome involving the Hornet 2 transposon have taken place, which could be the reason for the expansion of the specificity of Forc derivatives.

**Keywords:** Host-plant specificity, SIX genes, Transposons, *Hornet 2*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* ZUM2407, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* V03-2g

**Введение.** Причиной гнилей, сосудистых увяданий и иных поражений у разных видов растений являются грибы, принадлежащие роду *Fusarium*. Их развитие на выращиваемых культурах снижает урожайность, качество продукции. В закрытом грунте грибы данного рода наносят особенно заметный ущерб. Являясь также сапрофитами и

эндофитами, они широко распространены в почве и ризосфере многих видов растений [1]

Изоляты *Fusarium oxysporum* (Fox) называют непатогенными, если они живут только как сапрофиты или эндофиты и не вызывают фузариозов. Один из таких изолятов, наиболее изученный агент биоконтроля *Fusarium oxysporum* Fo47, вероятно совсем неспособен поражать растения, поскольку несмотря на множество попыток инокулировать разные виды растений, включая огурец [2] и томаты [3] он не вызывал заболевания.

Фитопатогенные виды Fox подразделяются на специальные формы. Штаммы, которые входят в специальную форму, способны вызывать заболевания только у одного вида растения или у близкородственных ему видов. Fox способен паразитировать на более чем 120 видах растений, в том числе на таких культурах, как хлопок, лён, пальма, бананы, дыня, огурец, томаты.[4] Хотя у вида Fox очень широкий набор растений-хозяев, входящие в него штаммы имеют специфичность именно к определённому растению, заражая только один вид растений, не вызывая заболеваний у остальных видов растений.[5] Несмотря на данную особенность разряда forma specialis в гнотобиотической системе были получены штаммы *Forc* с расширенной специфичностью к растению хозяину путём инокуляции высокой концентрацией спор *Forc*. Того количества адаптировавшихся спор было достаточно для заражения томата. В результате из поражённых томатов были выделены штаммы, способные поражать как исходного хозяина – огурцы, так и нового – томаты [6]

У Fox есть в наличии так называемые хромосомы патогенности. В них не содержатся гены «домашнего хозяйства», участвующие в первичном метаболизме, в связи с чем удаление этих хромосом не ведёт за собой потерю жизнеспособности. В хромосомах патогенности содержатся гены, в которых закодированы факторы вирулентности. Самыми изученным примером таких генов являются факторы патогенности, секретируемые в ксилеме (secreted in xylem– SIX), которые находятся на хромосомах патогенности у такого штамма, как *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Fol). Не исключено, что эти хромосомы часто подвержены перестройкам, так как в них расположено около 95% транспозонов, в том числе ДНК-транспозонов, (например, Hornet 2) [7]. Вполне возможно, что непатогенность штаммов Fox может быть установлена по такому признаку, как отсутствие данных хромосом.

Целью работы является поиск механизмов, обуславливающих изменчивость специфичности к растению-хозяину у фитопатогенных штаммов *Fusarium oxysporum*.

### **Материалы и методы**

В работе были использованы штаммы *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (Forc) V03-2g и *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Fol) ZUM2407, патогенные к растениям огурцов и томатов

соответственно [6]. Кроме того, были использованы мутанты штамма V03-2g с расширенной фитопатогенностью: SB1, SB2 и SB3, которые способны поражать растения как огурцов, так и томатов.

### **Создание праймеров.**

Праймеры были спроектированы на фланках транспозона *Hornet 2* с учётом интересующих сайтов рестрикции Rsa I. Для разработки праймеров использовали программный пакет Clone Manager 9 (США) и нуклеотидные последовательности транспозибельных элементов из базы данных GenBank (NCBI). При создании пары праймеров учитывали размер амплифицируемого фрагмента и температуру отжига (Таблица 1).

Таблица 1 – Праймеры, использованные в данной работе

Транспозон и Genbank код	Последовательности праймеров	Температура отжига, °С
<i>Hornet2</i> -AF076627	<i>Hornet2_3'</i> rev(CACTTTGGGATCGTATTGGATGTCATATCG)	60.3
	<i>Hornet2_3'</i> for(GACACTAAAACATATTGAAGCGTGGCGG)	59.9
	<i>Hornet2_5'</i> for(GGCGCTGCAAACATTGCGACAAAAC)	59.3
	<i>Hornet2_5'</i> rev(CTGGCATATGAGAGAAGACCCATGATTTCT)	60.3

### **Выделение ДНК.**

ДНК выделяли фенол-хлороформным методом.

### **Рестрикция ДНК.**

К выделенной ДНК грибов *Fusarium oxysporum* в объёме 10 мкл (100 нг/мкл) добавлялась рестриктаза Rsa I в объёме 1 мкл, 10x буффер 2 мкл и деионизованная вода 7 мкл. Смесь инкубировалась в течение 1 часа при температуре 37 °С. После чего фермент инактивировали при 75 °С в течение 15 минут.

### **Лигирование ДНК.**

К рестрицированной ДНК в объёме 18 мкл добавлялся буффер Qlig5x 6 мкл, Лигаза – 1мкл, MQ – 5 мкл. Смесь инкубировали в течение 30 минут при 21 С. После чего фермент инактивировали при 75 °С в течение 15 минут.

### **ПЦР.**

Амплификацию проводили в 50 мкл реакционной смеси, содержащей 10 мкл 5X qPCRmix-HS (Евроген, РФ), 0,4 мкМ конечной концентрацией каждого праймера, 10 нг матричной ДНК и воду без нуклеаз. ПЦР амплификацию проводили с использованием прибора Thermal Cycler system (Bio-rad) со следующими условиями: 95°С в течение 3 мин, за которой следовали 30 циклов включающих в себя этап денатурации по 10 сек при 95°С, отжига 30 сек при 59 °С для праймеров, элонгации 60 сек при 72°С с окончательным удлинением при 72°С в течение 5 мин.

## Электрофорез.

Визуализация амплифицированных фрагментов проводилась в 1,5% агарозном геле, содержащем бромистый этидий (из расчета 5 мкл на 100 мл) в 1X TBE буфере [890 мМ Трис-(гидроксиметил) аминметан, 890 мМ борная кислота, 20 мМ ЭДТА, pH 8.3].

Методика представлена на схеме (рисунок 1)

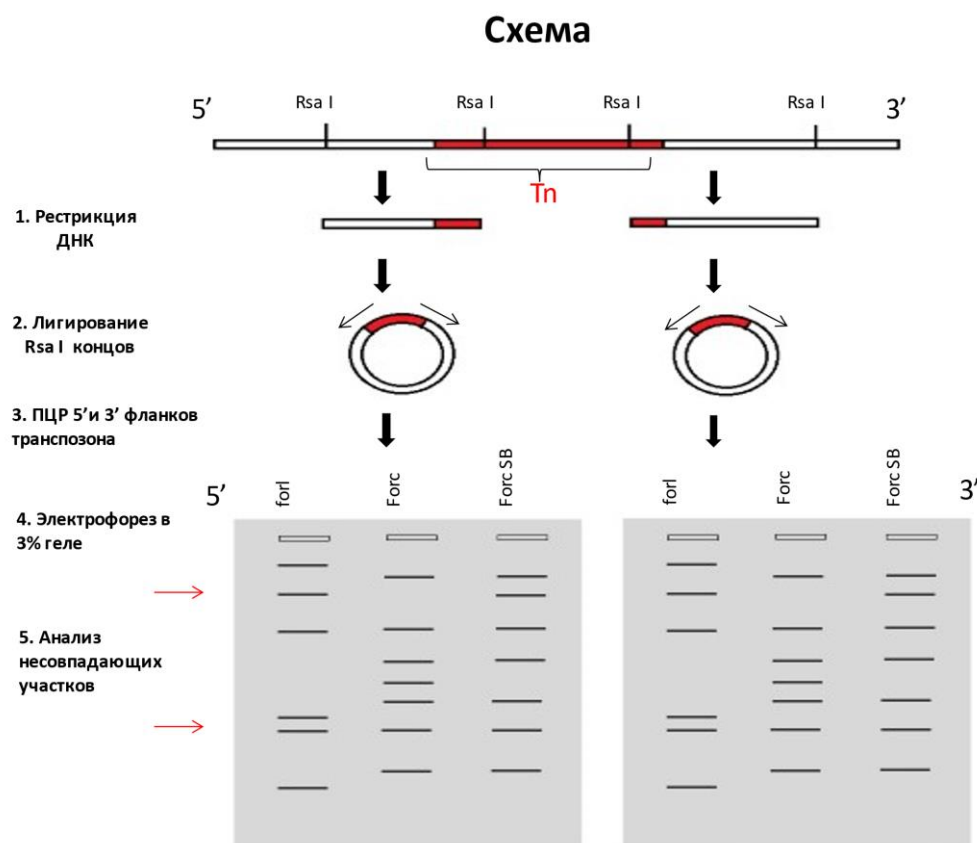


Рис. 1. Схема работы с ДНК

## Результаты и обсуждение

Патогенные штаммы *Fusarium oxysporum* продуцируют эффекторы, известные как *SIX* (*Secreted In Xylem*), их можно обнаружить в ксилемном соке растений томатов, инфицированных *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (*Fol*). На данный момент известно 14 генов *SIX* (от *SIX1* до *SIX14*). Эти гены кодируют небольшие секретлируемые белки, большинство из которых богаты цистеином. Однако подтверждение их роли в патогенности показано только для *SIX1*, *SIX3*, *SIX4*, *SIX5* и *SIX6* в *Fol*. *SIX* гены отсутствуют у непатогенных штаммов *Fusarium oxysporum*, и каждая f.sp имеет определенный набор *SIX* генов, что указывает на то, что селективное давление, оказываемое хозяином, может способствовать принятию выбранной группы генов секретлируемых белков, которые обеспечивают специализацию для заражения ограниченного круга хозяев [8].

В исследуемых штаммах фузариума не было выявлено генов *SIX1*. Штамм *Forc V03-2g* и его производные показали наличие гена патогенности *SIX6*, который считается основным фактором патогенности для этой специальной формы. Штамм *Forl ZUM2407* показал наличие генов *SIX4* и *SIX6*. У *F. sporotrichoides* и *F. graminearum* отсутствуют гены *SIX1* и *SIX6*. (рисунок 2)

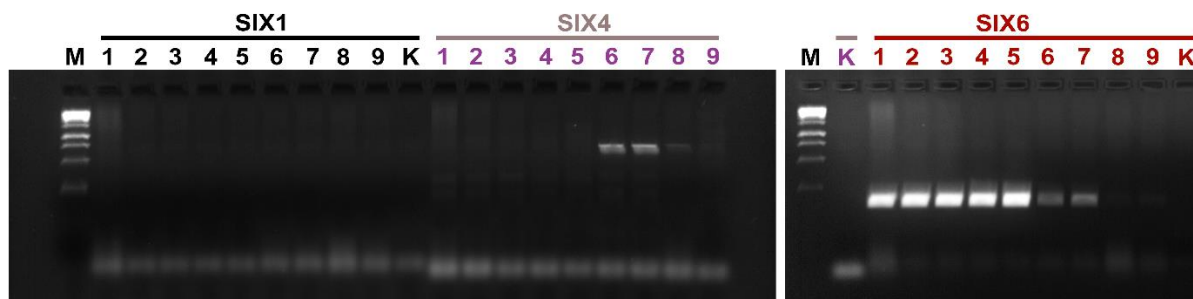


Рис. 2. Электрофорез генов *SIX1*, *SIX 4*, *SIX 6* (1-*Forc V03-2g*; 2,3 - SB1; 4 – SB2, 5 - SB3, 6,7 – *Forl ZUM2407*; 8 – *F. graminearum*; 9 – *F. sporotrichoides*)

При сравнении исходного штамма *Forc* и его производных в результате пцр по лигированным участкам днк, рестрицированным по сайтам *Rsa I*, были выявлены участки, не имеющиеся в исходном штамме. Это говорит том, что у производных штаммов с расширенной специфичностью произошла перестройка генома. (рисунок 3)

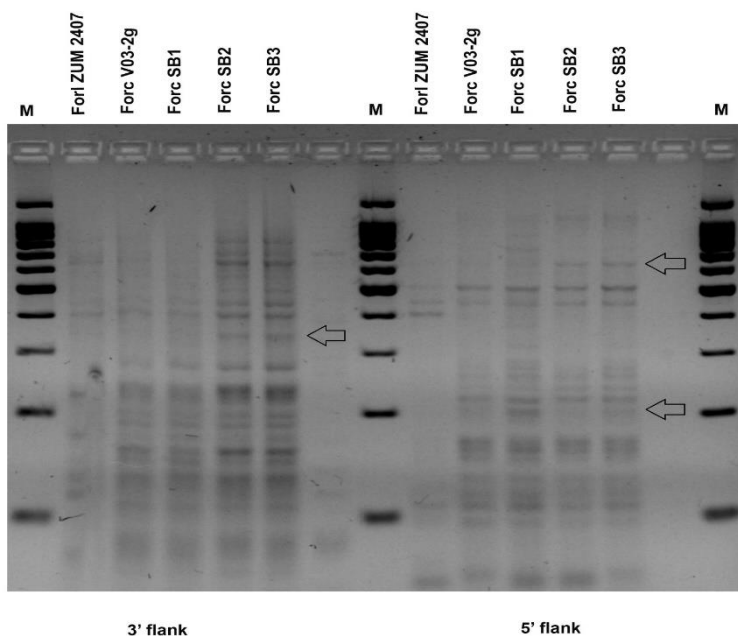


Рис. 3. Электрофорез лигированной ДНК по фланкам транспозона *Hornet 2*

## Благодарности

Настоящая работа была выполнена при поддержке Министерства Науки и Высшего образования Российской Федерации в рамках проекта «Генетическая технология конструирования искусственных консорциумов микроорганизмов для создания биопрепаратов в растениеводстве», соглашение № 075-15-2021-1395 от «25» октября 2021 г. Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на 2019-2027 годы от 18 октября 2021 г. № 2021-1930-ФП5-0010/4

#### Заключение

Можно предположить, что механизмы специфичности фитопатогенных грибов вида *Fox* обусловлены не только определённым набором генов *SIX*, но также дополнительными областями, изменения которых продемонстрировано у мутантов с измененной специфичностью к растению-хозяину.

#### Литература

1. Anitha A. Control of Fusarium Wilt of Tomato by Bioformulation of *Streptomyces griseus* in Green House Condition / A. Anitha and M. Rabeeth // African Journal of Basic and Applied Sciences - 2009. - V.1-2 - P.9-14.
2. Benhamou N. Ability of Nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Strain Fo47 To Induce Resistance against *Pythium ultimum* Infection in Cucumber / Benhamou N. & Garand C. & Goulet A. //Applied and environmental microbiology. – 2002. – V.68. – P. 4044–4060.
3. Fuchs J.G. Ability of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Fo47 to protect tomato against *Fusarium wilt* / Fuchs J.G., Moenne-Loccoz Y., Defago G.//Biological Control. – 1999. – V.14. – P.105–110.
4. Armstrong G. M. *Formae speciales* and races of *Fusarium oxysporum* causing wilt diseases. In: Nelson PE, Toussoun TA, Cook RJ, editors. *Fusarium: disease, biology, and taxonomy* / G. M. Armstrong, J. K. Armstrong // State University Press -1981. - P.391–399
5. Fravel D.R. *Fusarium oxysporum* and its biocontrol / D.R. Fravel, C. Olivain, C. Alabouvette // New Phytologist - 2003. - V.157 - P.493-502.
6. Afordoanyi D. M. et al. Are *formae speciales* pathogens really host specific? A broadened host specificity in *Fusarium oxysporum* f. sp. *radiciscucumerinum* //Brazilian Journal of Microbiology. – 2022. – С. 1-15.
7. Ma L.J. *Fusarium* pathogenomics / L. J. Ma, D. M. Geiser, R. H. Proctor, A. P. Rooney, K. O'Donnell, F. Trail, D. M. Gardiner, J. M. Manners, K. Kazan // Annu Rev Microbiol – 2013. – V.67 – P.399-416.
8. Maldonado B LD, Villarruel O JL, Calderón O MA, Sánchez E AC. Secreted in Xylem (Six) Genes in *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* and Their Potential Acquisition by Horizontal Transfer. *Adv Biotech & Micro*. 2018; 10(1): 555779. DOI: 10.19080/AIBM.2018.10.555778

(С) Комиссаров Э.Н., Диабанкана Р.Ж.К.,  
Валидов Ш.З., Афордоanyi Д.М., 2022



**Лукманова Айзиля Ахнаповна**

аспирант,

Казанский государственный аграрный университет, Казань

[aizilya@mail.ru](mailto:aizilya@mail.ru)

**Кадырова Фануся Загитовна**

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

Казанский государственный аграрный университет, Казань

[fanusa51@rambler.ru](mailto:fanusa51@rambler.ru)

## ОТЗЫВЧИВОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ К НЕКОРНЕВЫМ ПОДКОРМКАМ И РАЗВИТИЕ СЕПТОРИОЗА В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМСКОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

**Аннотация.** Изучена сортовая отзывчивость яровой пшеницы к некорневым подкормкам жидкими комплексными удобрениями. Выявлены различия в степени восприимчивости сортов к септориозу листьев и колоса (*Leptosphaeria tritici*, *Leptosphaeria nodorum* E. Müll) при подкормке растений удобрительными составами, а также их отзывчивость к удобрениям при формировании урожайности и крупности зерна. Выявлены оптимальные составы и нормы внесения препаратов для изучавшихся сортов.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, сорта, септориоз колоса, жидкие удобрения.

**Lukmanova Aizilya Akhnapovna**

postgraduate student

Kazan State Agrarian University, Kazan

[aizilya@mail.ru](mailto:aizilya@mail.ru)

**Kadyrova Fanusya Zagitovna**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Kazan State Agrarian University, Kazan

[fanusa51@rambler.ru](mailto:fanusa51@rambler.ru)

**Annotation.** The responsiveness of spring wheat varieties to foliar fertilizing with liquid complex fertilizers was studied. Differences in the degree of susceptibility of varieties to leaf and ear septoria (*Leptosphaeria tritici*, *Leptosphaeria nodorum* E. Müll) when fertilizing plants with fertilizer compositions, as well as their responsiveness to fertilizers in the formation of yield and grain size, were revealed. The optimal compositions and application rates of preparations for the studied varieties were revealed.

**Key words:** spring wheat, varieties, septoria spike, liquid fertilizers.

Одним из многочисленных факторов, влияющих на величину и стабильность урожаев яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне

Среднего Поволжья, является восприимчивость сортов к различным заболеваниям [1, 2]. В последние годы отмечается большое распространение различных гемибитрофных микозов пшеницы, в том числе и септориоза [3]. К числу септориозов относится и септориоз колоса, вызываемый грибом *Leptosphaeria nodorum* E. Müll (анаморфа *Septoria nodorum* (Berk.) Berk.) [3,4]. Выращивание устойчивых сортов является одним из эффективных методов контроля развития септориоза колоса. Этому будет способствовать и оптимизация режима питания растений в наиболее критические фазы их развития. Следовательно, изучение сортовой устойчивости и разработка методов контроля распространения данного патогена имеет несомненное значение в решении проблемы увеличения и стабильности урожаев яровой мягкой пшеницы [5, 6].

### **Материалы и методы**

В 2016 были проведены исследования на экспериментальном поле кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» в Лаишевском муниципальном районе Республики Татарстан. В рамках исследований были отобраны и изучены сорта яровой мягкой пшеницы Экада 66 и Маргарита и различные удобрительные составы в виде жидких комплексных удобрений, внесенных в фазу колошения растений. Изучались варианты внесения удобрений марки Агрис Азот, Агрис Калий с нормой внесения 2,0 и 3,0 л/га, с добавлением составов марки Аминовит и Агрис Бор с нормой внесения 0,5 и 1,0 л/га для усиления доступности и эффективности макроудобрений. Компонентами удобрительных составов были следующие элементы: сера - 90 г/л, калий – 12, фосфор – 10, азот – 80, медь – 3,8, цинк – 3,4, магний -2,4, бор – 1, комплекс аминокислот -85г/л. Кислотность -8,7. Путем оптимизации жидкими удобрениями режима минерального питания растений, снижают последствия влияния неблагоприятных климатических факторов.

Сорт Экада 66 был выведен при комплексной селекционной программе «Экада» целью, которого было повышение экологической устойчивости. Сорт допущен к возделыванию в Средневолжском регионе. Среднеспелый, зерно крупное, выровненное, масса 1000 зерен варьирует от 34...44 г. Средняя урожайность в регионе возделывания - 29,5 ц/га, это на 3,3 ц/га выше среднего стандарта. По данным авторов сорта средневосприимчив к мучнистой росе, септориозу и среднеустойчив к бурой ржавчине.

Сорт Маргарита был выведен Ульяновским НИИСХ и допущен к возделыванию в Средневолжском регионе. Масса 1000 зерен варьирует от 33...40 г., отличается высокой урожайностью. Средневосприимчив к септориозу, восприимчив к бурой ржавчине и [7].

Почва опытного участка серая лесная, среднесуглинистая. Содержание гумуса (по Тюрину) – 3,3%, подвижного фосфора – 151 мг/кг, обменного калия – 169 мг/кг, рН солевой вытяжки – 5,7.

Учет болезней был проведен по методике ВНИИФ по шкале Джеймса.

Закладка опыта проводилась по методике полевого опыта на делянках площадью 25 м<sup>2</sup>, при трехкратной повторности [8]. Технология обработки почвы, сроки и норма высева – общепринятые для зоны исследования [9]. Некорневую подкормку жидким комплексным удобрением был проведен в фазе колошения с нормой внесения 2 л/га, расход рабочей жидкости 200 л/га.

Вегетационный период в год проведения эксперимента характеризовался продолжительной весенне-летней засухой. Влияние засухи на развитие растений имело двойкий эффект. Дефицит почвенной и атмосферной влаги неблагоприятно отразился на формировании урожая, параллельно замедлил развитие септориоза листьев.

### **Результаты исследований**

Септориоз - является одним из вредоносных и распространенных заболеваний зерновых культур. Всего за 30 лет данное заболевание стало одним из наиболее вредоносных патогенов злаковых культур [3]. Исследователи отмечают, что даже при среднем распространении септориоза, потеря урожая зерновых культур может составить 15...30 % [9,7]. При сильном распространении потеря урожая часто достигают 30-40%, снижается содержание белка и клейковины, ухудшаются посевные свойства семян [10,11].

Оценка сортов по показателю пораженности колосьев септориозом с вариантами подкормки приведены в таблице 1. Обобщая можно отметить что внесение удобрительных составов замедляет развитие септориоза на обеих изученных сортах.

Анализ табличных данных свидетельствует о том, что в условиях 2016 г. наибольшую степень пораженности септориозом на контрольном варианте проявилась у сорта Маргарита (18,6% на листьях и 1,8 % на стеблях). На вариантах с некорневой подкормкой развитие болезни варьировало в диапазоне 1,4...15,9% на листьях и 0,1...1,4% на стебле. В фазе цветения 40 % растений контрольного варианта были поражены септориозом.

Минимальную восприимчивость растений сорта Маргарита к септориозу проявили растения варианта с внесением Агрис Калий с расходом препарата 3 л/га при добавлении 1 л/га препарата Агрис Бор.

На контрольном варианте сорта Экада 66 поражение листьев в фазе цветения составило 14,2 %, стебля - 1,8%, 60% колосьев были инфицированы. На вариантах опыта развитие септориоза листьев сорта Экада 66 понизилось от 1,1 до 13,1%. Максимально контролировался

процесс развития болезни у этого сорта при обработке составами Агрис Азот с расходом препарата 3 л/га при добавлении 1 л/га Агрис Бор.

Таблица 1 – Влияние некорневой подкормки растений жидкими удобрительными составами на пораженность сортов септориозом колоса (фаза цветение), 2016 г

Вариант	Полное цветение					
	На листьях		На стеблях		На колосе	
	R*	P*	R	P	R	P
<b>Маргарита</b>						
Контроль	18,6	100	2,6	60	1,1	40
Агрис Азот 2 л/га + Аминовит 1 л/га	15,9	100	1,4	40	0,4	30
Агрис Азот 3 л/га + Аминовит 1 л/га	9,1	100	0,1	10	<b>0</b>	<b>0</b>
Агрис Азот 3 л/га + Аминовит 0,5 л/га	6,8	90	0,3	40	0,2	10
<b>Агрис Азот 3 л/га + Агрис Бор 1 л/га</b>	<b>5,3</b>	100	1,0	20	<b>0</b>	<b>0</b>
Агрис Калий 2 л/га + Аминовит 1 л/га	11,1	100	0,2	20	0,1	10
Агрис Калий 3 л/га + Аминовит 1 л/га	13,5	100	0,9	50	0,5	10
Агрис Калий 3 л/га + Аминовит 0,5 л/га	7,1	100	0,1	10	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Агрис Калий 3 л/га + Агрис Бор 1 л/га</b>	<b>1,4</b>	100	0,6	50	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Экада 66</b>						
Контроль	14,2	100	1,8	60	1,6	60
Агрис Азот 2 л/га + Аминовит 1 л/га	10,4	100	0,9	50	0,5	50
Агрис Азот 3 л/га + Аминовит 1 л/га	6,4	100	0,1	10	<b>0</b>	<b>0</b>
Агрис Азот 3 л/га + Аминовит 0,5 л/га	10,9	100	0,5	50	0,2	20
<b>Агрис Азот 3 л/га + Агрис Бор 1 л/га</b>	<b>1,1</b>	<b>90</b>	1,2	40	<b>0</b>	<b>0</b>
Агрис Калий 2 л/га + Аминовит 1 л/га	11,6	100	0,6	40	0,5	40
Агрис Калий 3 л/га + Аминовит 1 л/га	12,6	100	0,8	50	1,3	50
Агрис Калий 3 л/га + Аминовит 0,5 л/га	13,1	100	0,1	10	0,1	10
<b>Агрис Калий 3 л/га + Агрис Бор 1 л/га</b>	<b>3,6</b>	<b>100</b>	0,4	40	<b>0</b>	<b>0</b>

\* – R – развитие болезни, %;

\* – P – распространенность болезни, %.

Наиболее отзывчивым к внесению элементов минерального питания был сорт Экада 66 биологическая эффективность, которого составила более 90%, что сопоставимо с эффективностью химических фунгицидов [12].

Эффективность внесения удобрительных составов изучаемых составов проявилась и в увеличении урожайности, а также в заметном увеличении крупности и выполненности зерна (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние некорневой подкормки растений удобрительными составами на урожайность и массу тысячи семян сортов яровой пшеницы, 2016 г

Вариант	Урожайность, т/га	МТС, г	Прибавка урожайности	
			т/га	%
Маргарита				
Контроль	2.16	36,9	–	–
Агрис Азот 2 л/га + Аминовит 1 л/га	2.72	38,8	0.56	25.9
Агрис Азот 3 л/га + Аминовит 1 л/га	2.79	38,5	0.63	29.2
Агрис Азот 3 л/га + Аминовит 0,5 л/га	2.92	39,1	0.76	35.2
Агрис Азот 3 л/га + Агрис Бор 1 л/га	2.58	38,8	0.42	19.4
Агрис Калий 2 л/га + Аминовит 1 л/га	2.78	38,7	0.62	28.7
Агрис Калий 3 л/га + Аминовит 1 л/га	2.35	38,4	0.19	8.8
Агрис Калий 3 л/га + Аминовит 0,5 л/га	2.33	38,9	0.17	7.9
Агрис Калий 3 л/га + Агрис Бор 1 л/га	2.84	41,0	0.68	31.5
Экада 66				
Контроль	2.42	35,7	–	–
Агрис Азот 2 л/га + Аминовит 1 л/га	2.90	37,0	0.48	20.0
Агрис Азот 3 л/га + Аминовит 1 л/га	2.99	37,6	0.57	23.6
Агрис Азот 3 л/га + Аминовит 0,5 л/га	2.95	37,3	0.53	21.9
Агрис Азот 3 л/га + Агрис Бор 1 л/га	2.72	37,4	0.31	12.7
Агрис Калий 2 л/га + Аминовит 1 л/га	2.96	37,3	0.55	22.6
Агрис Калий 3 л/га + Аминовит 1 л/га	3.03	37,6	0.61	25.3
Агрис Калий 3 л/га + Аминовит 0,5 л/га	2.82	37,0	0.41	16.8
Агрис Калий 3 л/га + Агрис Бор 1 л/га	2.84	36,8	0.42	17.3
НСП <sub>05</sub> А (подкормка ЖКУ)	0,04	0,34		
НСП <sub>05</sub> В (сорт)	0,11	0,22		

Достоверно более высокий уровень урожайности в условиях 2016 года были сформированы у Сорта Экада 66.

Необходимо отметить, что в контрольном варианте превышение в урожайности над сортом Маргарита составило более 12 процентов. Высокая урожайность зерна 3,03 т/га получена с сорта Экада 66 при варианте опрыскивании посевов составом Агрис Калий 3 л/га + Аминовит 1 л/га.

Очевидно, изучаемые сорта проявили отзывчивость на внесение жидких комплексных удобрений в период вегетации. Прибавки от внесенных удобрительных составов варьировали у сорта Маргарита – в

интервале от 7,9 по 35,2, у сорта Экада 66 в интервале от 12,7 до 25, %, процента.

Здесь обнаруживается определенная сортовая специфичность по отношению к конкретным составам. Так, при обработке растений составами Агрис Азот 3 л/га + Аминовит 0,5 л/га и Агрис Калий 3 л/га + Агрис Бор 1 л/га прибавки к контрольному варианту сорта Маргарита доходили до 31,5...35,2 процентов, в то время как у сорта Экада 66 в этих вариантах они составили лишь 17,3...21,9 процентов. Урожайность сорта Маргарита в этих вариантах достигала уровня сорта Экада 66. Данный результат мы можем расценивать как свидетельство более высокого уровня интенсивности сорта Маргарита по отношению к удобрительным составам, необходимым для формирования высокого урожая.

Прибавка урожайности от некорневых подкормок обеспечивалась, в том числе, и благодаря увеличению крупности зерна. Сорт Маргарита в 2016 году в целом по опыту сформировал более крупную зерновку. Превышение в массе тысячи семян над сортом Экада 66 в контрольном варианте составило 1,2 г.

При анализе качества зерна также обнаружена сортовая специфичность по отношению к удобрительным составам [13]. Так, превышение по массе тысячи семян опытных вариантов над контрольным варьировало у сорта Маргарита в интервале 4...11%, у сорта Экада 66 лишь 3...5,3 %, У лучших вариантов по сорту Маргарита увеличение массы тысячи семян составило от 2,2 до 3,1 г.

В заключении, обобщая полученные аналитические данные можно сделать следующие выводы:

– сорт Экада 66, в данных условиях, оказался наиболее урожайным в Предкамской зоне РТ. Вероятно, это можно связать с его большей региональной адаптированностью. Следует также отметить, что колосья этого сорта более сильно поражались септориозом, что повлияло на выполненность зерна;

– сорт Маргарита показал наименьшую степень восприимчивости к септориозу и более высокую отзывчивость на листовую подкормку составами Агрис Азот + Аминовит и Агрис Калий + Агрис Бор, что в дальнейшем реализовалось в крупности семян и в большей прибавке урожая.

### **Литература**

1. Говоров Д.Н. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2015 году и прогноз развития вредных объектов в 2016 году / Под ред. Д.Н. Говорова. – М.: ФГУ «Россельхозцентр», 2016. – 1037 с.

2. Решетняк В.В. Оценка особенностей семян различных генотипов яровой пшеницы./Решетняк В.В., Сафин Р.И.//В сборнике: Восприимчивость плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях. Сборник трудов международной научно-

практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. Казань, 2021. С. 281-286.

3. Минушев Ф.Х., Матюшин М.С. Опыт возделывания яровой пшеницы в Татарии. - Казань, Таткнигоиздат, 1978. - 96 с.

4. Санин С.С., Черкашин В.И., Назарова Л.Н. и др. Болезни зерновых культур (рекомендации по проведению фитосанитарного мониторинга). – М. - 2010. – 138 с.

5. Захаренко В.А., Овсянкина А.В., Санин С.С., Ибрагимов Т.З., Рулева О.М., Коваленко Е.Д., Коломиец Т.Л., Жемчужина А.И., Санина А.А., Пахолкова Е.В. и др. Карты распространения вредных организмов, патотипов, генов вирулентности возбудителей болезней, фитофагов, энтомопатогенов на территории Российской Федерации. Выпуск 5., Москва, 2003.

6. Вафин И.Х. Эффективность комплексно применения различных микроудобрений на семенных посевах озимой пшеницы/ Вафин И.Х., Сафин Р.И.// В сборнике: Воспризводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях. Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. Казань, 2021. С. 104-112.

7. Ерохина А. Иммуитет растений к вредным организмам // Защита и карантин растений. - 1996. - № 4. - 21.

8. Сорты зерновых, зернобобовых культур и технология их возделывания в Республике Татарстан. Под редакцией Габдрахманова И.Х.. Казань.: МСХ и П РТ. - 2012. - 94 с.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.:Агропромиздат. – 1985. – 351 с.

10. Машины для посева AMAZONE : практикум для выполнения лабораторных и самостоятельных работ / Д. Т. Халиуллин, А. В. Дмитриев, Р. Р. Лукманов, Р. К. Хусаинов. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2020. – 32 с.

11. Прогнозирование влияния физических факторов на жизнеспособность микроорганизмов биопрепаратов для защиты растений / Р. Ф. Сабиров, А. Р. Валиев, Р. И. Сафин, Л. З. Каримова // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 4(274). – С. 29-33. – DOI 10.33267/2072-9642-2020-4-29-32. – EDN XQFTEO.

12. Eyal Z, Schare AL, Prescott JM, van Ginkel M (1987) The Septoria Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. Mexico, DF: CIMMYT.

13. Кадырова, Ф. З. Особенности репродуктивной биологии *Fagopyrum esculentum* Moench в условиях Республики Татарстан / Ф. З. Кадырова, Л. Р. Кадырова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 9. – № 4(34). – С. 131-134.

(С) Лукманова А.А., Кадырова Ф.З., 2022

**Лукманова Айзиля Ахнаповна**

Аспирант

Казанский государственный аграрный университет,

Казань

[aizilya@mail.ru](mailto:aizilya@mail.ru)

**Вафин Ильшат Хафизович**

ассистент

Казанский государственный аграрный университет,

Казань

[vix618@mail.ru](mailto:vix618@mail.ru)

**Сафин Радик Ильясович**

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор

e-mail: [radiksaf2@mail.ru](mailto:radiksaf2@mail.ru)

Казанский государственный аграрный университет,

Казань

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ПРОГНОЗЕ РАЗВИТИЯ СЕПТОРИОЗА ЛИСТЬЕВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**

**Аннотация:** В работе проведены данные по оценке прогнозирования развития септориоза листьев яровой пшеницы (патоген *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt. In Cohn) на основе анализа агрометеорологической информации. Для построения математической модели были использованы данные по агрометеорологическим параметрам (среднемесячная температура воздуха, количество осадков, величина ГТК) за период 2002-2022 гг., а также развитие септориоза листьев в фазу колошения на яровой пшенице в условиях опытных полей Казанского ГАУ. На основе полученных данных были получены уравнения множественной регрессии величины развития болезни от агрометеорологических показателей. В условиях 2022 года, с использованием цифровой метеостанции, расположенной на территории Агробιοтехнопарка (АБТП) Казанского ГАУ были получены данные по состоянию агрометеорологических параметров, при этом одновременно проводился учет развития септориоза на различных сортах яровой пшеницы. На основе полученных результатов была проведена оценка пригодности разработанных математических моделей для прогноза поражения яровой пшеницы септориозом листьев.

Разработанные модели, совместно с цифровыми метеостанциями, могут стать основной для создания системы оперативного и долгосрочного прогнозов развития септориоза листьев пшеницы.



**Ключевые слова:** прогноз, агрометеорологические параметры, болезни растений, септориоз листьев, яровая пшеница

**Lukmanova Aizilya Akhnapovna**

graduate student

Kazan State Agrarian University, Kazan

[aizilya@mail.ru](mailto:aizilya@mail.ru)

**Vafin Ilshat Khafizovich**

assistant

Kazan State Agrarian University, Kazan

[vix618@mail.ru](mailto:vix618@mail.ru)

**Safin Radik Ilyasovich**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor

e-mail: [radiksaf2@mail.ru](mailto:radiksaf2@mail.ru)

Kazan State Agrarian University, Kazan

## **USE OF AGROMETEOROLOGICAL DATA IN FORECASTING THE DEVELOPMENT OF SEPTORIA LEAF BLOTCH OF SPRING WHEAT LEAVES**

**Abstract:** The paper presents data on the assessment of forecasting the development septoria leaf blotch of spring wheat (pathogen *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt. In Cohn) based on the analysis of agrometeorological information. To build a mathematical model, we used data on agrometeorological parameters (average monthly air temperature, rainfall, HTC value) for the period 2002-2022, as well as the development of septoria leaf blotch in the heading phase on spring wheat in experimental fields of the Kazan State Agrarian University. On the basis of the obtained data, equations of multiple regression of the magnitude of the development of the disease from agrometeorological indicators were obtained. In the conditions of 2022, using a digital weather station located on the territory of the Agrobiotechnopark (ABTP) of the Kazan State Agrarian University, data were obtained on the state of agrometeorological parameters, while simultaneously recording the development of septoria leaf blotch on various varieties of spring wheat. Based on the results obtained, the suitability of the developed mathematical models for predicting the damage of spring wheat by septoria leaf blotch was assessed.

The developed models, together with digital weather stations, can become the basis for creating a system of operational and long-term forecasts for the development of wheat septoria leaf blotch.

**Key words:** forecast, agrometeorological parameters, plant diseases, septoria leaf blotch, spring wheat

Болезни листьев яровой пшеницы являются одной из существенных причин снижения её урожая и качества зерна [1,2]. Среди таких микозов культуры, особое место занимает септориоз листьев (*septoria leaf blotch*), вызываемый аскомицетом *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt. in Cohn (анаморфа *Septoria tritici* Roberge in Desmaz.) [3,4], ущерб от развития которого (в благоприятные годы) может достигать до 40% урожая [5]. Проблема усиления развития пятнистостей листьев различных сельскохозяйственных культур, к которым относится и септориоз листьев, особенно обострилась в последние годы, что обусловлено в том числе и глобальными климатическими изменениями [6,7].

Для успешного контроля инфекционных болезней, вызываемых микромицетами, особое значение имеет разработка прогноза их развития [8]. В большинстве случаев, для построения прогноза развития болезней используются различные агрометеорологические показатели, в том числе количество осадков, температура воздуха и др. [9]. Аналогичный подход был использован для прогнозирования развития септориоза листьев, преимущественно для озимой пшеницы [10,11]. В предложенной академиком С.С. Саниным с сотрудниками ВНИИФ методике [12], показано, что риски развития септориоза листьев озимой пшеницы в первую очередь определяются интенсивностью осадков и числом дней с ними. Вместе с тем для яровой пшеницы в условиях Республики Татарстан аналогичных методик не разработано.

В последние годы, для непрерывного полевого мониторинга агрометеорологических показателей активно используются мобильные цифровые метеостанции. Использование таких метеостанций позволяет значительно повысить объем информации об условиях роста и развития растений, в том числе и по развитию инфекционных заболеваний. Однако, для успешной реализации данных возможностей необходима разработка адаптированной к местным условиям методики прогнозирования болезней, в том числе и септориоза листьев.

В 2022 году в Агробиотехнопарке ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» в рамках реализации гранта МСХ и П РТ «Оптимизация приемов управления посевами и защиты растений в агротехнологиях возделывания сельскохозяйственных культур на основе непрерывного полевого мониторинга агрометеорологических параметров почвы и воздуха» была установлена цифровая метеостанция.

#### **Условия, материалы и методы исследований.**

Для разработки модели зависимости развития септориоза листьев от агроклиматических параметров использовались данные агрометеорологических наблюдений и соответствующих учетов развития заболевания на яровой пшенице за период 2002-2022 гг., полученные на опытных полях Казанского ГАУ

Для проверки точности разработанных моделей прогнозов, использовались данные полученные в 2022 году в опытах на различных сортах яровой пшеницы. Агрометеорологические показатели были получены с использованием цифровой метеостанции, расположенной на территории Агробиотехнопарка КГАУ. Учет септориоза листьев проводили по шкале Джеймса. Обработка данных проводилась с применением стандартных методов корреляционно-регрессионного анализа.

В качестве показателей, характеризующих агрометеорологические условия, использовались следующие – среднемесячная температура воздуха и количество осадков, величина ГТК за отдельные месяцы (май, июнь, июль) и в целом за вегетацию.

### **Результаты опытов и их обсуждение**

Результаты оценки зависимости развития септориоза листьев яровой пшеницы от агрометеорологических условий приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Коэффициенты корреляции развития септориоза листьев (%) от агрометеорологических параметров

Показатель	Коэффициент корреляции
Средняя температура воздуха, °С	
Май	-0,559
Июнь	-0,708
Июль	-0,193
Количество осадков, мм	
Май	0,395
Июнь	0,418
Июль	0,498
ГТК	
Май	0,742
Июнь	0,600
Июль	0,455
За вегетацию	0,568

Примечание: минимальные значения коэффициента корреляции при  $P=0,05$  при  $n=21$  равен 0,413

Установлена достоверная отрицательная корреляция развития болезни со среднемесячной температурой воздуха в мае-июне, а также положительная корреляция с количеством осадком в июне и величиной ГТК за данный месяц [13].

Согласно оценке агроэкологических особенностей *Mycosphaerella graminicola* оптимальные условия по температуре для ее развития составляют 20-25°C. В условиях опытов, максимальное развитие болезни (54%) в фазу колошения отмечались в условиях 2017 года, когда

среднесуточные температуры воздуха в июне составили 15,4°C, а минимальное развитие (2%) было в 2015 году, когда температура в данном месяце составила 21°C. При этом, в 2017 году в июне выпало 63,1 мм осадков, а в 2015 году – 28,3 мм.

Результаты оценки показали, что на показатели развития септориоза листьев наиболее значительно влияют – величина ГТК за май ( $r = 0,742$ ) и средняя температура воздуха за июнь ( $r = -0,708$ ).

Исходя из вышеизложенных результатов были рассчитаны уравнения регрессии развития болезни, которые могут быть использованы для прогноза развития заболевания:

– для показателя – величина ГТК за май ( $t_{\text{факт}} > t_{05}$ ):

$$Y = 18,06 \cdot \text{ГТК} + 22,57 \pm 3,75, \quad (1)$$

– для показателя – средняя температура за июнь ( $t_{\text{факт}} > t_{05}$ ):

$$Y = -3,62 \cdot T + 22,57 \pm 0,83, \quad (2)$$

– для показателей температуры воздуха (коэффициент множественной корреляции  $R = 0,742$ ,  $F_{\text{факт}} > F_{05}$ ):

$$Y = -1,47 \cdot X_1 - 2,92 \cdot X_2 + 22,57 \pm 8,65, \quad (3)$$

где  $Y$  – развитие септориоза листьев в фазу колошения, %.

$X_1$  – среднемесячная температура воздуха в мае, °C

$X_2$  – среднемесячная температура воздуха в июне, °C.

– для показателей количества осадков (коэффициент множественной корреляции  $R = 0,550$ ,  $F_{\text{факт}} < F_{05}$ ):

$$Y = -0,37 \cdot X_3 + 0,15 \cdot X_4 + 22,57 \pm 10,78, \quad (4)$$

где  $Y$  – развитие септориоза листьев в фазу колошения, %.

$X_3$  – количество осадков в мае, °C

$X_4$  – количество осадков в июне, °C

– для показателей ГТК (коэффициент множественной корреляции  $R = 0,886$ ,  $F_{\text{факт}} > F_{05}$ ):

$$Y = 16,11 \cdot X_5 + 7,80 \cdot X_6 + 22,57 \pm 5,97, \quad (5)$$

где  $Y$  – развитие септориоза листьев в фазу колошения, %.

$X_5$  – ГТК в мае, °C

$X_6$  – ГТК в июне, °C.

Как видно из полученных данных, наибольшая величина коэффициента множественной регрессии отмечалась для уравнений 3 и 5, которые и были использованы для прогноза.

Как отмечалось выше, в 2022 году с помощью цифровой метеостанции проводился постоянный мониторинг агрометеорологических показателей и автоматически определялись величины показателей средней температуры, количества осадков и ГТК. Одновременно, на 19 сортах яровой пшеницы проводился учет развития септориоза листьев в фазу колошения (7.07.2022 г). Полученные фактические данные сравнивались с прогнозными (табл. 2).

Таблица 2 – Фактическое и прогнозное развитие септориоза листьев яровой пшеницы, %, 2022 г.

Способ определения	Величина развития септориоза листьев в фазу колошения, %
Прогноз по уравнению 1	25,45±3,75
Прогноз по уравнению 2	44,76±3,75
Прогноз по уравнению 3	47,4±8,65
Прогноз по уравнению 5	48,6±5,97
Фактические показатели	25,9±6,28

Результаты оценки показали, что наиболее близкие к фактическим значениям были получены при использовании прогнозного уравнения 1, т.е. при использовании величины ГТК за май.

### **Выводы**

Полученные результаты показали, что использование агрометеорологических параметров (особенно величины ГТК за май) позволяет прогнозировать развитие септориоза листьев яровой пшеницы, что имеет существенное значения для разработки интегрированной системы защиты культуры с учетом возможностей современных цифровых метеостанций.

### **Литература**

1. Колесников, Л. Е. Влияние возбудителей болезней листьев на урожайность и экономическую эффективность возделывания яровой пшеницы / Л. Е. Колесников, М. Н. Павлова, К. В. Рыхлова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 29. – С. 19-23.
2. Колесников, Л. Е. Влияние интенсивности поражения листьев яровой мягкой пшеницы возбудителями болезней на элементы структуры урожая / Л. Е. Колесников // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. – 2015. – № 10. – С. 107-111.

3. Orton, E.S. *Mycosphaerella graminicola*: from genomics to disease control/ E.S. Orton, S.Deller, J.K. Brown //Mol Plant Pathol. – 2011. – Jun;12(5). – P.413-24.
4. Санин, С.С. Защита пшеницы от септориоза/ С.С.Санин, А.А. Санина, А.А. Мотовилин, Е.В. Пахолкова и др. //Защита и карантин растений. – 2012. – №4. – С. 61-82.
5. Новохатин В.В. Селекция мягкой яровой пшеницы на устойчивость к септориозу/ В.В. Новохатин, В.А. Драгавцев, Т.В. Шеломенцева//Аграрная наука. – 2019. – №1. – С. 27–32.
6. Игнатов, А.Н. Влияние глобальных изменений климата на фитопатогены и развитие болезней растений / А. Н. Игнатов, Е. И. Кошкин, И. В. Андреева и др. // Агрохимия. – 2020. – № 12. – С. 81-96.
7. Левитин, М. М. Изменение климата и прогноз развития болезней растений / М. М. Левитин // Микология и фитопатология. – 2012. – Т. 46. – № 1. – С. 14-19.
8. Кулешов, А. В. Использование интегральных предикторов в прогнозе развития болезней растений / А. В. Кулешов, И. С. Швачунова // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов : Материалы VIII межд. научно-практ. конф., – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. – С. 245-248.
9. Чекмарев В.В. Построение формул прогноза болезней растений на основе граничных значений факторов погоды / В. В. Чекмарев, Ю. В. Зеленева, Э. А. Конькова, А. В. Козачек // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2017. – № 4(66). – С. 15-22.
10. Beest, D. A predictive model for early-warning of Septoria leaf Blotch on winter wheat / D. Beest, M. Shaw, S.Pietravalle, F.Bosch //European Journal of Plant Pathology. – 2009. – 124. P. 413-425.
11. El Jarroudi, M. Assessing the interplay between weather and septoria leaf blotch severity on lower leaves on the disease risk on upper leaves in winter wheat/ El Jarroudi M, Kouadio L, Junk J, Maraite H, Tychon B, Delfosse P. //Journal of Fungi. – 2022. – Vol. 8(11). – P.1119.
12. Санин, С.С. Прогноз риска развития эпифитотий септориоза листьев и колоса пшеницы/ С.С. Санин, Л.Г. Корнева, Т.М. Поляков // Защита и карантин растений. – 2015. – №3. – С.33-36.
13. Система земледелия Республики Татарстан / А. Р. Валиев, И. Х. Габдрахманов, Р. И. Сафин, Б. Г. Зиганшин. Том Часть 3. – Казань : ООО "Центр инновационных технологий", 2014. – 280 с. – EDN GQOYHV.

(С) Лукманова А.А., Вафин И.Х., Сафин Р.И., 2022

**Михайлова Марина Юрьевна**  
*Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*  
*Казанский государственный аграрный университет,*  
*Казань*  
*Marisha.m.u@mail.ru*

## **РОЛЬ ЦИНКА ДЛЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ КУКУРУЗЫ**

**Аннотация.** Микроэлементы играют огромную роль в жизни кукурузы. Особое место при этом отводится цинку. Он положительно влияет на формирование генеративных органов кукурузы, принимает участие в биохимических процессах, углеводном обмене, регулирует процессы дыхания, увеличивает устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды, делает растения более устойчивыми к бактериальным и грибковым заболеваниям, а также увеличивает корневую систему и повышает белковость зерна кукурузы. Применение органоминерального микроудобрения Батр Zn с нормой 1 л/га в фазу 8 листьев кукурузы на удобренных фонах при выращивании раннеспелых гибридов кукурузы Биляр-160 и Нур обеспечивает получение прибавки урожайности зеленой массы кукурузы в фазу молочно-восковой спелости зерна 2,76-3,23 т/га. При этом содержание кормовых единиц в зеленом корме увеличивается на 5-16%, а обменной энергии на 5%, по сравнению с вариантом НК на 50 т/га.

**Ключевые слова:** Кукуруза, микроэлементы, цинк, зеленая масса, минеральные удобрения, микроудобрения, листовые подкормки.

**Mikhailova Marina Yurievna**  
*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*  
*Kazan State Agrarian University*  
*Kazan*  
*Marisha.m.u@mail.ru*

## **THE ROLE OF ZINC FOR THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF CORN**

**Abstract.** Trace elements play a huge role in the life of corn. A special place is given to zinc. It positively affects the formation of generative organs of corn, participates in biochemical processes, carbohydrate metabolism, regulates respiration processes, increases plant resistance to adverse environmental factors, makes plants more resistant to bacterial and fungal diseases, and also increases the root system and increases the protein content of corn grains. The use of organomineral micro-fertilizer Batr Zn with a norm of 1 l / ha in the phase of 8 corn leaves on fertilized backgrounds when growing

early-ripening hybrids of corn Bilar-160 and Nur provides an increase in the yield of green corn mass in the phase of milk-wax ripeness of grain 2.76-3.23 t / ha. At the same time, the content of feed units in green feed increases by 5-16%, and the exchange energy by 5%, compared with the NK variant by 50 t/ha.

**Keywords:** Corn, trace elements, zinc, green mass, mineral fertilizers, microfertilizers, foliar feeding.

Микроэлементы играют важную роль в жизни сельскохозяйственных культур [1, 2, 3]. Их нормы внесения намного меньше, в сравнении с макроэлементами от килограмма до нескольких мг. Применяются обычно для обработки семян перед посевом и в виде листовых подкормок при опрыскивании, когда питательный элемент проникает в организм растения через устьица листового аппарата [4, 5, 6]. Нехватка микроэлементов в питании растений приводит к серьезным последствиям: нарушается нормальный рост и развитие растений, появляются самые различные пигментации на листьях, уменьшается урожайность, ухудшается качество продукции. Микроэлементы работают в комплексе: не будет хватать одного в почве, другой микроэлемент не заработает [7, 8].

В жизни кукурузы особая роль принадлежит сере и цинку [9, 10]. Сера выступает стартером для запуска всех микробиологических механизмов. Ее вносят самой первой для активизации остальных микроэлементов. Сера способствует переходу других микроэлементов в доступные формы для растений. Они не могут напрямую усваивать серу из почвы корневой системой. Поступление серы в растение происходит с помощью грибов и бактерий, которые в процессе жизнедеятельности питаются серой с созданием ризосферы (связь корневой системы и серомобилизующих бактерий). Из-за нехватки серы, в первую очередь, ухудшается процесс усвоения растениями азота, который при подкормке вымывается в почву с последующим ее засолением. Основным морфологический признак нехватки серы для растения аналогичен признакам нехватки азота. Только при нехватке азота пожелтение, некроз проявляется на старых листьях, а при нехватке серы – на молодых листьях. Сера для кукурузы нужна в течение всей вегетации. При этом половина всей поступившей в кукурузу серы концентрируется в зерне.

Цинк также важен для кукурузы. Принимает участие в углеводном обмене, биохимических процессах, регулирует процессы дыхания, фосфорный и азотный обмен, оказывает положительное влияние на формирование початков, их количество, увеличивает устойчивость к неблагоприятным погодным условиям, бактериальным и грибным заболеваниям [11]. Недостаток цинка в кукурузе проявляется появлением бело-желтых полосок между жилками, молодые листья желтеют, нижние – старые, опадают, верхушка растения белеет, междоузлия становятся



короче обычного. А так как цинк в растениях регулирует биосинтез витаминов, белковый, углеводный и фосфорный обмен питательных веществ, последствием нехватки цинка становится ухудшение качества урожая. Хороший результат бывает при обработке семян кукурузы сернокислым цинком. Повышается белковость зерна [12]. Жидкие комплексные хелатные микроудобрения для предпосевной обработки семян кукурузы увеличивают длину проростка на 22%, а длину главного корня на 7-41% [11]. В связи с тем, что последнее время семена кукурузы уже производителем обработаны фунгицидами, инсектицидами, обработку семян можно заменить проведением листовых подкормок в фазу 6-8 листьев, что положительно скажется на образовании генеративных органов кукурузы [13, 14, 15].

**Методика исследований.** Опыты проводились в 2019-2021 года на серых лесных почвах Предкамья Республики Татарстан. Почва характеризовалась следующими качественными показателями: содержание гумуса 3,8%, подвижного фосфора 288 мг/кг почвы, обменного калия 153 мг/кг почвы.

Закладывался двухфакторный опыт с последовательным размещением делянок. Нормы внесения минеральных удобрений рассчитывались расчетно-балансовым методом на величину планируемого урожая зеленой массы кукурузы при соответствующих почвенных показателях.

Схема опыта:

Фактор А – фоны питания:

1. Контроль, без удобрений;
2. НК на 50 т/га;
3. НК на 50 т/га + листовая подкормка Батр Zn.

Фактор Б – гибриды:

1. Биляр-160;
2. Нур.

Для посева использовали раннеспелые трехлинейные гибриды Нур и Биляр-160 универсального направления использования. Посев проводился в оптимальные сроки при прогревании почвы до +10 °С. Норма высева 85 тыс. шт. га. Минеральные удобрения применялись как основное допосевное внесение под предпосевную культивацию (аммиачная селитра 260 кг/га + сульфат калия 530 кг/га) и в дополнительное внесение – подкормку, при проведении междурядной обработки вносили 200 кг/га аммиачной селитры. Листовая подкормка проводилась в фазу 8 листьев кукурузы органоминеральным препаратом Батр Zn с нормой 1 л/га. Данный препарат также насыщен органическими кислотами янтарной, лимонной и аскорбиновой.

**Результаты.** Изучаемые фоны питания оказывали положительное влияние на рост и развитие высеваемых гибридов. Кукуруза благоприятно развивалась, формируя повышенный уровень урожайности

(табл. 1). Если на контроле величина урожайности зеленой массы кукурузы была 25,63 т/га у гибрида Нур и 28,49 т/га у гибрида Биляр-160, то на вариантах с внесением макроудобрений урожайность достигла значений 38,95 и 40,66 т/га, соответственно изучаемым гибридам. При этом прибавка урожайности от применения расчетных норм минеральных удобрений составила 12,17 т/га при возделывании гибрида Биляр-160 и 13,32 т/га при выращивании гибрида Нур. Дополнительное включение приведения листовой подкормки органоминеральным препаратом Батр Zn в фазу 8 листьев на удобренных фонах позволило получить 42,18 т/га урожайности зеленой массы у гибрида Нур и 43,42 т/га у гибрида Биляр-160. Общая прибавка урожайности в сравнении с контрольным вариантом без применения удобрений составила 14,93 т/га у гибрида Биляр-160 и 16,55 т/га у гибрида Нур. А прибавка урожайности от проведения листовой подкормки препаратом с цинком обеспечило дополнительной прибавкой урожайности на уровне 2,76 т/га у гибрида Биляр-160 и 3,23 т/га у гибрида Нур.

Таблица 1 – Урожайность зеленой массы кукурузы в фазе молочно-восковой спелости зерна за 2019-2021 года, т/га

Фоны питания	Гибриды	Урожайность, т/га	Прибавка урожайности, т/га
Контроль – без удобрений	Биляр-160	28,49	-
	Нур	25,63	-
НК на 50 т/га	Биляр-160	40,66	12,17
	Нур	38,95	13,32
НК на 50 т/га + листовая подкормка Батр Zn	Биляр-160	43,42	14,93
	Нур	42,18	16,55
НСП <sub>05</sub> А		0,42	
В		0,54	
АВ		21,76	

Внесение макроудобрений и опрыскивание микроудобрением, содержащим цинк, влияло на качество зеленой массы кукурузы (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание кормовых единиц и обменной энергии в 1 кг зеленой массы кукурузы в фазу молочно-восковой спелости зерна

Фоны питания	Гибриды	Кормовые единицы, корм.ед.	Обменная энергия, мДж
Контроль – без удобрений	Биляр-160	0,17	1,6
	Нур	0,17	1,6
НК на 50 т/га	Биляр-160	0,24	2,0
	Нур	0,21	1,9
НК на 50 т/га + листовая подкормка Батр Zn	Биляр-160	0,25	2,1
	Нур	0,25	2,0

Если на контрольном варианте содержание кормовых единиц и обменной энергии по гибридам не отличалось и составило 0,17 корм. ед. и 1,6 мДж, то на расчетном фоне НК на 50 т/га содержание кормовых единиц составило 0,21 в зеленой массе гибрида Нур и 0,24 у гибрида Биляр-160, а обменной энергии 1,9 и 2,0 мДж, соответственно. Содержание кормовых единиц и обменной энергии в зеленой массе увеличилось на 20-30%, по сравнению с контрольным вариантом. При проведении листовой подкормки цинком на удобренном фоне содержание кормовых единиц в корме стало 0,25 корм. ед. (прибавка с вариантом НК на 50 т/га составила 5-16%, а обменной энергии 2,0-2,1 мДж (прибавка 5%).

**Выводы.** Включение в технологию возделывания раннеспелых гибридов кукурузы на зеленую массу проведение листовой подкормки в фазу 8 листьев органоминеральным микроудобрением Батр Zn на удобренных фонах обеспечивает получение прибавки урожайности, по сравнению с контрольным вариантом без внесения удобрений, 14,93-16,55 т/га. А в сравнении с вариантом НК на 50 т/га прибавка урожайности составила 2,76-3,23 т/га. Качество получаемого корма от опрыскивания кукурузы цинком улучшается на 5-16% по содержанию кормовых единиц и на 5% по содержанию обменной энергии.

## Литература

1. Микроудобрительные стимулирующие составы и макроэлементы в технологии возделывания люцерны посевной на серых лесных почвах среднего Поволжья / Ф. Н. Сафиоллин, М. М. Хисматуллин, С. В. Сочнева, И. Г. Гайнутдинов // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности : Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 482-489.

2. Влияние микроудобрительных составов на продуктивность ярового тритикале в условиях аномальной засухи / К. К. Огородникова, Л. К. Файзутдинова, И. И. Сибгатуллин [и др.] // Студенческая наука - аграрному производству : Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции, Казань, 08–09 февраля 2022 года. Том 1. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. – С. 197-202.

3. Михайлова, М. Ю. Микроэлементы в жизни гречихи обыкновенной / М. Ю. Михайлова, Л. Р. Климова // Эволюция и деградация почвенного покрова: Сборник научных статей по материалам VI Международной научной конференции, Ставрополь, 19–22 сентября 2022 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "СЕКВОЙЯ", 2022. – С. 137-141.

4. Эффективность некорневого внесения различных удобрений на сое в Предкамье Республики Татарстан / Г. Ф. Шарипова, П. А. Дмитриева, Д. Р. Сафина [и др.] // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 192-198.

5. Михайлова, М. Ю. Роль листовых подкормок в формировании зеленой массы кукурузы / М. Ю. Михайлова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021.

6. Сулейманов, С. Р. Влияние листовой подкормки удобрительно-стимулирующими составами "Лебозол-Дюнгер" на сохранность стеблестоя и засоренность посевов ярового рапса в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / С. Р. Сулейманов, Ф. Н. Сафиоллин // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности : Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 547-554.

7. Орехов, С. В. Продуктивность сортов картофеля в зависимости от применения микроудобрений на основе меди, цинка и марганца в условиях Предкамья Республики Татарстан / С. В. Орехов, И. М. Сержанов, Л. М. Егоров // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. Том 1. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 324-331.

8. Климова, Л. Р. Сортовая отзывчивость гречихи на внекорневые подкормки микроэлементами / Л. Р. Климова, Ф. З. Кадырова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 140-146.

9. Мосур, С. С. Урожайность и качество зерна кукурузы в зависимости от применяемых органических, макро-, микроудобрений и

регулятора роста / С. С. Мосур // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1. – С. 98-102.

10. Продуктивность кукурузы в зависимости от применения биологического препарата экстра-хелат марки Zn / Б. Г. Ахияров, Б. Н. Сотченко, Е. Ф. Сотченко [и др.] // Роль агрономической науки в оптимизации технологий возделывания сельскохозяйственных культур : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию работы кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в Удмуртии, Ижевск, 19–22 ноября 2019 года / Отв. за выпуск И.Ш. Фатыхов. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 40-43.

11. Получение из техногенных отходов и эффективность применения цинк-молибденовых микроудобрений для предпосевной обработки семян кукурузы / В. О. Громенко, Е. Ю. Капитанчук, О. Ю. Светлаков [и др.] // Инновационные перспективы Донбасса : Материалы 7-й Международной научно-практической конференции, Донецк, 24–26 мая 2021 года. Том 4. – Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2021. – С. 6-10.

12. Влияние способов применения микроудобрений на продуктивность кукурузы / С. А. Фокин, В. А. Радикорская, И. В. Куркова, Н. П. Калашников // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – № 1(45). – С. 53-59.

13. Патент № 2775655 С1 Российская Федерация, МПК А01G 22/20, С05G 1/00, А01G 7/00. Способ повышения урожайности и качества зеленой массы кукурузы : № 2021134625 : заявл. 25.11.2021 : опубл. 06.07.2022 / М. Ю. Михайлова, Р. В. Миникаев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет".

14. Багринцева, В. Н. Изучение эффективности доз новых агрохимикатов для некорневых подкормок кукурузы / В. Н. Багринцева, И. А. Шмалько // Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур : Материалы докладов участников 11-ой научно-практической конференции, Анапа, 06–10 сентября 2021 года. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, ООО "Плодородие", 2021. – С. 8-11.

15. Михайлова, М. Ю. Приемы и тенденции возделывания кукурузы на кормовые цели в регионах Российской Федерации / М. Ю. Михайлова // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2022. – № 1. – С. 18-21.

*(С) Михайлова М.Ю., 2022*

**Никифорова Лилия Амировна**

Аспирант

Казанский государственный аграрный университет,

Казань

[Lia\\_greendoctor@mail.ru](mailto:Lia_greendoctor@mail.ru)

**Гаффарова Лилия Габдулбаровна,**

Кандидат биологических наук,

Казанский государственный аграрный университет,

Казань

[gaffarovalylya@mail.ru](mailto:gaffarovalylya@mail.ru)

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА «ORGANITN» ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ СОРТА «РЕД СКАРЛЕТ»**

**Аннотация.** Изучено влияние биопрепарата «OrganitN» в условиях лесостепной зоны на урожайность продовольственного картофеля сорта «Ред Скарлет» и свойства дерново-подзолистой глееватой среднесуглинистой почве. Эффективность биопрепарата определяли по фенологическим наблюдениям за ростом и развитием картофеля, урожайности и качественным показателям клубней. Активность азотфиксаторов продлевает период вегетации и влияет на рост, созревание и формирование клубней. С одного куста при сборе было собрано максимально 11 клубней, в то время как с контроля - 9 клубней товарного вида. Исследования показали, что применение препарата повышает урожайность картофеля на 22,8-35,0 % по сравнению с контролем и в зависимости от способа обработки. Наибольшая рентабельность возделывания картофеля получена при предварительном замачивании в биопрепарате (55%).

**Ключевые слова:** биопрепараты, щелочногидролизующий азот, ассоциативная азотфиксация, урожайность, картофель.

## **THE EFFECTIVENESS OF THE DRUG "ORGANITN" IN THE CULTIVATION OF POTATOES OF THE VARIETY "RED SCARLET"**

Nikiforova Lilia Amirovna

Graduate student

Kazan State Agrarian University,

Kazan

[Lia\\_greendoctor@mail.ru](mailto:Lia_greendoctor@mail.ru)

Gaffarova Lilia Gabdulbarovna,

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Kazan State Agrarian University,

Kazan

**Annotation.** The influence of the biological preparation "OrganitN" in the conditions of the forest-steppe zone on the yield of food potatoes of the variety "Red Scarlet" and the properties of sod-podzolic gleevate medium loamy soil was studied. The effectiveness of the biopreparation was determined by phenological observations of potato growth and development, yield and quality indicators of tubers. The activity of nitrogen fixers prolongs the growing season and affects the growth, maturation and formation of tubers. A maximum of 11 tubers were collected from one bush during harvesting, while 9 commercial tubers were collected from the control. Studies have shown that the use of the drug increases potato yield by 22.8-35.0% compared to the control and depending on the processing method. The greatest profitability of potato cultivation was obtained by pre-soaking in a biological product (55%).

**Keywords:** biological products, alkaline hydrolyzable nitrogen, associative nitrogen fixation, yield, potatoes.

В последнее время при возделывании сельскохозяйственных культур широко внедряют ресурсосберегающие технологии с предпосевной обработкой семян стимуляторами роста, микроэлементами, полезными бактериями [1,2]. Внесение биопрепаратов активизирует рост и развитие растений, повышает продуктивность, а также устойчивость к вредителям и болезням агрофитоценозов [3, 4, 5]. При достаточно низком уровне затрат они экологически безопасны и соответствуют требованиям охраны окружающей среды [6, 7]. Изучение способности бактерий фиксировать атмосферный азот остается и по сегодняшний день актуальной темой исследования, открываются новые штаммы азотфиксирующих бактерий [8].

Активность спор азотфиксирующих бактерий штамма клетки *Azospirillum* sp., содержащиеся в препарате «OrganitN», изучали при посеве картофеля сорта «РедСкарлет». Исследования проводили в 2021 году в условиях Предкамья Республики Татарстан на дерново-подзолистой глееватой среднесуглинистой почве, схема опыта включала варианты: контроль без применения препарата, предпосевная обработка методом замачивания на 4 часа перед посадкой и методом полива. Агрохимические показатели пахотного слоя на момент закладки опыта (0 - 25 см): рН 6,6; содержание органического вещества – 4,2 %; подвижного фосфора – 1028 мг/кг; подвижного калия 377 мг/кг.

Опыт однофакторный, полевой, однолетний в четырехкратной повторности. При фенологических наблюдениях фиксировались равномерность всходов, рост, набор зеленой массы, бутонизация в период вегетации. Изучаемый препарат оказал положительное влияние на полевую всхожесть и продуктивность картофеля. Так, клубни картофеля сорта «Ред Скарлет» предварительно обработанные в препарате активно наращивали зеленую массу и к 23-26 суткам с момента

посадки достигли высоты 25 см с 3 - 5 крепкими стволами в сравнении с контролем (по 2 – 4 ствола и отставании в росте на 10 см).

При предварительном сборе урожая картофеля с одного куста получено до 5-8 крупных клубней на контроле по 10-12 см с длинной развитой корневой системой, без повреждений, весом до 650 грамм. Предпосевная обработка клубней картофеля ассоциативными азотфиксаторами значительно улучшила продуктивную кустистость, биомассу растений, устойчивость к заболеваниям (заболевания не обнаружены), при этом собрано максимальное количество клубней (11 штук). Структуру урожая (вес и количество клубней на куст, урожайность) определяли в период уборки (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность клубней картофеля сорта «РедСкарлет» и содержание крахмала.

Вариант опыта	Средний вес клубней с одного куста, кг	Количество клубней с одного куста, шт.	Урожайность, т/га	Прибавка к фону		Содержание крахмала (ГОСТ 26176),%
				т/га	%	
1	0,55	9,0	24,9	-	-	13,9
2	0,55	11,0	33,6	8,8	35,0	10,4
3	0,55	10,0	30,6	5,8	22,8	11,3
НСР <sub>0,5</sub>	2,7					

В работах ученых отмечается более эффективное применение биопрепаратов не за счёт внесения в почву, а обработки только семенного материала. При этом обеспечивается повышение численности микроорганизмов в прикорневой зоне при развитии растения с более тесным взаимодействием между ними. Так при обработке семенного материала сорта «Ред Скарлет» с предварительным замачиванием на 4 часа перед посадкой нами отмечались дополнительно показатели кустистости, количества биомассы, рост, цвет и плотность побегов. Однако фаза цветения наступила у растений неравномерно и позднее, чем на контроле, что связано с увеличением содержания соединений азота в почве и как следствие позднего развития клубней по отношению к контролю. Так на момент предварительного пробного анализа урожая (20 августа) согласно заявленным срокам уборки раннеспелого сорта товарный вид и необходимый размер клубней отмечался только на контроле, но проигрывали в количестве клубней инокулированного азотфиксирующими бактериями. Можно отметить, что надземная часть растений картофеля вариантов предварительно замоченного азотфиксирующими бактериями и поливом, после периода цветения сохраняли плотные зеленые стволы и побеги с незначительным



пожелтением отдельных участков листьев, в сравнении с быстрым пожелтением и полеганием стволов растений на контроле.

Применение биопрепарата способствовало увеличению урожайности клубней картофеля от 30,6 до 33,6 т/га, при разных приемах обработки (контроль 24,9 т/га). При замачивании клубней картофеля сорта «РедСкарлет» в растворе препарата «OrganitN» на 4 часа урожайность составила 33,6 т/га, что на 35 % больше по сравнению с контролем. В варианте опыта, где клубни картофеля просто обрабатывались прибавка урожая составила 22,8%.

Важным показателем качества картофеля предназначенного для получения крахмала, является его содержание в клубнях и зависит от сорта.

Содержание крахмала в картофеле сорта «РедСкарлет» в вариантах с наибольшей урожайностью после применения препарата имеет минимальные значения -10,4-11,3 % в сравнении с контролем 13,9 %.

Показатели щелочногидролизуемого азота в прикорневой зоне картофеля на контрольном участке составил 136,6 мг/кг (низкая обеспеченность почвы азотом). Независимые азотофиксаторы в отличие от симбиотических клубеньковых бактерий менее изучены и находятся в ассоциативных взаимосвязях с растениями и активно обмениваются питанием. Повышение содержания щелочногидролизуемого азота в почве в вариантах с обработкой препаратом свидетельствует о продуктивном взаимодействии бактерий фиксирующих азот и корневой системы картофеля (178,6 мг/кг). Дополнительный эффект был получен в варианте с предварительным замачиванием семенного материала в препарате (181,1 мг/кг), что по сравнению с контролем обеспечило повышение содержание азота в почве на 45 мг/кг.

По данным полученных расчетов рентабельности возделывание картофеля сорта «РедСкарлет» с применением биопрепарата существенно ниже в сравнении с традиционным применением комплекса минеральных удобрений [9-16]. и составляет 55%, при этом действие препарата увеличило количество урожая и получена прибыль, без существенных затрат (табл.2).

Таблица 2 – Экономическая эффективность картофеля сорта «РедСкарлет» по вариантам опыта

Показатели	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Урожайность, т/га	2,49	3,36	3,06
Стоимость реализуемой продукции, руб/га	79680	120960	110160
Условная прибыль, руб/га	38680	53760	54160
Затраты, руб/га	41000	67200	55000
Уровень рентабельности, %	48%	55%	49%

Таким образом, биопрепарат «OrganitN» содержащий азотфиксирующие бактерии штамма клетки *Azospirillumzeae* при посевной обработке в условиях лесостепной зоны на дерново-подзолистых глееватых среднесуглинистых почвах положительно воздействовали на урожайность клубней картофеля сорта «РедСкарлет» (прибавка составила 5,8 - 8,8 т/га). Наличие большей численности азотфиксирующих бактерий в прикорневой зоне способствовало увеличению содержания показателя щелочногидролизованного азота в почве (181,1 мг/кг).

## Литература

1. Minikayev R. The effect of bacterial preparations on the growth, development and quality indicators of sugar beet yield R. Minikayev, L. Gaffarova/ BIO Web of Conferences 17, 00250 (2020)

2. Влияние применения биопрепарата на основе эндофитных бактерий на формирование урожая яровой пшеницы Диабанкана Р.Ж.К., Комиссаров Э.Н., Сафин Р.И. В сборнике: Воспризводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях. Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. Казань, 2021. С. 131-136.

3. Эффективность комплексной биологизации защиты растений от болезней яровой пшеницы/ Хусаинова Г.Х., Сафин Р.И. В сборнике: Воспризводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях. Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. Казань, 2021. С. 294-299.

4. Каримова Л.З., Нижегородцева Л.С., Колесар В.А., Климова Л. Р., Ка-дырова Ф.З., Сафин Р.И. Продуктивность сельскохозяйственных культур при применении биопрепаратов на основе ризосферных бактерий (PGPR). Вестник Казанского ГАУ. -2019.- № 4 (55). С. 53-58.

5. Сабирова Р.М., Шакиров Р.С. Ресурсосберегающие технологии возделывания озимой пшеницы на основе биологизации земледелия. Материалы международной научно-практической конференции «Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры» посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье 14 ноября 2019 г. Казань, 2019.

6. Фасхутдинов Ф.Ш. Значение кормовых бобов в воспроизводстве почвенного плодородия серых лесных почв/ Таланов И.П., Фасхутдинов Ф.Ш.//В сборнике: Агрохимикаты в XXI веке: теория и практика применения. материалы международной научно-практической конференции. 2017. С. 198-201.

7. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Экология азотфиксации / А.А. Завалин, О.А. Соколов, Н.Я. Шмырева. – М.: РАН, 2019. – 252 с.
8. Алферов А.А. Ассоциативный азот, урожай и устойчивость агроэкосистемы / А.А. Алферов. – М.: РАН, 2020. – 184 с. ISBN 978-5-907036-87-1.
9. Алексеева, Р. Н., Михайлова Л. В. Эффективность производства картофеля и перспективы развития отрасли/ Р.Н. Алексеева, Л.В. Михайлова//Вектор экономики. – 2019. – №. 2. – С. 56-56.
10. Инновационные разработки и цифровизация в АПК РФ: сб. тр. Межд. научн. - практ. конф., посвящ.50-летию Татарского НИИАХП – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН и 75- летию Казанского научного центра Российской Академии наук/ Казань: 2020. – 368 с. Vol. 90, № 1.–Р. 303– 334.
11. Агафонова, В. Д. Анализ и прогнозирование производства картофеля в Российской Федерации / В.Д. Агафонова, А.В. Арефьева, А.Ю. Андронов//Актуальные проблемы агропромышленного комплекса. – 2018. – С. 3-7.
12. Система земледелия Республики Татарстан / А. Р. Валиев, И. Х. Габдрахманов, Р. И. Сафин, Б. Г. Зиганшин. Том Часть 3. – Казань : ООО "Центр инновационных технологий", 2014. – 280 с. – EDN GQOYHV.
13. Агротехнологии зерновых культур / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан : В 3-х частях. Том Часть 2. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2014. – С. 18-140. – EDN WHKSTX.
14. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.
15. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AARMMW.
16. Файзрахманов, Д. И. Инновационная модель эффективного взаимодействия государственных образовательных учреждений и частного бизнеса внутри отраслевых кластеров / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 4. – № 4(14). – С. 93-96. – EDN KXTZDT.

© Никифорова Л.А., Гаффарова Л.Г., 2022

**Никифорова Лилия Амировна**

*Аспирант*

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

*[Lia\\_greendoctor@mail.ru](mailto:Lia_greendoctor@mail.ru)*

**Гаффарова Лилия Габдулбаровна**

*Кандидат биологических наук, доцент*

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

*[gaffarovalylya@mail.ru](mailto:gaffarovalylya@mail.ru)*

### **ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ ПРЕПАРАТА «ORGANIT N» НА АДАПТИВНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ СОРТА «РЕГГИ» В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМЬЯ РТ**

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований применения препарата «OrganitN» при возделывании продовольственного картофеля сорта «Регги». Сравнивали продуктивность обработанного препаратом «OrganitN» картофеля по сравнению с контролем, обработки проводили методом предварительного замачивания не менее четырех часов перед посадкой и вариант опыта обработки без предварительного замачивания клубней. Эффективность биопрепарата определяли по фенологическим наблюдениям за ростом и развитием картофеля, урожайности и качественным показателям клубней. Наилучший результат отмечался на варианте картофеля предварительно замоченного в биопрепарате, что способствовало получению максимального (11 штук) количества клубней с одного куста картофеля, увеличило урожайность по сравнению с контролем на 16,4%.

**Ключевые слова:** азот, ассоциативная азотфиксация, картофель, почва, биопрепараты, ризосфера, микробиология.

### **ASSESSMENTS OF DRUG ACTION «ORGANITN» ON THE ADAPTABILITY AND PRODUCTIVITY OF POTATO VARIETIES «REGGAE» IN THE CONDITIONS OF THE KAMA REGION R.T.**

*Nikiforova Lilia Amirovna*

*Graduate student*

*Kazan State Agrarian University,*

*Kazan*

*[Lia\\_greendoctor@mail.ru](mailto:Lia_greendoctor@mail.ru)*

*Gaffarova Lilia Gabdulbarovna,*

*Candidate of Biological Sciences, Associate Professor*

**Abstract.** The article presents the results of research of application of the preparation "OrganitN" in the cultivation of food potatoes of variety "Reggi". We compared the productivity of potatoes treated with the preparation "OrganitN" compared to the control, the treatment was carried out by soaking for at least four hours before planting and the variant of the treatment without pre-soaking of tubers. The effectiveness of the biopreparation was determined by phenological observations of growth and development of potatoes, yield and quality indicators of tubers. The best result was noted on the variant of potatoes pre-moistened in the biological preparation, which contributed to obtaining the maximum (11 pieces) number of tubers from one potato bush, increased the yield compared to control by 16.4%.

**Keywords:** nitrogen, associative nitrogen fixation, potato, soil, microbiology, biopreparations, rhizosphere.

Бесконтрольное применение минеральных удобрений в сельскохозяйственном производстве вызывает загрязнение окружающей среды и в целом биосферы нитратами, ядохимикатами, что приводит также к усилению антропогенной нагрузки на почвенный покров [1]. В настоящее время последствия применения необоснованных доз азотных удобрений стало серьезной мировой проблемой. При внесении азотных удобрений, оно расходуется для роста и развития растений только на 10-40% от внесенного количества в почву. Остальные 60-90% теряются в процессе денитрификации, испарения, промывания почво-грунта поверхностными стоками, стимулирует рост сорняков [2]. Важное значение имеет поступление соединений азота за счет фиксации из воздуха как бактериями создающими симбиоз с высшими растениями, так и свободными ассоциативными микроорганизмами [3]. Комплекс почвенной микробиоты при их активной жизнедеятельности в зависимости от почвенно-климатических условий вовлекается до 60 кг/га азота воздуха. В природе существует тысячи азотфиксирующих бактерий, но 99,9% нельзя культивировать в лаборатории. По этой причине невозможно сделать инокулянты, но они существуют в естественных условиях [3,4].

Исследование проводилось с целью оценки сравнительной эффективности препарата «OrganitN», в составе которого содержатся живые бактерии рода *Azotospirillum*, на вегетацию картофеля, урожайность и содержание крахмала в клубнях. Картофель имеет длинную историю возделывания, являясь ценной рыночной культурой в мире. В Республике Татарстан его картофель занимает около 74,2 тыс. га, из них на долю фермерских хозяйств приходится – 68,4 тыс. га,

сельскохозяйственных предприятий – 5,8 тыс.га [5]. В получении стабильного и качественного урожая картофеля должна быть сформирована прочная научная, теоретическая и техническая база путем применения комплекса удобрений и средств защиты, в частности и биологических препаратов [6,7,8].

В клубнях картофеля содержится много воды и крахмала, поэтому в прикорневой зоне создаются условия для активизации микробиоты [9].

Заявлено, что основная функция препарата «OrganitN» – улучшение питания сельскохозяйственных культур, за счет способности бактерий *Azospirillum zeae* фиксировать атмосферный азот и переводить в доступную форму для растений. Отличие бактерий рода *Azospirillum zeae* OPN-14 заключается в усилении роста за счет влияния на фитогормоны растения и как следствие происходит активный рост, увеличение микробной флоры в ризосфере самого растения. В качестве объекта исследования был взят сорт картофеля «Регги». Картофель «Регги» – раннеспелый сорт, листья крупные, темно-зеленые. Проявляет устойчивость к заболеваниям, неприхотлив в отношении свойств почв. Исследования проводили в 2021 году в зоне Предкамья Республики Татарстан.

Опыты закладывались на дерново – среднеподзолистой глееватой среднесуглинистой почве, агрохимические показатели: содержание гумуса – 4,2 %, рН<sub>KCl</sub> = 6,6; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 1028 мг/кг; K<sub>2</sub>O – 377 мг/кг. Схема полевого опыта: Фон контроль; Фон + обработка замачивание «OrganitN»; Фон + обработка без предварительного замачивания, методом полива «OrganitN». Семена картофеля инокулировали методом замачивания на 4 часа до высадки, семена картофеля без предварительного замачивания, методом однократного полива после посадки клубней в почву, норма расхода препарата 5л/га. Картофель высевали на глубину 15-20 см. Среднемесячные показатели температуры воздуха весной, на момент закладки опыта были благоприятными. Так по температурным показателям посев картофеля проводился 10 мая 2021 года. Появление первых всходов наблюдалось на 16-18 день после посадки. По фенологическим наблюдениям вегетации сорта «Регги» не выявлено существенных изменений в фазах вегетации. Цветение растений происходило практически одновременно с контролем, а в фазе технической спелости отмечалось равномерное полегание и пожелтение. Однако во время сбора урожая были обнаружены на варианте 2,3 столовых корней недоразвившиеся клубни, что не соответствовало контролю.

При среднем весе картофеля 780 грамм с одного куста урожай был получен в варианте с предварительным замачиванием, в сравнении с контролем, составившим 530 грамм и методом полива 650 грамм. Урожайность картофеля сорта «Регги» с обработкой методом замачивания составила 21,7 т/га, что выше значений к контролю на 16,4%,

а в варианте без предварительного замачивания получена незначительная прибавка на 3,5% по отношению к контролю. Количество клубней при сборе урожая с одного куста по методу предварительного замачивания перед посадкой составил 11 шт., контроль 10 шт. (табл.1,2).

Таблице 1 - Структура урожая картофеля сорта «Регги», т/га

Вариант	Средний вес клубня с одного куста, кг.	Количество клубней с одного куста, шт.	Урожайность, т/га
Контроль	0,55	10,0	18,6
Предпосевная обработка методом замачивания на 4 часа клубней картофеля	0,54	11,0	21,7
Обработка клубней картофеля без предварительного замачивания	0,54	10,0	19,3

Таблице 2 - Прибавка урожая картофеля сорта «Регги», т/га

Вариант опыта	Сорт Регги		
	Урожайность, т/га	Прибавка фону	
		т/га	%
1. Контроль	18,6	-	-
2. Замачивание клубней на 4 часа в растворе препарата «Organit-N»	21,7	3,1	16,4%
3. Обработка клубней картофеля препаратом «Organit-N»	19,3	0,7	3,5%
НСР <sub>0,5</sub>	2,4		

Повышенное содержание щелочногидролизуемого азота было обнаружено в опыте с предварительным замачиванием картофеля перед высадкой. Деятельность бактерий рода *Azospirillum* способствовала увеличению количества клубней с одного куста картофеля. При осеннем сборе урожая на столонах корней картофеля как отмечалось ранее, были обнаружены молодые недоразвившиеся клубеньки, что также указывает на положительное влияние увеличившейся азотфиксации в почве (табл.3).

Таблица 3 - Показатели щелочногидролизуемого азота

Вариант опыта	Показатель щелочногидролизуемого азота, мг/кг
Контроль	136 мг/кг
Предварительное замачивание клубней картофеля	190 мг/кг
Обработка без замачивания клубней	167,4 мг/кг

По результатам лабораторных данных увеличение урожайности картофеля при применении препарата «OrganitN» в вариантах опыта одновременно отличалось снижением содержания крахмала в клубнях. (табл.4).

Таблица 4 – Содержание крахмала в клубнях картофеля сорта «Регги»,%

Вариант опыта	Крахмал ГОСТ 26176, %
Контроль	15,13
Предварительное замачивание клубней картофеля	12,7
Обработка без замачивания	12.48

В целом обработка клубней картофеля сорта «Регги» азотфиксирующим препаратом создает благоприятную среду на вегетацию картофеля. Предпосевная обработка клубней картофеля препаратом положительно воздействовала на рост и развитие картофеля. Замачивание клубней больше создает условия для фиксации бактерий в корнеобитаемой зоне растения. Численное преимущество количества бактерий привело к повышению содержания показателя щелочногидролизованного азота в почве (190мг/кг) по сравнению с контролем. Активность азотфиксаторов продлевает период вегетации и влияет на рост и формирование клубней. Применение препарата методом замачивания посевного материала увеличило урожай картофеля, также способствовало увеличению количества клубней с одного куста. Правильное применение биопрепаратов позволит увеличить урожайности культур и снизить антропогенную нагрузку на почвенный покров.

#### Литература

1. Алферов А.А. Ассоциативный азот, урожай и устойчивость агроэкосистемы / А.А. Алферов. – М.:РАН, 2020. – 184 с. ISBN 978-5-907036-87-1.
2. Дегтярева И.А. Роль ассоциативной азотфиксации в повышении продуктивности небобовых культур, биологической активности почв и их плодородия / И.А. Дегтярева, И.А. Чернов // Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными растительными ресурсами и создания функциональных продуктов. – М., 2001. – С. 183–186.



3. Каримова Л.З., Нижегородцева Л.С., Колесар В.А., Климова Л. Р., Ка-дырова Ф.З., Сафин Р.И. Продуктивность сельскохозяйственных культур при применении биопрепаратов на основе ризосферных бактерий (PGPR). Вестник Казанского ГАУ. -2019.- № 4 (55). С. 53-58.

4. Minikayev R. The effect of bacterial preparations on the growth, development and quality indicators of sugar beet yield R. Minikayev, L. Gaffarova/ BIO Web of Conferences 17, 00250 (2020)

5. Алексеева, Р. Н., Михайлова Л. В. Эффективность производства картофеля и перспективы развития отрасли/ Р.Н. Алексеева, Л.В. Михайлова//Вектор экономики. – 2019. – №. 2. – С. 56-56.

6. Михайлова, М. Ю. Динамика макроэлементов в серой лесной почве под посевами кукурузы на зеленую массу в условиях Предволжья Республики Татарстан при внесении повышенных доз минеральных удобрений / М. Ю. Михайлова, Р. В. Миникаев // Плодородие. – 2020. – № 3(114). – С. 12-14.

7. Сабирова Р.М., Шакиров Р.С. Ресурсосберегающие технологии возделывания озимой пшеницы на основе биологизации земледелия. Материалы международной научно-практической конференции «Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры» посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье 14 ноября 2019 г. Казань, 2019.

8. Фасхутдинов Ф.Ш. Значение кормовых бобов в воспроизводстве почвенного плодородия серых лесных почв/ Таланов И.П., Фасхутдинов Ф.Ш.//В сборнике: Агрехимикаты в XXI веке: теория и практика применения. материалы международной научно-практической конференции. 2017. С. 198-201. © Никифорова Л.А., Гаффарова Л.Г., 2022

9. Агафонова, В. Д. Анализ и прогнозирование производства картофеля в Российской Федерации / В.Д. Агафонова, А.В. Арефьева, А.Ю. Андронов//Актуальные проблемы агропромышленного комплекса. – 2018. – С. 3-7

10. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AARMMW.

11. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 138-142. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-138-142. – EDN WEWUEY.

© Никифорова Л.А., Гаффарова Л.Г., 2022

**Сабирова Разина Мавлетгараевна**  
*Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*  
*Казанский государственный аграрный университет,*  
*Казань*

*razina.sabirova.1975@mail.ru*

**Бахтияров Руслан Рамилевич**  
*студент 1 курса магистратуры*  
*Казанский государственный аграрный университет,*  
*Казань*

*ruslanbahtiarov2@gmail.com*

**Гатауллин Нурислам Рифгатович**  
*студент 2 курса магистратуры*  
*Казанский государственный аграрный университет,*  
*Казань*

[guliya5599@mail.ru](mailto:guliya5599@mail.ru)

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НУТА В РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

**Аннотация.** В мире востребованность к культуре нута растет. Но технологии возделывания нута, в разных почвенно - климатических условиях, в частности в Республике Татарстан остается неизученным. В связи с этим, в 2021 г, в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан были заложены опыты, по изучению влияния элементов технологий возделывания на продуктивность нута. Наибольшие данные были получены на фоне «Металлоцен» Д (0,3 мл/т) при обработке семян и при опрыскивании в фазе 3-5 настоящих листьев – начало ветвления и в фазе цветения АгроНАН Активом (0,2 л/га). По этому варианту чистый доход составил 61780 тысяч руб./га, рентабельность 422,5% при закупочной цене на зерно 40000 рублей за тонну.

**Ключевые слова:** нут, технологии возделывания, урожайность, экономическая эффективность.

**Sabirova Razina Mavletgaraevna**  
*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*  
*Kazan State Agrarian University,*  
*Kazan*

*razina.sabirova.1975@mail.ru*

**Bakhtiyarov Ruslan Ramilevich**  
*1st year master's student*  
*Kazan State Agrarian University,*  
*Kazan*

ruslanbahtiarov2@gmail.com  
**Gataullin Nurislam Rifgatovich**  
2nd year master's student  
Kazan State Agrarian University,  
Kazan  
[guliya5599@mail.ru](mailto:guliya5599@mail.ru)

## PROSPECTS FOR GROWING CHICKEA IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN

**Annotation.** In the world, the demand for chickpea culture is growing. But the technology of chickpea cultivation, in different soil and climatic conditions, in particular in the Republic of Tatarstan, remains unexplored. In this regard, in 2021, in the conditions of the Predkama zone of the Republic of Tatarstan, experiments were laid to study the influence of technology elements on chickpea cultivation. The greatest data were obtained against the background of Metalocene D (0.3 ml/t) during seed treatment and spraying in the phase of 3-5 true leaves - the beginning of branching and in the flowering phase with AgroNAN Aktiv (0.2 l/ha). According to this option, the net income amounted to 61,780 thousand rubles/ha, profitability 422.5% at a purchase price for grain of 40,000 rubles per ton.

**Key words:** chickpeas, cultivation technologies, productivity, economic efficiency.

Нут является редко возделываемой, молодой культурой, на территории России. Но, востребованность к нему однозначно растет. Несмотря на это, на рынке нута наблюдается уменьшение посевных площадей, что в 2021 году сократились до 6 процентов, в сравнении с 2020 годом. Однако, валовой сбор нута в 2021 году увеличился почти до 9 процентов, по отношению к 2020 году [1].

В основном, рост и развитие полевых культур, в том числе и нута определяется почвенно-климатическими условиями [2, 3, 4].

Нут неприхотливая, засухоустойчивая, холодостойкая культура. Может адаптироваться разным почвенно-климатическим условиям и дать хороший урожай [5].

От других зернобобовых культур нут отличается высоким содержанием белка (30%), аминокислот (18), изофлавонов и бета каротина, которые можно получить с наименьшими затратами и усилиями. Также нут является экологически чистой культурой, так как в его семенах не скапливаются вредные элементы [6].

Одним из главных положительных особенностей нута, является то, что оно отлично вписывается в севооборот, являясь отличным и хорошим предшественником для многих культур, предоставляя восполнение

недостатка азота в почве и избегания паров, которые многозатратны для хозяйств [7, 8].

Поэтому, перспективы возделывания нута на территории Республики Татарстан имеются. Предложения включения в структуру посевных площадей хозяйств данной культуры, также можно обусловить его высокой рентабельностью возделывания. В некоторых регионах России данный показатель достигает 80% [1].

Как для всех сельскохозяйственных культур и для выращивания нута необходимы применения современных технологий, содержащих обработку почвы, использования удобрений, пестицидов, биопрепаратов, районированных сортов [9, 10, 11].

В настоящее время в аграрном секторе России широко применяются биопрепараты, что экономически эффективно [12, 13].

Увеличивается производства и использование разных микроудобрительных составов [14, 15, 16].

В связи с этим, изучение элементов технологий возделывания нута является актуальным. В 2021 г, в условиях Предкамья Республики Татарстан были проведены опыты, по изучению влияния разных удобрительных составов на продуктивность нута.

Возделывался сорт нута – Приво 1, который является одним из самых раннеспелых сортов в нашей стране. Оптимальные урожаи по данному сорту можно получить в разных почвенно-климатических условиях.

Исследования за ростом и развитием растений проводились по методом сортоиспытания (Роговский Ю.А. и др., 1985).

Уборку проводили комбайном САМПО-500 с учетной площади, с последующим взвешиванием зерна. Математическую обработку урожайных данных делали на компьютере методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1895). Экономическую эффективность определяли по методике ВНИИЭСХ - на основе технологических карт по действующим нормативам и расценкам [17-23].

В условиях 2021 года полевая всхожесть нута составила 10-19 процентов, с сохранностью к уборке 11-20 процентов от нормы высева семян (некоторые семена всходили позже).

Исследование биометрики высоты растений выявило, что в фазах всходов, ветвления, цветения, созревания различие между контролем и удобренными вариантами составила - 25,4%, 15,5 -16,8%, 7,4 - 8,9%, 7,0 - 7,2 процентов соответственно.

Считывание численности бобов на растениях нута показало, что в вариантах с применением удобрений данный показатель в два раза больше, в сравнении с контрольным вариантом (табл.1). Между удобренными вариантами лидирует вариант с применением при обработке семян «Металлоцен» Д (0,3 мл/т) и опрыскиванием в фазе 3-5

настоящих листьев - начало ветвления + в фазе цветения АгроНАН Активом (0,2 л/га).

Таблица 1 - Среднее количество бобов и высота прикрепления нижнего боба, 2021 г

№ п/п	Варианты	Количество бобов на 1 растение, шт		Высота прикрепления нижнего боба, см
		Фаза налива бобов	Созревание	Фаза созревания
1	Контроль	15	15,8	12,2
2	Обработка семян «Металлоцен» Д (0,3 мл/т) + опрыскивание в фазе 3-5 настоящих листьев - начало ветвления + в фазе цветения АгроНАН Органик (0,2 л/га)	28	32	16,3
3	Обработка семян «Металлоцен» Д (0,3 мл/т) + опрыскивание в фазе 3-5 настоящих листьев - начало ветвления + в фазе цветения АгроНАН Актив (0,2 л/га)	31	33	18,3

Взаимосвязанность наблюдается между показателем высоты растений и прикрепления нижних бобов. Последнее зависит от длительности развития фаз от всходов до цветения. Также, высокую значимость имеет и внесение удобрений, что величина показателя прикрепления нижних бобов в удобренных вариантах больше (25 -33%). Максимальное значение (18,3 см) было получена на фоне «Металлоцен» Д (0,3 мл/т) + АгроНАН Актив (0,2 л/га).

Таблица 2 - Структура урожая нута сорта Приво 1, 2021 г

	Вариант	Кол-во растений, шт./м <sup>2</sup>	Количество семян на 1 растение, шт.	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га
1	Контроль	11,0	30	264,0	0,87
2	Обработка семян «Металлоцен» Д (0,3 мл/т) + опрыскивание в фазе 3-5 настоящих листьев - начало ветвления + в фазе цветения АгроНАН Органик (0,2 л/га)	19,0	39	273,0	1,89
3	Обработка семян «Металлоцен» Д (0,3 мл/т) + опрыскивание в фазе 3-5 настоящих листьев - начало ветвления + в фазе цветения АгроНАН Актив (0,2 л/га)	20,0	44	298,0	1,91

Совокупное применение препаратов «Металлоцен» Д (0,3 мл/т) при обработке семян и опрыскивании разными препаратами АгроНАН (0,2 л/га) в фазе 3-5 настоящих листьев - начало ветвления и в фазе цветения приводит к повышению количества семян на одном растении, количества растений на единице площади и показателя массы тысяча семян. Между удобренными вариантами лидировал вариант с применением АгроНАН Актив (0,2 л/га) (табл.2).

В вегетационном периоде 2021 года наблюдалась засуха, что сопровождалось преждевременной спелостью бобов, наблюдению процесса растрескивания и соответственно потерю урожая. В удобренных вариантах процесс растрескивания бобов был не таким высоким. В итоге, максимальный урожай был получен в варианте с применением удобрительных комплексов «Металлоцен» Д (обработка семян) и АгроНАН (листовая подкормка), что составило 1,89-1,91 т/га соответственно вариантам.

Величина наименьшей существенной разности была в пределах 0,01% ошибки опыта, что допустимо для полевых исследований.

Возделывание нута на фоне микроудобрений экономически эффективны. Наибольший показатель был получен на фоне «Металлоцен» Д (0,3 мл/т) при обработке семян и опрыскивании в фазе 3-5 настоящих листьев – начало ветвления и в фазе цветения АгроНАН Актив (0,2 л/га). По этому варианту чистый доход составил 61780 тысяч руб./га, рентабельность 422,5% при закупочной цене на зерно 40000 рублей за тонну.

### Литература

1. <https://agrovesti.net/lib/industries/beans/rossijskij-rynok-nuta-tendantsii-i-prognozy.html/>.

2. Халиуллина, З.М. Влияние погодных условий в период вегетации на качество урожая озимой пшеницы / З.М. Халиуллина, А.М. Петров, А.Н. Якушев, Р.Р. Ахметзянова. // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. Том 1. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 350-357.

3. Сабирова, Р.М. Влияние погодных условий на урожайность ярового тритикале. В сборнике: Современные состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса. Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г. - Казань, 2021. - С. 471-475.

4. Каримова Л.З. Биологическая защита растений от стрессов / Л. З. Каримова, В.А. Колесар, Р.И. Сафин, Г.К. Хузина. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. – 128 с.

5. Солодовников, А.П. Долевое влияние водно-физических свойств почвы и погодных условий на урожайность нута в Саратовском Заволжье / А.П. Солодовников, Д.А. Уполовников, А.Ю. Левкина, Л.А. Гудова. // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 1. – С. 43-47.

6. Шевцова, Л.П. Приемы адаптивной ресурсосберегающей технологии возделывания нута в степном засушливом Поволжье. / Л.П. Шевцова, Н.А. Шьюрова, О.С. Башинская, С.В. Фартуков. // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 2. – С.39-43.

7. Семина, А.Ю. Опыт выращивания нута на черноземных почвах Тульской области / А.Ю. Семина, А.Н. Пикуль, К.М. Телих. // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 4(85). – С. 23-30.

8. Нурлыгаянов, Р.Б. Совершенствование технологии возделывания нута в Зауралье / Р.Б. Нурлыгаянов, Р.А. Якупова, Ю.В. Погорелов. // Российский электронный научный журнал. – 2021. – № 4(42). – С. 45-65.

9. Низамов, Р.М. Эффективность применения биопрепаратов при возделывании ярового рапса на маслосемена в климатических условиях Предкамья в Республике Татарстан. / Р.М. Низамов, С.Р. Сулейманов. // Вестник Чувашской ГСХА. - 2020. - №1(12). - С. 38-45.

10. Михайлова, М.Ю. Динамика макроэлементов в серой лесной почве под посевами кукурузы на зеленую массу в условиях Предволжья Республики Татарстан при внесении повышенных доз минеральных удобрений. / Михайлова М.Ю., Миникаев Р.В. // Плодородие. - 2020. - № 3 (114). - С. 12-14.

11. Adaptive technologies for intensification of winter wheat grain production in biologized crop rotation *Bikmukhametov Z., Shakirov R., Sabirova R.* BIO Web of Conferences. 2020. № 17. С. 00067.

12. Кадырова, Ф.З. Влияние биологически активных препаратов на продуктивность растений гречихи. / Ф.З. Кадырова, Л.Р. Климова. // Плодородие. – 2020. - №3(114). – С. 44-47.

13. Алиева, Г.Н. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве / Г.Н. Агиева, Л.С. Нижегородцева, Р.Ж. К. Диабанкана [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 4(60). – С. 5-9.

14. Пахомова, В.М. Хелатные микроудобрения марки ЖУСС в устойчивости яровой пшеницы к комбинированному стрессу. / В.М. Пахомова, А.И. Даминова, И.А. Гайсин. // Агротехнический вестник. - 2015. - № 6. - С. 29-31.

15. Шарипова, Г.Ф. Эффективность применения удобрений с микроэлементами на различных сортах сои. / Г.Ф. Шарипова, В.А. Колесар, Р.И. Сафин. // Плодородие. – 2020. – №3(114). – С. 9-11.
16. <https://www.vniia-pr.ru/spravochniki/spisok-agro/mikroudobrenie-agronan/>
17. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AARMMW.
18. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.
19. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 138-142. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-138-142. – EDN WEWUEY.
20. Система земледелия Республики Татарстан / А. Р. Валиев, И. Х. Габдрахманов, Р. И. Сафин, Б. Г. Зиганшин. Том Часть 3. – Казань : ООО "Центр инновационных технологий", 2014. – 280 с. – EDN GQOYHV.
21. Файзрахманов, Д. И. Инновационная модель эффективного взаимодействия государственных образовательных учреждений и частного бизнеса внутри отраслевых кластеров / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 4. – № 4(14). – С. 93-96. – EDN KXTZDT.
22. Формирование модели инновационно-консультационного центра на базе аграрного вуза / Д. И. Файзрахманов, Г. Р. Валиева, Л. Н. Савушкина, Н. А. Сафиуллин // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 4. – С. 2-5. – EDN YQGARB.
23. Ширяев, Г. В. Влияние физиологически активных веществ на формирование урожая и качество зерна яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан / Г. В. Ширяев, Р. И. Сафин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 1(23). – С. 160-164. – EDN OWOPQX.

© Сабирова Р.М., Бахтияров Р.Р., Гатауллин Н.Р., 2022.



**Савдур Светлана Николаевна**  
*Кандидат технических наук, доцент*  
Казанский государственный аграрный университет,  
Казань

*E-mail: savdur.svetlana@yandex.ru*

**Шарипова Рузиля Тагировна**  
*Магистр*  
Казанский государственный аграрный университет,  
Казань

**Дмитриева Полина Андреевна**  
*Магистр*  
Казанский государственный аграрный университет,  
Казань

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА БИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

**Аннотация.** Обоснована целесообразность использования аппарата теории сетей Петри для моделирования процесса получения фосфорсодержащих биоудобрений. Разработана модель на основе сети Петри.

**Ключевые слова:** сеть Петри, фосфорсодержащие биоудобрения, фосформобилизующие бактерии

**Savdur Svetlana Nikolaevna**  
*Kandidate of technical sciences , associate professor*  
Kazan State Agrarian University,  
Kazan

*E-mail: savdur.svetlana@yandex.ru*

**Sharipova Ruzilya Tagirovna**  
Master  
Kazan State Agrarian University,  
Kazan

**Dmitrieva Polina Andreevna**  
Master  
Kazan State Agrarian University,  
Kazan

## **MODELING OF THE SYSTEM OF PRODUCTION OF BIOLOGICAL PRODUCTS FOR CROP PRODUCTION**

**Abstract.** The expediency of using the apparatus of the theory of Petri nets for modeling the process of obtaining phosphorus-containing biofertilizers is substantiated. A model based on a Petri net has been developed.

**Keywords:** Petri net, phosphorus-containing biofertilizers, phosphorobilizing bacteria

Современный агропромышленный комплекс и отдельно растениеводство сложно себе представить без активного применения регуляторов роста, средств для борьбы с инфекциями и вредителями, которые могут сократить урожайность культур [1, 2, 3]. Поиск требуемых для этого препаратов в ряде случаев гораздо рациональнее и рентабельнее не создавать в лабораториях, а использовать исключительно биологические методы, применяя для этого различные культуры или микроорганизмы [4, 5, 6]. Главное достоинство такого метода укрепления растений в отличие от химического – исключительно положительное влияние на культуры, высокий коэффициент эффективности, а также возможность применения органических препаратов в малых концентрациях [7, 8, 9]. Имея натуральную природу, они концентрируются во внешней среде [10, 11, 12]. Некоторые биопрепараты уместно использовать в готовом виде, некоторые изготавливать на месте их последующего применения. Безусловно, для этого оптимальным образом подходят различные микроорганизмы [13].

Для успешного преодоления проблемы восстановления грунтов и последующего выращивания сельскохозяйственных культур применяются органические удобрения, на основе предельно результативных штаммов микроорганизмов. Такие удобрения доказали свою высокую эффективность на практике, позволяя в значительной мере сократить объем других видов удобрений и пестицидов. К слову, применение последних в высоких концентрациях используется для кратного повышения урожайности. Стоит ли говорить о том, что до конца высокие концентрации удобрений и пестицидов не высвобождаются из выращенной продукции, а продолжают свою миграцию в почвах, попадают в организм человека. Обратим внимание на то, что детальный анализ вредных для человеческого здоровья добавок необходимо изучать с позиции науки крайне пристально. Поскольку данный анализ может ответить на множество отраслевых вопросов, связанных с выращиванием экологически чистых продуктов.

Новейшие тенденции в исследуемой отрасли дают возможность плавно, но вместе с тем поступательно исключить из использования энергоёмкие минеральные удобрения, пестициды, заменив их новейшими и безопасными аналогами, которые сегодня активно разрабатываются как российскими, но и иностранными учёными.

Перспективность биологизации в отличие от химизации заключается в том, что первая не несёт за собой пагубных последствий.

Обусловлено это тем, что здесь работают микроорганизмы, которые и являются частью природы. Соответственно, в рамках закона биологической буферности, не накапливаются в высокой концентрации, а также не дестабилизируют экологический баланс.

Общенаучный факт, что именно в прикорневой зоне скапливаются в большом объёме бактерии и микроорганизмы. Именно они способствуют раскрытию у сельскохозяйственных культур тех важных функций, которые отвечают за высокое плодоношение. В частности, образуемые в прикорневой зоне ризосферные бактерии обеспечивают оптимальное питание культурам, нормализуют потребление азота, усвоение фосфорных соединений, усиливают иммунитет культур и устойчивость к различного рода патологиям и болезням, улучшают качество грунтов.

Наиболее важным вектором в поиске и применении таких форм микроорганизмов можно назвать поиск именно таких, которые обладают комплексом положительных свойств. В современной практике, в ряде регионов страны, включая Республику Татарстан, подобраны и успешно воплощены на практике системные меры по повышению урожайности в АПК комплексе, с использованием данных видов микроорганизмов. РТ представляет собой современный регион, где органично сочетаются производственная сфера и сельское хозяйство. На сегодняшний день, биоудобрения используются практически во всех муниципальных районах.

Несмотря на то, что производство удобрений нового поколения представляет собой достаточно сложный и дорогостоящий процесс, но, практический анализ свидетельствует о том, что показатель применения пентаоксида фосфора и других удобрений старого поколения довольно невысок. Современный научный мир всё больше фокусирует внимание, на получении удобрений на основе фосфора с применением бедного сырья [14, 15].

Наиболее значимым фактором в процессе изготовления и последующего использования удобрений можно назвать:

- коэффициент рентабельности и эффективности;
- удобство изготовления сырья;
- минимальные затраты на его производство;
- показатель сыпучести;
- удобство транспортировки и применения [15].

Далее, предлагаем ознакомиться с технологической схемой производства удобрений нового поколения, в которой представлены 2 основных узла (рисунок 1):

1. Узел грануляции фосфоритной муки;
2. Узел нанесения на поверхность гранул смеси биопрепарата и фосформобилизирующих бактерий [15].

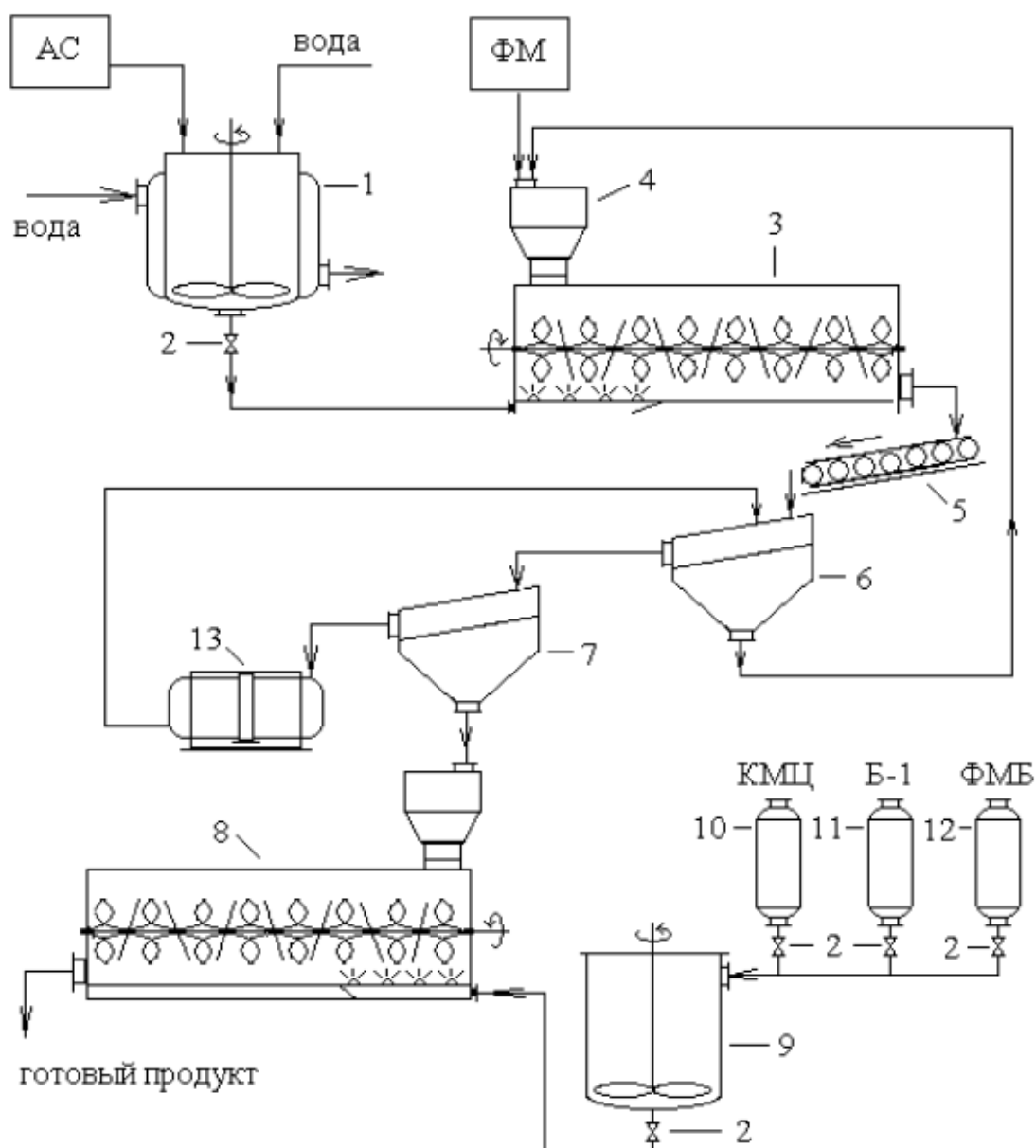


Рис. 1. Технологическая схема производства удобрений нового поколения с применением фосфоритной муки фосфоритов Каратау, биопрепаратов и фосформобилизующих бактерий: 1 – резервуар, где происходит изготовление концентрата аммиачной селитры; 2 – клапаны; 3 – гранулятор винтового типа; 4 – резервуар; 5 – ленточный конвейер; 6,7 - сортировщики; 8 – кран винтового типа для глазурирования гранул; 9 – смеситель; 10 – резервуар для КМЦ; 11 – резервуар для биопрепарата №1 (Б-1); 12 – резервуар для фосформобилизующих бактерий (ФМБ); 13 – измельчитель [15].

Как показано на рисунке 1, в резервуаре с мешалкой происходит процесс приготовления селитры. Продолжительность процесса не превышает полчаса, а температура внутри не падает ниже 50 градусов Цельсия.

Готовый раствор поступает в гранулятор винтового типа, где равномерно подаётся на фосфоритную муку, которая идёт из резервуара.

4. После чего, подготовленное удобрение из гранулятора винтового типа по конвейеру 5 сырье подаётся в сортировщики 6, после чего измельчается до состояния не более 1 мм. и обратно транспортируется в резервуар 4. Более крупные элементы поступают в сортировщик 7, направляются элемент схемы 8, где частицы покрываются суспензией, которая была произведена в смесителе 9. Именно здесь содержится 30% раствор КМЦ (10). Сырье № 1 (11), а также сырье (12), сырье, которое более 4 мм. направляется в измельчитель 13, после чего поступает повторно в сортировщик 6. После завершения процесса изготовления удобрений, материал из крана 8 направляется на процесс затаривания [15].

Далее, предлагаем ознакомиться с математическим видом технологической схемы контроля производственным циклом изготовления анализируемых удобрений, как это показано на рисунке 1. Здесь представлена усовершенствованная сеть Петри, с помощью которой представляется возможным проанализировать цикличные закономерности работы системы обобщённо, также изложено её описание [16-17].

Здесь представляется возможным разработать комплекс, который даст возможность детально изучить материальные потоки, а также заранее определить модели внешних ситуаций особенностей производства исследуемых удобрений [16]. Модель технологической схемы получения фосфорсодержащих биоудобрений в виде МСП изображена на рисунке 2.

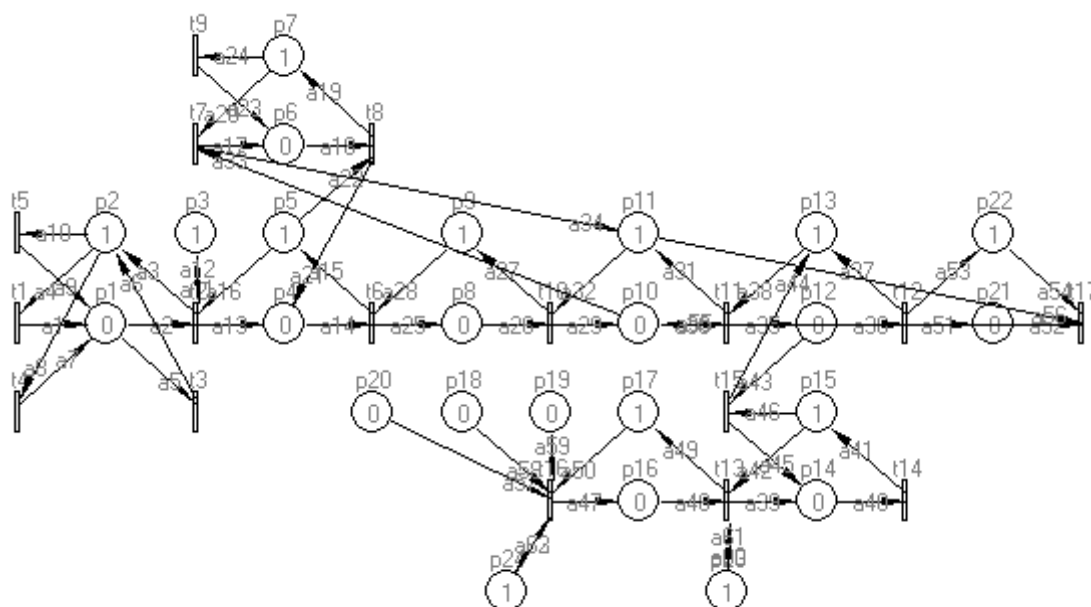


Рис. 2. Модель технологического модуля в виде МСП

## Литература

1. Ситдигов Ф.Ф. Необходимость внедрения инновационных технологий в молочном животноводстве / Ф.Ф. Ситдигов, Б.Г. Зиганшин, Р.Р. Шайдуллин, А.Б. Москвичева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2019. - Т. - 14. - № 4-2 (56). - С. 69-74.
2. Закирова А.Р. Совершенствование формирования внутренней управленческой отчетности о мелиоративных работах / А.Р. Закирова, Г.С. Клычова, Р. Уллах, А.Ф. Дятлова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2021. - Т. 16. - № 2 (62). - С. 100-106.
3. Клычова Г.С. Совершенствование методического обеспечения контроля наличия и сохранности запасов в системе управления предприятием / Г.С. Клычова, А.Р. Закирова, З.А. Залилова, И.М. Германиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2021. - Т. 16. - № 2 (62). - С. 107-115.
4. Дергунов А.В. Влияние культуры ведения винограда и агротехнических приемов на его урожайность и качество вина / А.В. Дергунов, Е.К. Курденкова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2021. - Т. 16. - № 2 (62). - С. 11-15.
5. Кондратьев Д.В. Стохастический анализ и оптимальное управление стимулированием персонала коммерческой организации / Д.В. Кондратьев, Г.Я. Остаев, Г.С. Клычова, А.Р. Валиев, Б.Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2021. - Т. 16. - № 2 (62). - С. 116-123.
6. Елисеев И.П. Эффективность внесения рога-копытной крошки и трепела под пропашные культуры с последствием на ячмене / И.П. Елисеев, Л.В. Елисеева, Л.Г. Шашкаров // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2020. - Т. 15. - № 4 (60). - С. 27-32.
7. Зайцева К.Г. Продуктивность ярового ячменя в зависимости от вида применяемых удобрений и биопрепарата бисолбифит / К.Г. Зайцева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2020. - Т. 15. - № 4 (60). - С. 38-41.
8. Мамин В.Ф. К решению задач диагностирования валового ресурса лакричного корня и его добычи в волго-ахтубинской пойме / В.Ф. Мамин, Т.С. Кошкарлова, Е.В. Зинченко, Л.В. Вронская, Н.Г. Круглякова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2020. - Т. 15. - № 4 (60). - С. 42-47.
9. Овэс Е.В. Индуцирование микроклубнеобразования новых перспективных сортов картофеля в асептической культуре / Е.В. Овэс, Н.А. Гаитова, О.А. Шишкина // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2020. - Т. 15. - № 4 (60). - С. 48-54.

10. Сафина Н.Ю. Полиморфизм гена параоксоназа-1 (pon1) и его ассоциации с хозяйственно-полезными признаками голштинского скота / Н.Ю. Сафина, Ш.К. Шакиров, Э.Р. Гайнутдинова, З.Ф. Фаттахова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2020. - Т. 15. - № 3 (59). - С. 43-48.

11. Гайнутдинов И.Г. Вопросы совершенствования оборота земельных участков из состава земель сельскохозяйственного назначения / И.Г. Гайнутдинов, Ф.Н. Мухаметгалиев, Ф.Н. Авхадиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2020. - Т. 15. - № 1 (57). - С. 105-110.

12. Ситдинов Ф.Ф. Использование современных технологий в молочном животноводстве / Ф.Ф. Ситдинов, Б.Г. Зиганшин, Р.Р. Шайдуллин, А.Б. Москвичева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2020. - Т. 15. - № 1 (57). - С. 81-87.

13. Александрова Н.Р. Тенденции и перспективы развития производства молока / Н.Р. Александрова, А.К. Субаева, Л.М. Мавлиева, Н.Л. Титов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2020. - Т. 15. - № 1 (57). - С. 94-98.

14. Амирова Э.Ф. Государственное регулирование аграрного сектора в условиях санкций и развития цифровой экономики / Э.Ф. Амирова, И.Н. Сафиуллин, Л.Г. Ибрагимов, Н.В. Карпова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2019. - Т. 14. - № 3 (54). - С. 133-137.

15. Усманов С. Исследование технологии получения новых форм фосфорсодержащих биоудобрений / С. Усманов, У.М. Тойпасова, Г.Т. Омарова, Э.Б. Козыбакова, Ш. Байбацаева, З.С. Ашимханова // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. - 2014. - №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-tehnologii-polucheniya-novyh-form-fosforsoderzhaschih-bioudobreniy> (дата обращения: 31.10.2022).

16. Savdur S.N. Stream modeling of an online store based on modified petri nets in consumer cooperation / Savdur S.N., Khamatshaleeva G.A., Stepanova G.S., Maslennikova N.N., Stepanova J.V. // Studies in Systems, Decision and Control. - 2021. - Т. 316. - С. 787-796.

17. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

© С. Н. Савдур, Р.Т. Шарипова, П.А. Дмитриева , 2022

**Сафин Радик Ильясович**

*Доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань, Россия*

*e-mail: radiksaf2@mail.ru*

## **ОСОБЕННОСТИ ЭНДОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ**

**Аннотация:** В работе проведен анализ современного состояния и перспектив использования эндофитных бактерий растений в качестве потенциальных биологических агентов при создании новых биопрепаратов для биологической защиты растений от болезней различной этиологии. Особое внимание уделено эндофитным бактериям семян культурных растений как перспективной группе биоагентов для биофунгицидов.

Показаны различия между сортами различных культур по численности эндофитных бактерий в семенах зерновых культур. Установлены различия между изолятами по активности в отношении фитопатогенных грибов. Было установлено, что наиболее перспективные штаммы с точки зрения подавления фитопатогенных грибов и ростостимулирующей активности в отношении растений обладали изоляты из семян ярового ячменя.

Эндофитные бактерии семян зерновых культур могут стать ценным источником новых биоагентов для биологической защиты растений.

**Ключевые слова:** биологическая защита растений, биопрепараты, биологические агенты биопрепаратов, эндофитные бактерии.

**Safin Radik Ilyasovich**

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor;  
Kazan state agrarian university, Kazan, Russia*

*e-mail: radiksaf2@mail.ru*

## **THE INFLUENCE OF THE APPLICATION OF BIOPESTICIDE BASED ON ENDOPHYTIC BACTERIA ON THE FORMATION OF SPRING WHEAT YIELDS**

**Abstract:** The paper analyzes the current state and prospects for the use of plant endophytic bacteria as potential biological agents in the creation of new biological products for the biological protection of plants from diseases of various etiologies. Particular attention is paid to endophytic bacteria of seeds of cultivated plants as a promising group of bioagents for biofungicides.



Differences between varieties of different crops in terms of the number of endophytic bacteria in seeds of grain crops are shown. Differences between isolates in activity against phytopathogenic fungi were established. It was found that the most promising strains in terms of the suppression of phytopathogenic fungi and growth-stimulating activity against plants had isolates from spring barley seeds.

Endophytic bacteria of seeds of grain crops can become a valuable source of new bioagents for biological plant protection.

**Key words:** biological protection of plants, biological products, biological agents of biological products, endophytic bacteria.

Современные требования к агропромышленному производству диктуют необходимость в расширении использования экологически безопасных, максимально адаптированных к конкретным условиям агротехнологий [1]. К числу важнейших приемов таких агротехнологий в растениеводстве относятся и экологизированные системы защиты растений, обеспечивающие контроль вредных биологических объектов и абиотических стрессов с минимальным отрицательным воздействием на окружающую среду [2,3]. Важнейшим элементом экологизированных систем защиты является использование биологического метода защиты, в том числе и различных биопрепаратов [4,5]. Высокая эффективность такого подхода показана на различных культурах и в условиях Республики Татарстан [6,7,8]. К числу перспективных биологических агентов для создания новых биопрепаратов относятся и эндофитные бактерии растений [9,10]. В исследованиях на различных культурах была показана значительная роль эндофитных бактерий в повышении устойчивости растений к абиотическим и биотическим стрессам, повышении урожайности и качественным характеристикам сельскохозяйственной продукции [11,12,13]. Особый интерес вызывает изучение и практическое использование эндофитных бактерий семян сельскохозяйственных культур [14,15]. С учетом тесной связи между растениями хозяевами и бактериальными эндофитами семян, выделение, изучение и создание на их основе перспективных биопрепаратов для защиты растений имеет хорошие перспективы. С 2017 года, в Центре агроэкологических исследований (ЦАИ) Казанского ГАУ начались исследования в данной области, что привело к получению целого ряда перспективных штаммов эндофитных бактерий семян пшеницы и ячменя, обладающих высокой биологической активностью. При этом, оказалось, что данные штаммы обладают комплексным влиянием на рост и развитие не только злаковых, но и двудольных культурных растений. При этом, возникла необходимость в изучении как особенностей заселения, так и в оценке активности таких эндофитных бактерий у различных генотипов (сортов) растений [17-19].

**Условия, материалы и методы исследований.**

Объектом исследования в лабораторных опытах были сорта ярового ячменя и яровой пшеницы различных селекционных центров России и зарубежных стран. Выделение эндофитных микроорганизмов из семян проводилось по стандартной методике [16-22].

В качестве тест объектов для оценки активности выделенных из семян штаммов использовались фитопатогенные грибы – *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*.

Лабораторные исследования проводились коллективом исследователей Центра агроэкологических исследований ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ». Исследования проводились в 2021-2022 гг.

### Результаты опытов и их обсуждение

Количественные параметры оценки заселенности семян изучаемых зерновых культур представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка популяции эндофитных бактерий семян зерновых культур

Показатель	Яровая мягкая пшеница	Яровой ячмень двурядный
Количество изучаемых сортов, шт.	35,0	30,0
Количество выделенных штаммов эндофитных бактерий всего, шт.	48,0	61,0
Среднее количество эндофитных бактерий в расчете на 1 семя, $\times 10^6$ КОЭ.	25,32	28,3
Максимальное количество эндофитных бактерий на 1 семя, $\times 10^6$ КОЭ.	162,00	127,8

Примечание: выделение проводили с предварительным размолотом семян.

Результаты оценки показали, что несмотря на то, что сортов яровой пшеницы было больше, общее количество отличающихся по морфологии на питательных средах штаммов эндофитных бактерий было больше у ярового ячменя. Аналогичный эффект был и по показателю среднего количества эндофитных бактерий, выделенных из семян. При рассмотрении максимального количества бактерий было у яровой пшеницы сорта Ситара (Россия) и ярового ячменя сорта Фортуна (Германия).

Все выделенные морфологически различные штаммы микроорганизмов оценивались на активность в отношении фитопатогенных грибов (табл. 2).

Таблица 2 – Оценка активности штаммов эндофитных бактерий семян зерновых культур в отношении фитопатогенов

Показатель	Яровая мягкая пшеница	Яровой ячмень двурядный
Количество выделенных штаммов эндофитных бактерий всего, шт.	48,0	61,0
Количество штаммов активных в отношении <i>Fusarium oxysporum</i> , шт.	8	11
Количество штаммов активных в отношении <i>Alternaria alternata</i> , шт.	3	9
Количество штаммов активных в отношении <i>Botrytis cinerea</i> , шт.	0	2
Количество штаммов активных в отношении всех патогенов, шт.	0	2

Результаты оценки показали, что среди изучаемых штаммов, выделенных из семян яровой пшеницы в отношении фузариозной инфекции были активны 16,7% (8 изолятов), в отношении альтернариозной инфекции – 6,3%, но ни один штамм не подавлял рост серой гнили. У изолятов, полученных из сортов ярового ячменя соответствующие показатели были – 18,0%, 14,8 и 3,3%. Кроме того, два изолята из семян ячменя показали активность в подавлении всех трех штаммов патогенов.

Кроме того, было установлено, что из всех штаммов из семян яровой пшеницы выраженным ростостимулирующим действием обладали 9 штаммов из пшеницы и 11 штаммов из ярового ячменя.

В результате было выделено два перспективных штамма для создания биопрепаратов и оба из семян ярового ячменя.

### Выводы

Полученные результаты показали, что сорта ярового ячменя и яровой пшеницы отличаются по заселенности семян эндофитными бактериями. При этом, несколько большее количество различных изолятов таких бактерий выделялось из ячменя.

При оценке активности бактерий в отношении фитопатогенных грибов было установлено, что они сильнее всего подавляют рост гриба *Fusarium oxysporum*, несколько слабее тормозили рост *Alternaria alternata*. Изоляты из семян пшеницы не оказали влияния на снижение развития *Botrytis cinerea* и только 2 изолята из семян ярового ячменя обладали активностью в отношении данного патогена. Активностью в отношении всех трех патогенов показали только 2 штамма из семян ярового ячменя. С точки зрения ростостимулирующей активности в отношении растений преимуществом обладали изоляты, полученные из семян из ярового ячменя.

Работа выполнена в рамках реализации проекта «Генетическая технология селекции микроорганизмов и конструирования консорциумов на их основе для создания биопрепаратов в растениеводстве» (уникальный идентификатор контракта RF-1930.61321X0001)

### Литература

1. Ермоленко, В. П. Экологизация АПК России как основа эколого-экономической эффективности хозяйствования / В. П. Ермоленко, О. Д. Ермоленко, Р. М. Богданова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2019. – № 4(36). – С. 203-219.

2. Власенко, Н. Г. Экологизация защиты растений в условиях интенсификации земледелия / Н. Г. Власенко, И. Г. Бокина // Экологическая безопасность защиты растений: материалы Международной научной конференции, посвященной 105-летию со дня рождения чл.-корр. А.Л. Амбросова и 80-летию со дня рождения акад. В.Ф. Самарсова, Прилуки, 24–26 июля 2017 года. – Прилуки: Беларуская навука, 2017. – С. 292-297.

3. Васильева, Т. В. Экологизация и экологические принципы применения средств защиты растений / Т. В. Васильева // Передовые достижения науки в молочной отрасли, Вологда-Молочное, 28 октября 2021 года. Том 2. – Вологда-Молочное: Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина, 2021. – С. 38-40.

4. Чарков, С. М. Биопрепараты как основа биологических методов защиты растений / С. М. Чарков // Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. – 2019. – № 1(27). – С. 45-47.

5. Нугманова, Т. А. Эффективность биопрепаратов для защиты, стимуляции роста и развития растений / Т. А. Нугманова, М. В. Кабаргина, Т. Г. Мухамеджанова // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: Сборник научных трудов РАЕН/Под редакцией В.Н. Зеленкова. Том Выпуск 26. – Белгород : Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 2018. – С. 58-66.

6. Амиров, М.Ф. Влияние различных биологических агентов на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях серых лесных почв Предкамья РТ / М. Ф. Амиров, И. М. Сержанов, Р. И. Гараев, П. Г. Семенов // Воспризводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 80-87.

7. Низамов, Р. М. Эффективность применения биопрепаратов при возделывании ярового рапса на маслосемена в климатических условиях Предкамья в Республике Татарстан / Р. М. Низамов, С. Р. Сулейманов //

Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1(12). – С. 38-45.

8. Klimova, L. Biological protection of buckwheat plants from stress in the natural and climatic zones of the Republic of Tatarstan / L. Klimova, F. Kadyrova // Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture : International Scientific and Practical Conference, Saratov, 20–24 октября 2021 года. Vol. 979. – Saratov: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2022. – Р. 44. – DOI 10.1088/1755-1315/979/1/012044.

9. Масленникова, С.Н. Эндوفитные бактерии хвойных растений: последние исследования и перспективы применения / С. Н. Масленникова, А. И. Шургин, В. К. Чеботарь [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 23. – С. 139-142.

10. Уранян, Г. Р. Эндوفитные бактерии растений гороха / Г. Р. Уранян // Фундаментальные и прикладные научные исследования: вопросы и перспективы развития. Социальное и экономическое развитие в XXI веке. Особенности развития современной науки: актуальные вопросы, открытия и перспективы : материалы II и IV Международных научно-практических конференций, Томск, 10–20 января 2019 года. – Томск: ИП Шелистов Денис Александрович (Издательский центр "Quantum"), 2019. – С. 114-117.

11. Благова, Д.К. Эндوفитные рекомбинантные бактерии для защиты растений от патогенов и вредителей как альтернатива трансгенным растениям / Д. К. Благова, Т. И. Максимова, А. В. Сорокань [и др.] // Трансгенные растения: технологии создания, биологические свойства, применение, биобезопасность: Сборник статей по материалам VI Всероссийского симпозиума, Москва, 16–21 ноября 2016 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук, 2016. – С. 117-120.

12. Аллагулова, Ч. Р. Снижение уровня окислительного стресса в растениях пшеницы под влиянием эндوفитных бактерий в условиях засухи / Ч. Р. Аллагулова, О. В. Ласточкина // Экобиотех. – 2020. – Т. 3. – № 2. – С. 129-134.

13. Ласточкина, О. В. Индукция засухоустойчивости растений *Triticum aestivum* L. (пшеницы) разных агроэкологических групп эндوفитными бактериями *Bacillus subtilis* / О. В. Ласточкина, Д. Р. Масленникова, Д. Ю. Гаршина // Современные проблемы биохимии, генетики и биотехнологии : Материалы III Всероссийской научной конференции с международным участием, Уфа, 21–23 сентября 2021 года / Фархутдинов Р.Г., ответственный редактор. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2021. – С. 123-128. – DOI 10.33184/spbgb-2021-09-21.26.

14. Щербаков, А. В. Эндوفитные бактерии, населяющие семена пшеницы, перспективные продуценты микробных препаратов для

сельского хозяйства / А. В. Щербаков, А. Н. Заплаткин, В. К. Чеботарь // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 7. – С. 35-38.

15. Колонизирующая способность эндофитных бактерий озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) / П. В. Рыбалтовская, М. А. Чиндарева, И. Н. Ананьева, З. М. Алещенкова // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: Сборник научных трудов. Том 12. – Минск : Республиканское унитарное предприятие "Издательский дом "Белорусская наука", 2020. – С. 217-226.

16. Simons, M. Gnotobiotic system for studying rhizosphere colonization by plant growth-promoting *Pseudomonas* bacteria/ M.Simons, A.J. van der Bij, J.Brand, L.A. de Weger, C.A. Wijffelman and B.J.J. Lugtenberg// Mol. Plant-Microbe Interact. – 1996. – Vol.9. – P. 600-607.

17. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AARMMW.

18. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

19. Агротехнологии зерновых культур / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан : В 3-х частях. Том Часть 2. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2014. – С. 18-140. – EDN WHKSTX.

20. Ширяев, Г. В. Влияние физиологически активных веществ на формирование урожая и качество зерна яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан / Г. В. Ширяев, Р. И. Сафин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 1(23). – С. 160-164. – EDN OWOPQX.

21. Формирование модели инновационно-консультационного центра на базе аграрного вуза / Д. И. Файзрахманов, Г. Р. Валиева, Л. Н. Савушкина, Н. А. Сафиуллин // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 4. – С. 2-5. – EDN YQGARB.

22. Файзрахманов, Д. И. Инновационная модель эффективного взаимодействия государственных образовательных учреждений и частного бизнеса внутри отраслевых кластеров / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 4. – № 4(14). – С. 93-96. – EDN KXTZDT.

(С) Сафин Р.И., 2022

**Сафиоллин Равиль Рамильевич**

студент

Казанский аграрный государственный университет, г. Казань

**Колесар Валерия Александровна**

кандидат биологических наук, доцент

Казанский аграрный государственный университет, г. Казань

klerochka@gmail.com

**Сулейманов Сулейманов Салават Разяпович**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

[dusai@mail.ru](mailto:dusai@mail.ru)

Казанский аграрный государственный университет, г. Казань

## **РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ПРИРОДООХРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛИЧНОГО СЫРЬЯ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

**Аннотация:** в настоящей в научно-практической конкурсной работе рассматриваются вопросы биологической системы защиты основной масличной культуры Татарстана - подсолнечника от болезней, обеспечивающей существенное снижение химической нагрузки на окружающую среду.

В ходе проведения трехлетних научно-исследовательских работ установлена высокая экономическая и агротехническая эффективность применения биофунгицидов и биоинсектицидов российского производства (ООО «Микробокс») в среднестатистические годы.

Особое внимание уделено проверке и внедрению результатов исследований в сельскохозяйственное производство Республики Татарстан (акты внедрения прилагаются).

**Ключевые слова:** подсолнечник, корзиночные гнили, масличное сырье, урожайность, растительное масло, класс качества, рентабельность, чистая прибыль.

**Safiollin Ravil Ramilevich**

student

Kazan Agrarian State University, Kazan

**Kolesar Valeria Aleksandrovna**

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Kazan Agrarian State University, Kazan

klerochka@gmail.com

**Suleymanov Suleymanov Salavat Razyapovich**

## DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES FOR THE PRODUCTION OF SUNFLOWER OIL RAW MATERIALS IN THE SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

**Abstract:** in this scientific and practical competitive work, the issues of the biological system of protection of the main oilseed crop of Tatarstan - sunflower from diseases, providing a significant reduction in the chemical load on the environment, are considered.

During the three-year research work, the high economic and agrotechnical efficiency of the use of biofungicides and bioinsecticides of Russian production (LLC "Microbox") in average years was established.

Special attention is paid to the verification and implementation of research results in the agricultural production of the Republic of Tatarstan (implementation acts are attached).

**Keywords:** sunflower, basket rot, oilseed raw materials, yield, vegetable oil, quality class, profitability, net profit.

**Введение.** Известно, что в Республике Татарстан увеличение объемов производства масличного сырья проводится на основе расширения посевных площадей масличных культур по принятой программе «Три по 100», что означает возделывание подсолнечника, ярового рапса и кукурузы на зерно на площади по 100 тыс. га/год каждого из них [1, 2]. Однако с экономической точки зрения такое решение данной проблемы не всегда оправдывается [4-6]. Поэтому в развитых европейских странах мира с острым дефицитом земельных ресурсов увеличение объемов производства растительных масел добиваются за счет повышения урожайности масличных культур, сочетая внесение азотно-фосфорно-калийных удобрений с современными защитными и удобрительно-стимулирующими биопрепаратами [7, 8, 9]. Одним из таких агрохимикатов являются биологические препараты из группы Нодикс ООО «Микробокс» [10-14].

В связи с этим, целью наших исследований стала разработка и внедрение биологической системы защиты подсолнечника от вредных объектов и изучение возможности частичной замены минеральных удобрений биологическим питательным раствором Биостим масличный, обеспечивающих достоверную прибавку урожайности.

**Место, условия и методика проведения исследований.** Стационарные полевые опыты в 2020-2022 гг. проводились на базе Агробиотехнопарка (с. Нармонка Лаишевского муниципального района



Республики Татарстан) с координатами: широта – 55.5244865824 и долгота – 48.274901646, а лабораторные анализы – в Центре агроэкологических исследований Казанского ГАУ.

Агрохимические показатели типичной серо-лесной почвы были следующими: содержание гумуса по Тюрину составило 3,0%, подвижного фосфора – 250 и обменного калия 145 мг/кг почвы по Кирсанову. Реакция почвенной среды была близка к нейтральной (рН 6,6).

Агрометеорологические условия в 2020-2022 гг. были типичными – от острозасушливых и жарких (2021) до относительно прохладных и дождливых (2022) [14-16].

Основным методом исследований был полевой опыт, проведенный по методике ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта и ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова.

### Результаты и их обсуждение.

**Оценка эффективности изучаемых систем защиты и фонов питания подсолнечника.** В настоящее время в целях предупреждения массового поражения корзинок белой, серой, сухой, пепельной гнилями посевной материал подсолнечника обрабатывается сильными химическими протравителями Имидор Про, КС 15 л/т + Скарлет, МЭ 0,4 л/т и все росевы этой культуры в начале бутонизации опрыскиваются такими химическими фунгицидами как Ронилан 1,5 л/га, а в последние годы – Колфуго супер 2 л/га. При этом во влажные годы такая обработка проводится 2-3 раза, через каждые 10-15 дней, что является основной причиной дополнительного химического загрязнения окружающей среды. В связи с этим, разработка новой технологии защиты объекта наших исследований, основанной на биологизации растениеводства, имеет как теоретическое, так и огромное практическое значение (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнительная оценка пораженности подсолнечника корзиночными гнилями в зависимости от фона питания и систем защиты растений (2020-2022 гг.)

Фактор А (фоны питания)	Фактор В (система защиты)	Пораженность корзиночными гнилями		Сохранность растений к уборке, тыс. шт./га
		тыс. шт./га	% к всходам	
Контроль (без удобрений)	Имидор Про, КС 15 л/т + Скарлет, МЭ 0,4 л/т	7	14	43
	Нодикс Инсектобакт 2 л/т + Нодикс биофунгицид 0,5 л/т семян	8	16	42
	Мистерия, МЭ 2 л/га + Каратэ Зеон 0,15 л/га	6	12	44
	Нодикс биофунгицид 0,5 л/т + Нодикс инсектобакт 2 л/га	7	14	43
N <sub>104</sub> P <sub>50</sub> K <sub>106</sub>	Имидор Про, КС 15 л/т + Скарлет, МЭ 0,4 л/т	8	15	44

(на 2.5 т/га)	Нодикс Инсектобакт 2 л/т + Нодикс биофунгицид 0,5 л/т семян	11	21	41
	Мистерия, МЭ 2 л/га + Каратэ Зеон 0,15 л/га	7	14	45
	Нодикс биофунгицид 0,5 л/га + Нодикс инсектобакт 2 л/га	10	19	42
N <sub>52</sub> P <sub>25</sub> K <sub>53</sub> + Биостим масличный 3 л/га	Имидор Про, КС 15 л/т + Скарлет, МЭ 0,4 л/т	6	12	46
	Нодикс Инсектобакт 2 л/т + Нодикс биофунгицид 0,5 л/т семян	7	13	45
	Мистерия, МЭ 2 л/га + Каратэ Зеон 0,15 л/га	6	12	46
	Нодикс биофунгицид 0,5 л/га + Нодикс инсектобакт 2 л/га	7	13	45

Прежде чем приступить к анализу результатов учета пораженности подсолнечника корзиночными гнилями следует подчеркнуть одно явное про-тиворечие, которое заключается в том, что чем выше фон питания, тем больше поврежденных растений. Так, на контроле (без удобрений) 14% корзинок не принимали участие в формировании урожая, а на фоне N<sub>104</sub> P<sub>50</sub> K<sub>106</sub> данный показатель вырос до 8 тыс. шт./га. С этой точки зрения наиболее оптимальным оказался фон питания с заменой половины норм внесения NPK Биостимом масличным 3 л/га. В данном случае пораженность корзинок была минимальной и на контроле составила 12 процентов.

Кроме того, на этом фоне питания более эффективными оказались как химическая защита растений от корзиночных гнилей, так и биологическая - сохранность растений к уборке составила 45-46 тыс. шт./га. Другими словами, из 55 тыс. шт./га высеянных семян всходы дали 52 тыс. шт./га, из них до уборки дошли 87-88 % растений подсолнечника.

Самая низкая сохранность растений к уборке на фоне питания N<sub>104</sub> P<sub>50</sub> K<sub>106</sub> связана с максимальной высотой подсолнечника (168 см) и углом наклона корзинок 180°. Чем выше растения, тем больше угол наклона корзинок. На тыльной стороне корзинок с углом наклона 180° собирается влага и она поражается серой гнилью. С другой стороны, стебель не выдерживает давление крупной корзинки и переламывается, увеличивая потери урожая.

Согласно ГОСТу 22391-89 заготовительные пункты рассчитываются с товаропроизводителями исходя из влажности 12 %, сорной примеси 1% и масличной примеси 3 процента. В противном случае если показатели продукции выше базисных, то хлебоприемные пункты не только уменьшают зачетный вес, но и предъявляют счет на возврат денежных средств, затраченных на сортировку и сушку подсолнечного масличного

сырья. В связи с этим в таблице 2 приведенная урожайность в таблице 12 соответствует предъявляемым требованиям.

Таблица 2 – Влияние фонов питания и систем защиты растений на урожайность и валовые сборы подсолнечного растительного масла (2020-2022 гг.)

Фактор А (фоны питания)	Фактор В (система защиты)	Урожайность, т/га	Содержание сырого жира, %	Вал. сбор растительного масла, кг/га
Контроль (без удобрений)	Скарлет, МЭ 0,4 л/т Имидор Про, КС 15 л/т +	14,81	44,4	804
	Нодикс Инсектобакт 2 л/т + Нодикс биофунгицид 0,5 л/т семян	1,62	46,8	758
	Мистерия, МЭ 2 л/га + Каратэ Зеон 0,15 л/га	1,96	47,2	925
	Нодикс биофунгицид 0,5 л/га + Нодикс инсектобакт 2 л/га	1,84	48,0	883
N <sub>104</sub> P <sub>50</sub> K <sub>106</sub> (на 2.5 т/га)	Имидор Про, КС 15 л/т + Скарлет, МЭ 0,4 л/т	2,14	48,7	1042
	Нодикс Инсектобакт 2 л/т + Нодикс биофунгицид 0,5 л/т семян	2,02	49,2	994
	Мистерия, МЭ 2 л/га + Каратэ Зеон 0,15 л/га	2,48	51,6	1280
	Нодикс биофунгицид 0,5 л/га + Нодикс инсектобакт 2 л/га	2,39	52,0	1243
N <sub>52</sub> P <sub>25</sub> K <sub>53</sub> + Биостим масличный 3 л/га	Имидор Про, КС 15 л/т + Скарлет, МЭ 0,4 л/т	2,04	47,6	971
	Нодикс Инсектобакт 2 л/т + Нодикс биофунгицид 0,5 л/т семян	2,00	48,2	964
	Мистерия, МЭ 2 л/га + Каратэ Зеон 0,15 л/га	2,38	48,7	1159
	Нодикс биофунгицид 0,5 л/га + Нодикс инсектобакт 2 л/га	2,31	49,1	1134
НСР <sub>05</sub>	А	0,20		
	В	0,24		
	АВ	0,26		

Анализ результатов учета урожайности желательно начать с динамики валового сбора масличного сырья в зависимости от фонов питания растений. На контрольном варианте опыта (без удобрений) за

счет выбора лучшего предшественника, качественной основной и предпосевной обработки почвы, посева в оптимальные сроки с оптимальной нормой адаптированного к почвенно-климатическим условиям Республики Татарстан российского гибрида Светлана, ухода за посевами и уборки урожая в фазе хозяйственной спелости, нам удалось получить в среднем за 3 года 1,81 т/га подсолнечного масличного сырья, что на 34% превышает среднереспубликанские показатели (1,20 т/га). Применение  $N_{104}P_{50}K_{106}$  обеспечило прибавку урожайности 0,33 т/га, а сов-местное применение  $N_{52} P_{25} K_{53}$  + Биостим масличный 3 л/га – 0,23 т/га. Другими словами разница между вторым и третьим блоками питания в прибавка урожая была на уровне НСР<sub>05</sub>, то есть она математически не доказуема. Это является главным аргументом необходимости замены 50% дорогостоящих и опасных для окружающей среды минеральных удобрений удобрительно-стимулирующим составом Биостим масличный.

Отдельному анализу подлежит сравнительная оценка стандартной (химической) и новой (биологической) системы защиты растений подсолнечника от корзиночных гнилей. Полученные результаты показывают, что правильная организация ухода за посевами более значима по сравнению с внесением минеральных и органо-минеральных удобрений. Так, на высоком фоне минерального питания прибавка урожайности от взаимодействия двух изучаемых факторов возрастает от 0,52 до 0,55 т/га, а на фоне  $N P K$  + Биостим масличный – до 0,42-0,47 т/га. При этом опять же разница между двумя системами (0,03 и 0,05 т/га) ниже по сравнению с НСР<sub>05</sub>АВ, равной 0,26 т/га.

В среднем за 3 года исследований продуктивность подсолнечного агроценоза вплотную приблизилась к планируемой 2,5 т/га: 2,39-2,48 т/га на фоне  $N_{104} P_{50} K_{106}$ , 2,31-2,38 т/га на фоне  $N_{52} P_{25} K_{53}$  + Биостим масличный 3 л/га.

Таким образом, биологическая система защиты подсолнечника и применение удобрительно-стимулирующего состава на фоне высокой культуры земледелия не только снижают химическую нагрузку на окружающую среду, но и обеспечивают получение валового сбора подсолнечного масличного сырья почти в 2 раза больше 2,31-2,39 т/га по сравнению с 1,2 т/га маслосемян в среднем по Республике Татарстан за эти же годы.

По содержанию сырого жира масличное сырье подсолнечника делится на 3 класса (ГОСТ 10857-64).

1 класс – не менее 50 процентов;

2 класс - не менее 45 процентов;

3 класс – не менее 40 процентов;

Согласно этой классификации наша конечная продукция, полученная на 2-х вариантах применения  $N_{104} P_{50} K_{106}$  соответствовала первому классу (51,6 и 52,0%), а остальные – второму классу качества,

кроме контрольного варианта опыта (содержание сырого жира менее 45 %).

Валовой сбор подсолнечного растительного масла в зависимости от изучаемых систем защиты растений и фонов питания составил от 758 (без удобрений) до 1280 кг/га на самом высоком фоне питания (N<sub>104</sub> P<sub>50</sub> K<sub>106</sub>) против 1136 кг/га на варианте биологической системы защиты растений и фона питания N<sub>52</sub> P<sub>25</sub> K<sub>53</sub> + Биостим масличный 3 л/га (разница в пользу стандартной системы возделывания подсолнечника всего 144 кг/га).

**Показатели экономической эффективности.** Итоговые расчеты показывают высокую экономическую эффективность природоохранной технологии производства подсолнечного сырья. Например, на варианте протравливание семян биофунгицидом Нодикс и обработки посевов в фазе начала бутонизации этими биопрепаратами даже без применения минеральных удобрений было получено 16,7 тыс. руб./га чистой прибыли с рентабельностью производства подсолнечного масличного сырья 48 процентов. На этом варианте от реализации 1 т продукции в кассу товаропроизводителя поступает 9,1 тыс. рублей денежных средств (от цены реализации 28 тыс. руб./т отнимаем себестоимость 1 т продукции 18,9 тыс. руб.).

Вышеотмеченная закономерность более четко проявляется на фоне замены 50-ти процентов нормы внесения N P K Биостимом масличным. В этом блоке питания чистая прибыль возрастает до 26,1 тыс. руб./га, рентабельность - до 63,7%, а себестоимость снижается до 16,7 тыс. руб./тонна.

**Заключение.** В целях получения 2,31 т/га подсолнечного масличного сырья, соответствующего II классу качества с рентабельностью производства 63,7% и с самой низкой себестоимостью производимой продукции 50% расчетных норм минеральных удобрений рекомендуется заменить Биостимом масличным и шире практиковать биологическую систему защиты растений от болезней и вредителей.

### Литература

1. Миннуллин Г.С. Макро- и микроэлементное питание масличных культур / Г.С. Миннуллин - Казань: 2008. - 378с.
2. Низамов Р.М. Подсолнечник в лесостепи Среднего Поволжья / Р.М. Низамов, С.Р. Сулейманов. - Казань, 2019. - 242с.
3. Файзрахманов Д.И. Технология возделывания масличных культур (62 полезных советов). / д.и. Файзрахманов, Р.М. Низамов. – Казань, 2012.- 69с.
4. Файзрахманов Д.И. Ресурсосберегающая технология возделывания масличных культур и производство биотоплива / Д.И. Файзрахманов, Р.М. Низамов. – Казань, 2007.-35с.

5. Сагдиев Р.С. Продуктивность подсолнечника в зависимости от фонов минерального питания и норм высева в условиях Республики Татарстан /Р.С. Сагдиев// Автореферат дис. на соиск. учен. степени к.с.-х.н.-Казань, 2012.-18с.

6. Миннуллин Г.С.Взаимодействие микроэлементов и минеральных удобрений на посевах подсолнечника / Г.С. Миннуллин, Р.М. Низамов//Сб. научн. трудов КГСХА «Современные проблемы аграрного производства».- Казань, 2006.- С.34-35

7. Сулейманов С.Р. Биологические препараты в технологии возделывания подсолнечника на маслосемена в условиях Республики Татарстан/ Дис-сертация на соиск. ученой степ. к.с.-х. наук. / С.Р. Сулейманов - Казань, 2015.-204с

8. Хитон Т. Подсолнечник для Татарстана / Т. Хитон. США, 1994.-44с.

9. Шурупов В.Г. Болезни подсолнечника и способы их устранения/ В.Г. Шурупов . Главный агроном.-2007.-№2.-С.45-47.

10. Якуткин В.И. Болезни подсолнечника в России и борьба с ними/ Защита и карантин растений / В.И Якуткин - 2001.-№10.-С.26-29.

11. Эффективность применения биологических систем питания и защиты подсолнечника от болезней в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан. Сафиоллин Р.Р./ В сборнике: Студенческая наука - аграрному производству. Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции. Казань, 2022. С. 247-256.

12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

13. Основы научных исследований в агрономии / В.Ф. Моисейченко, М.Ф. Трифонова, А.Х. Заверюха и др.: М.: Колос, 1996. 336 с.

14. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Баранов В.Ф. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар, 2010. - 327 с. EDN: SIXBBD.

15. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

16. Файзрахманов, Д. И. Инновационная модель эффективного взаимодействия государственных образовательных учреждений и частного бизнеса внутри отраслевых кластеров / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 4. – № 4(14). – С. 93-96. – EDN KXTZDT.

(С) Сафиоллин Ф.Н, Колесар В.А., Сулейманов С.Р., 2022

**Сафиоллин Фаик Набиевич**  
*Доктор сельскохозяйственных наук, профессор*  
*Казанский государственный аграрный университет, Казань*  
*[faik1948@mail.ru](mailto:faik1948@mail.ru)*

**Сулейманов Салават Разяпович**  
*Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*  
*Казанский государственный аграрный университет, Казань*  
*[dusai@mail.ru](mailto:dusai@mail.ru)*

## **РЕЗУЛЬТАТЫ РЕГИСТРАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ АМИНОВЕЛЛ МАРКИ СТИМВЕЛЛ СЕТ НА ПОДСОЛНЕЧНИКЕ**

**Аннотация.** В научной статье представлены результаты полевых опытов по изучению эффективности применения органоминерального удобрения Аминовелл марки Стимвелл Сет. Стационарные полевые опыты в 2022 г. проводились на базе Агробиотехнопарка на посевах гибридного подсолнечника Светлана. В полевых опытах были изучены 4 варианта применения органоминерального удобрения Аминовелл марки Стимвелл Сет: контроль (без применения Аминовелла); 2-х кратная некорневая подкормка Аминовелл марки Стимвелл Сет (2,0 л/га); 2-х кратная некорневая подкормка Аминовелл марки Стимвелл Сет (2,5 л/га); 2-х кратная некорневая подкормка Аминовелл марки Стимвелл Сет (3,0 л/га). По результатам исследований было установлено, что наиболее эффективной нормой расхода препарата Аминовелл марки Стимвелл Сет являлась – 2,5 л/га. На данном варианте был наибольший валовой сбор растительного масла - 1541 кг/га, что выше контрольного варианта на 29 процентов.

Ключевые слова: подсолнечник, органоминеральное удобрение, Аминовелл, засоренность, урожайность, масличность, структура урожая.

**Safiollin Faik Nabievich**  
*Doctor of Agricultural Sciences, Professor*  
*Kazan State Agrarian University, Kazan*  
*[faik1948@mail.ru](mailto:faik1948@mail.ru)*

**Suleymanov Salavat Razyapovich**  
*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*  
*Kazan State Agrarian University, Kazan*  
*[dusai@mail.ru](mailto:dusai@mail.ru)*

## RESULTS OF REGISTRATION TESTS OF ORGANOMINERAL FERTILIZER AMINOVELL OF THE STIMWELL SET BRAND ON SUNFLOWER

**Annotation.** The scientific article presents the results of field experiments to study the effectiveness of the use of organomineral fertilizer Aminovell brand Stimwell Set. Stationary field experiments in 2022 were conducted on the basis of Agrobiotechnopark on the crops of hybrid sunflower Svetlana. In field experiments, 4 variants of the use of organomineral Aminovell fertilizer of the Stimwell Set brand were studied: control (without the use of Aminovella); 2-fold foliar top dressing of Aminovella of the Stimwell Set brand (2.0 l/ha); 2-fold foliar top dressing of Aminovella of the Stimwell Set brand (2.5 l/ha); 2-fold foliar top dressing of Aminovella of the Stimwell Set brand (3.0 l/ha). According to the research results, it was found that the most effective consumption rate of the Amino-well drug of the Stimwell Set brand was 2.5 l/ha. This variant had the highest gross harvest of vegetable oil - 1541 kg/g, which is 29 percent higher than the control variant.

**Keywords:** sunflower, organomineral fertilizer, Aminovell, clogging, yield, oil content, crop structure.

**Введение.** Вынос питательных веществ растениями подсолнечника колеблется в зависимости от плодородия почвы и высоты урожая. В среднем с урожаем 20 ц семян он составляет: N - 120 кг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 50, K<sub>2</sub>O - 350 кг [1, 2, 3]. В процессе вегетации подсолнечник поглощает питательные вещества неравномерно. В фазе активного роста азота потребляется более половины, а фосфора и калия - всего лишь 1/4 часть от максимального количества. Наибольшее количество фосфора и калия (около 70%) поступает в растение после цветения, в фазы формирования и налива семян [4-6].

Известно, что широкомасштабное применение минеральных удобрений и других химических средств оборачивается возрастанием экологических нагрузок на окружающую среду, становится одной из причин ее деградации [7, 8, 9]. Возникают серьезные экологические проблемы: разрушение почвенного покрова, загрязнение водных ресурсов, подкисление почв. Одной из путей снижения химической нагрузки от минеральных удобрений является применение органоминеральных удобрений. Данные удобрения сочетают в себе все достоинства органических и комплексных минеральных удобрений, но лишено их недостатков [10-12].

В связи с вышесказанным, целью исследований являлось установление биологической эффективности агрохимиката Аминовелл марки: Стимвелл Сет на подсолнечнике в целях государственной регистрации на территории Российской Федерации.



**Условия и методика проведения исследований.** Стационарные полевые опыты в 2022 г. проводились на базе Агробиотехнопарка (с. Нармонка Лаишевского муниципального района Республики Татарстан) с координатами: широта – 55.5244865824 и долгота – 48.274901646, а лабораторные анализы – в Центре агроэкологических исследований Казанского ГАУ. Посев был произведен – 25 мая 2022 года. Корзинки подсолнечника для проведения структурного анализа отобраны 12 октября 2022 г., перед уборкой урожая. В опытах изучено действие органоминерального удобрения Аминовелл марки Стимвелл Сет на гибридном подсолнечнике Светлана.

Таблица 1 – Состав органоминерального удобрения Аминовелл марки Стимвелл Сет

Наименование показателя	Стимвелл Сет
рН	10,0
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,20
Свободные аминокислоты	12,0
Общий азот, %, не менее	3,3
Органический азот	2,0
Водорастворимый молибден (Мо), г/л	3,0

Полевые опыты проводились на типичных серых лесных почвах со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса по Тюрину 3,0%, подвижного фосфора очень высокое (> 250 мг/кг) и обменного калия - повышенное (145 мг/кг по Кирсанову). Реакция почвенной среды была близка к нейтральной (рН 6,6).

Таблица 2 – Метеорологические данные за вегетационный период 2022 года

Месяцы	Температура, °С			Осадки		
	факт.	норма	отклонение от нормы	факт.	норма	%
Май	12,46			35,4		
	9,52			37,1		
	10,07			5,9		
	+10,68	+14,0	-3,32	78,4	38	206,3
Июнь	18,6			9,9		
	18,88			4,0		
	18,19			5,4		
	+18,56	+18,3	+0,26	19,3	57	33,9
Июль	20,61			2,4		
	21,73			58,05		
	21,63			1,16		
	+21,32	+20,5	+0,82	61,61	62	99,4
Август	23,17			0		
	20,67			0		
	23,66			0		
	+22,5	+18,3	+4,2	0,0	55	0
Сентябрь	11,48			2,32		
	12,68			9,28		

	10,9			48,72		
	+11,69	+12,3	-0,61	60,32	50	120,6

Агрометеорологические условия вегетационного периода были весьма благоприятными для формирования высокопродуктивного агроценоза подсолнечника, прежде всего с точки зрения влагообеспеченности, которая в лесостепной зоне Среднего Поволжья является первым ограничивающим фактором продуктивности пашни.

Так, зимний период 2021-2022 г. отличается толщиной снежного покрова в 1,5 раза больше по сравнению со среднемноголетними показателями. Более того, в мае выпало 78,4 мм осадков против 38 мм, что на 206,8% выше нормы. Среднесуточная температура воздуха в мае составила +10,68°С с отклонением от нормы в сторону снижения – 3,32°С.

Запасы влаги, накопленные при снеготаянии в результате обильных осадков в мае, хватило для интенсивного роста и развития подсолнечника в июле. Более того, в критический период потребления воды в июле выпало 61,61 мм осадков, что способствовало формированию крупных корзинок, полностью заполненными семянками подсолнечника (диаметр пустой части корзинки в зависимости от вариантов опыта составила всего 1,5-3,0 см). В связи с этим биологическая урожайность подсолнечника была очень высокой (более 3 т/га). Однако, сентябрь оказался очень дождливым (выпало осадков 60,32 мм против нормативного 50 мм. Ежедневные осадки стали причиной затягивания сроков уборки урожая, поражения корзинок серой гнилью. Тем не менее, итоговая урожайность подсолнечника в 2022 г. была рекордно высокой [13-19].

#### **Схема опыта:**

1. Контроль. Фон NPK.

2. Фон NPK + Аминовелл марка: Стимвелл Сет. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 4-6 листьев, 2-я – через 15 дней после последней подкормки, расход агрохимиката – 2,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

3. Фон NPK + Аминовелл марка: Стимвелл Сет. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 4-6 листьев, 2-я – через 15 дней после последней подкормки, расход агрохимиката – 2,5 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

4. Фон NPK + Аминовелл марка: Стимвелл Сет. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 4-6 листьев, 2-я – через 15 дней после последней подкормки, расход агрохимиката – 3,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

Площадь опытных делянок - 50 м<sup>2</sup>, площадь учетных делянок – 25 м<sup>2</sup>. Повторность – четырехкратная.

#### **Результаты исследований и их обсуждение.**

Высокая культура земледелия (выбор лучшего предшественника, своевременная качественная основная и предпосевная обработка почвы, оптимальные нормы высева и сроки посева, химическая прополка

сорняков и междурядная обработка подсолнечника, формирование высокорослого агроценоза) обеспечили относительную чистоту посевов от сорных растений (табл.2).

Таблица 2 - Количество и сухая масса сорных растений по вариантам опыта

Вариант опыта	Засоренность		Степень засоренности и по Исаеву
	шт./м <sup>2</sup>	г/м <sup>2</sup>	
1.Контроль. Фон НРК.	8,1	6,2	слабая
2. Фон НРК + Аминовелл марка: Стиввелл Сет, 2,0 л/га. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 4-6 листьев, 2-я – через 15 дней после последней подкормки.	7,3	5,4	слабая
3. Фон НРК + Аминовелл марка: Стиввелл Сет, 2,5 л/га. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 4-6 листьев, 2-я – через 15 дней после последней подкормки.	6,7	4,6	слабая
4. Фон НРК + Аминовелл марка: Стиввелл Сет, 3,0 л/га. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 4-6 листьев, 2-я – через 15 дней после последней подкормки.	6,2	4,1	слабая

Количество сорных растений (в основном куриное просо, пастушья сумка, частично пырей ползучий) снижается с 8,1 до 6,2 шт./м<sup>2</sup> и воздушно сухая масса соответственно от 6,2 до 4,1 г/м<sup>2</sup>. При этом существует корреляционная зависимость: чем больше высота растений, тем меньше остается пространства для развития сорных растений. Так, на варианте с корневой подкормкой с нормой расхода 3 л/га в два приема (первая подкормка в фазе 4-6 пар настоящих листьев и вторая подкормка через 15 дней) высота растений была максимальной (180 см), а количество сорных растений – минимальной (6,2 шт./м<sup>2</sup>).

По классификации Исаева В.В. все варианты опыта относятся к классу слабозасоренных (менее 10 шт./м<sup>2</sup>).

Таким образом, некорневая подкормка подсолнечника изучаемым препаратом Аминовелл оказывает прямое влияние на линейный рост корневой системы, высоту растений в сторону усиления этих процессов и отрицательное влияние на сорную растительность.

Известно, что по назначению подсолнечник делится на 3 класса:

- на грызовые цели с нормой высева 35-40 тыс. шт./га всхожих семян;

- для производства растительного масла с нормой высева 50-70 тыс. шт./га всхожих семян в зависимости от плодородия почвы и влагообеспеченности региона его возделывания;

- межуковые, пригодные и для грызовых целей и для производства масличного сырья с нормой высева 45-50 тыс. шт./га всхожих семян.

Поскольку задача заключалась в испытании Аминовелла на посевах гибридного подсолнечника Светлана, предназначенного для производства масличного сырья, норма высева составила 55 тыс. шт./га с расстоянием и между семенами в рядках 26 см. при ширине междурядий 70 см.

Из общего количества высеянных семян взошли 52 тыс. шт./га (95%). Из них до уборки дошли 42-44 тыс. шт./га растений (табл.3).

Таблица 3 – Плотность стеблестоя перед уборкой урожая по вариантам опыта

Вариант опыта	Плотность стеблестоя, тыс. шт./га	Прибавка		Сохранность растений по всходам, %
		тыс. шт./га	%	
1.Контроль. Фон NPK.	42,4	-	-	82
2. Фон NPK + Аминовелл марка: Стиввелл Сет, 2,0 л/га. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 4-6 листьев, 2-я – через 15 дней после последней подкормки.	43,6	1,2	2,8	84
3. Фон NPK + Аминовелл марка: Стиввелл Сет, 2,5 л/га. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 4-6 листьев, 2-я – через 15 дней после последней подкормки.	44,8	2,4	5,6	86
4. Фон NPK + Аминовелл марка: Стиввелл Сет, 3,0 л/га. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 4-6 листьев, 2-я – через 15 дней после последней подкормки.	45,1	2,7	6,4	87
НСР <sub>05</sub>	0,84			

В зависимости от норм расхода Аминовелла плотность стеблестоя возросла от 42,4 до 45,1 тыс. шт./га. На последнем варианте опыта (две корневые подкормки с нормой расхода по 3 л/га) общее количество растений было на 2,7 тыс. шт./га больше по сравнению с контрольным вариантом опыта. Тем не менее, следует особо подчеркнуть незначительную разницу между нормами расхода 2,5 и 3,0 л/га – всего 300 растений в пользу 3 л/га при наименьшей существенной разнице 840 тыс. шт./га растений. То есть данная разница математически не доказуема. Такое противоречие, видимо, объясняется тем, что часть высокорослых растений с углом наклона 180° переламывалось, часть

полегают. В результате пораженность серой гнилью усиливается по сравнению с вариантом опыта нормой расхода Аминовелла 2,5 л/га.

Как было отмечено выше погодно-климатические условия 2022 г. были весьма благоприятными для роста и развития подсолнечника в первую очередь, для формирования крупных корзинок почти полностью заполненных полноценными семянками (табл.4).

Таблица 4 – Влияние некорневых подкормок Аминовеллом на плодэлементы гибридного подсолнечника Светлана

Вариант опыта	Диаметр корзинок, см	Диаметр пустой части, см	Масса семян, г/корзинка	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, т/га
1.Контроль. Фон NPK	18,1	3,2	68	60,8	2,88
2. Фон NPK + Аминовелл марка: Стиввелл Сет, 2,0 л/га. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 4-6 листьев, 2-я – через 15 дней после последней подкормки.	20,8	2,4	77	68,4	3,36
3. Фон NPK + Аминовелл марка: Стиввелл Сет, 2,5 л/га. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 4-6 листьев, 2-я – через 15 дней после последней подкормки.	21,6	1,6	82	72,3	3,67
4. Фон NPK + Аминовелл марка: Стиввелл Сет, 3,0 л/га. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 4-6 листьев, 2-я – через 15 дней после последней подкормки.	21,8	1,5	83	72,9	3,74
НСР <sub>05</sub>					0,28

По назначению гибрида подсолнечник делится на группы:

- грызовые с массой 1000 семян более 60 г;
- масличные с массой 1000 семян менее 40 г;
- межуковые (пригодны как для производства растительного масла, так и для грызовых целей).

Объектом наших исследований был гибрид подсолнечника Светлана, предназначенного для производства масличного сырья. Однако, результаты структурного состава корзинок показывает, что под действием благоприятных погодно-климатических факторов

(достаточное количество влаги и термических ресурсов) сформировались крупные корзинки – на контроле 18,1 см против 12-14 см в другие относительно засушливые годы. Более того, слияние двух факторов в одном направлении (влагообеспеченность и дополнительная подкормка растений Аминовеллом из расчета 3 л/га в 2 приема) обеспечило увеличение анализируемой величины до 21,8 см (прибавка 3,7 см). В то же время диаметр пустой части корзинки уменьшился от 3,2 см на контроле до 1,5 см при двукратной подкормке растений Аминовеллом из расчета на 3 л/га.

В крупных корзинках образовались крупные семянки с массой 1000 семян 60,8 до 72,9 грамма. То есть масличный гибрид на всех вариантах опыта в 2022 году перешел в группу грызового назначения. В связи с этим, биологическая урожайность, определенная путем умножения массы семян с одной корзинки (табл.8) на плотность стеблестоя перед уборкой урожая (табл.6) со-ставила от 2,88 до 3,74 т/га весьма внушительная прибавка 0,86 т/га).

В заключение следует отметить один существенный факт – замедление роста биологической урожайности и параметров корзинки на варианте опыта с применением Аминовелла с нормой расхода по 3 л/га в фазе 4-6 пар настоящих листьев и через 15 дней после этого по сравнению с нормой расхода 2,5 л/га. Например, разница между последними двумя вариантами в био-логической урожайности составляет всего 0,07 т/га при НСР05 0,28 т/га. В тех же условиях разница между вторым (3,36 т/га) и третьим (3,67 т/га) вариантами опыта математически доказуема (0,31 т/га).

Следовательно, в погодно-климатических условиях 2022 года, чтобы получить математически доказуемой прибавки урожайности гибридного подсолнечника Светлана достаточно было провести двукратную подкормку объекта исследований Аминовеллом из расчета по 2,5 л/га.

Итоговым критерием оценки влияния некорневой подкормки растений подсолнечника Аминовеллом служит валовой сбор товарного масличного сырья растительного масла с 1 га пашни (табл. 5).

Таблица 5. Валовые сборы товарного масличного сырья и растительного масла

Вариант опыта	Факт. урожайность, т/га	Содержание сырого жира, %	Валовой сбор раст.масла, кг/га	Прибавка	
				кг/га	%
1.Контроль. Фон NPK.	2,35	50,7	1191	-	-
2. Фон NPK + Аминовелл марка: Стиввелл Сет, 2,0 л/га. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 4-6 листьев, 2-я – через 15 дней после последней подкормки.	2,86	50,0	1430	239	20

3. Фон NPK + Аминовелл марка: Стимвелл Сет, 2,5 л/га. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 4-6 листьев, 2-я – через 15 дней после последней подкормки.	3,12	49,4	1541	350	29
4. Фон NPK + Аминовелл марка: Стимвелл Сет, 3,0 л/га. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 4-6 листьев, 2-я – через 15 дней после последней подкормки.	3,18	46,3	1472	281	24
НСР <sub>05</sub>	0,24				

Как видно по результатам таблицы 5, по мере увеличения урожайности происходит снижение процента масличности семян подсолнечника. По этой причине валовой сбор растительного материала с 1 га пашни на варианте с двухкратной подкормкой с нормой расхода Аминовелла 3,0 л/га составил 1472 кг/га, что на 5% ниже по сравнению с нормой расхода препарата 2,5 л/га.

Таким образом, в целях получения более 1500 кг/га растительного масла достаточно провести некорневую 2-х подкормку подсолнечника с нормой расхода Аминовелла по 2,5 л/га.

### **Заключение.**

1. Между высотой растений и засоренностью посевов существует тесная зависимость: чем больше первый показатель (180 см), тем меньше второй (засоренность 6,2 шт./м<sup>2</sup> с сухой массой сорняков 4,1 г).

2. Плотность стеблестоя перед уборкой на вариантах применения Аминовелла превышает контроль на 1,2-2,7 тыс. шт./га, что оказывает прямое влияние на валовой сбор товарной продукции (выше контроля от 0,5 до 0,83 т/га в зависимости от норм расхода препарата).

3. Содержание сырого жира существенно снижается по мере роста урожайности подсолнечника (от 50,7% на контроле до 46,3% на последнем варианте опыта). В связи с этим «эффектом разбавления» валовой сбор растительного масла на варианте с нормой расхода препарата 3 л/га (1472 кг/га) уступает варианту с нормой расхода препарата 2,5 л/га (1541 кг/га).

4. В целях получения товарного масличного сырья более 3 т/га с содержанием сырого жира не менее 50% рекомендуется совместить применение минеральных удобрений с 2-х кратной подкормкой подсолнечника препаратом Аминовелл Стимвелл Сет с нормой расхода по 2,5 л/га.

### **Литература**

1. Сафиоллин Ф.Н. Масличные культуры / Ф.Н. Сафиоллин, Р.К. Вахитов. - Казань: Изд-во «Матбугат йорты», 2000. - 272 с.

2. Лукомец В.М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, В.Ф. Баранов. - Краснодар, 2010. - 327 с.

3. Низамов Р.М. Агрехимикаты в технологии возделывания подсолнечника в лесостепной зоне Среднего Поволжья / Р.М. Низамов: Дис. док. с.-х. наук: Казань, 2018. - 387 с.

4. Биологическая защита растений от стрессов / Л. З. Каримова, В. А. Колесар, Р. И. Сафин, Г. К. Хузина. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. - 128 с.

5. Низамов Р.М. Современные биопрепараты и стимуляторы роста в технологии возделывания подсолнечника на маслосемена Низамов Р.М., Сулейманов С.Р., Сафиоллин Ф.Н., Хисматуллин М.М. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 1 (48). С. 38-40.

6. Шайхутдинов Ф.Ш. Эффективность применения бактериальных удобрений Азотовит и Бактофосфин на серых лесных почвах Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, Ш.Ш. Шайхразиев, С.В. Зубарев, С.Ш.Нуриев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2013. - № 3 (23). - С. 29-34.

7. Файзрахманов Д.И., Сафиоллин Ф.Н., Низамов Р.М. 62 полезных совета по технологии возделывания масличных культур. - Казань: Изд-во Казанского государственного аграрного университета, 2013. - 68 с.

8. Низамов Р.М., Сулейманов С.Р. Эффективность применения биопрепаратов при возделывании ярового рапса на маслосемена в климатических условиях Предкамья в Республике Татарстан // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, 2020, № 1(12). - С. 38-45.

9. Biological systems for the protection of spring rapeseed from pests as a promising direction for a production increase of environmentally friendly and competitive oilseeds in the Republic of Tatarstan / S. Suleimanov, R. Safiollin, N. Loginov, L. Vafina // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2021) : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00177. – DOI 10.1051/bioconf/20213700177.

10. Агиева Г.Н. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве / Г.Н. Агиева, Л.С. Нижегородцева, Р.Ж.К. Диабанкана [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2020. - Т. 15. - № 4(60). - С. 5-9.

11. Файзрахманов Д.И. Концепция развития органического сельского хозяйства Республики Татарстан / Д.И. Файзрахманов, Р.И. Сафин, А.Р. Валиев [и др.]. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. - 88 с.

12. Сафиоллин Ф.Н. Современные проблемы производства масличного сырья в Республике Татарстан и пути их решения / Ф.Н. Сафиоллин, С.Р. Сулейманов, А.А. Ахметзянов, Э.Ф. Исмагилова // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии,



инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28-30 мая 2020 года. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. - С. 280-285.

13. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

14. Современное состояние зернового производства в Российской Федерации / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 138-142. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-138-142. – EDN WEWUEY.

15. Столетопись : К 100-летию Казанского государственного аграрного университета (1922-2022) / А. Р. Валиев, Ф. З. Якушева, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 270 с. – ISBN 978-5-6044926-9-7. – EDN AAPMMW.

16. Валиев, А. Р. Исследование взаимодействия ротационного конического рабочего органа с почвой / А. Р. Валиев, Ф. Ф. Яруллин // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 10. – С. 27-30. – EDN UQFKNP.

17. Система земледелия Республики Татарстан / А. Р. Валиев, И. Х. Габдрахманов, Р. И. Сафин, Б. Г. Зиганшин. Том Часть 3. – Казань : ООО "Центр инновационных технологий", 2014. – 280 с. – EDN GQOYHV.

18. Агротехнологии зерновых культур / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан : В 3-х частях. Том Часть 2. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2014. – С. 18-140. – EDN WHKSTX.

19. Файзрахманов, Д. И. Инновационная модель эффективного взаимодействия государственных образовательных учреждений и частного бизнеса внутри отраслевых кластеров / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 4. – № 4(14). – С. 93-96. – EDN KXTZDT.

(С) Сафиоллин Ф.Н, Сулейманов С.Р., 2022

**Сулейманов Салават Разяпович**

*Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Казанский государственный аграрный университет, Казань  
[dusai@mail.ru](mailto:dusai@mail.ru)*

**Сафиоллин Фаик Набиевич**

*Доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Казанский государственный аграрный университет, Казань  
[faik1948@mail.ru](mailto:faik1948@mail.ru)*

**Арсланов Айнур Ильнурович**

*Аспирант 2-го года обучения  
Казанский государственный аграрный университет, Казань*

## **ВЛИЯНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ШТАММОВ ЭНДОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ СЫРОГО ЖИРА И ВАЛОВОЙ СБОР РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА РАЗЛИЧНЫХ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА**

**Аннотация.** В научной статье представлены результаты полевых опытов по изучению влияния перспективных штаммов эндофитных бактерий (KS-25, KS-31, KS-38, KS-54) и норм их применения (0,5, 1,0 и 1,5 л/га) на содержание сырого жира и валовой сбор растительного масла гибридов подсолнечника Таллиман, Воллкано и Дая. По результатам полевых опытов было установлено положительное влияние изучаемых штаммов на масличность и валовой сбор подсолнечного растительного масла.

**Ключевые слова:** подсолнечник, эндофитные бактерии, масличность, валовой сбор, растительное масло, штаммы, микроорганизмы.

**Safiollin Faik Nabievich**

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
Kazan State Agrarian University, Kazan  
[faik1948@mail.ru](mailto:faik1948@mail.ru)*

**Suleymanov Salavat Razyapovich**

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Kazan State Agrarian University, Kazan  
[dusai@mail.ru](mailto:dusai@mail.ru)*

**Arslanov Ainur Ilnurovich**

*Graduate student of the 2nd year of study  
Kazan State Agrarian University, Kazan*

## **INFLUENCE OF PROMISING STRAINS ENDOPHYTIC BACTERIA ON THE CONTENT OF CRUDE FAT AND GROSS HARVEST OF VEGETABLE OIL OF VARIOUS SUNFLOWER HYBRIDS**

**Annotation.** The scientific article presents the results of field experiments to study the effect of promising strains of endophytic bacteria (KS-25, KS-31, KS-38, KS-54) and the norms of their use (0.5, 1.0 and 1.5 l/ha) on the content of crude fat and the gross harvest of vegetable oil of sunflower hybrids Tallisman, Volcano and Daya. According to the results of field experiments, the positive effect of the studied stocks on the oil content and gross harvest of sunflower vegetable oil was established.

**Keywords:** sunflower, endophytic bacteria, oil content, gross harvest, vegetable oil, strains, microorganisms.

**Введение.** Внимание к биологической защите растений как в России, так и в мире обусловлено ее более высокой экологической безопасностью в сравнении с использованием химических пестицидов. Биологическая защита в скорости достижения эффекта уступает химической, но в современных условиях система традиционных подходов к массовому применению химических средств имеет свои минусы [1, 2, 3]. Многие вредные организмы приобрели устойчивость (резистентность) к пестицидам, создание новых химических препаратов требует огромных денежных затрат, падает экономическая эффективность их применения. В таких условиях разработка и применение новых биологических препаратов имеет особую актуальность [4, 5, 6].

Перспективным направлением в области создания биопрепаратов является выделение полезных бактерий из тканей растений. Такие эндофитные бактерии обладают уникальными свойствами, и наличие их, например, в семенах во многом позволяет оценивать их качество и прогнозировать урожайность. В то же время, при обработке растений биопрепаратами на основе эндофитных бактерий возможны различные варианты заселения растительного организма в зависимости от сортовых особенностей [7, 8, 9, 10].

В связи с вышесказанным, целью наших исследований было выявление наиболее эффективного штамма эндофитных бактерий для каждого изучаемого гибрида подсолнечника.

**Условия и методика проведения исследований.** Стационарные полевые опыты в 2022 г. проводились на базе Агробиотехнопарка (с. Нармонка Лаишевского муниципального района Республики Татарстан) с координатами: широта – 55.5244865824 и долгота – 48.274901646, а лабораторные анализы – в Центре агроэкологических исследований Казанского ГАУ. Посев был произведен – 25 мая 2022 года. Корзинки подсолнечника для проведения структурного анализа отобраны 12 октября 2022 г., перед уборкой урожая. В опытах изучено действие

различных перспективных штаммов эндофитных бактерий на гибридах подсолнечника РЖТ Таллиман, РЖТ Воллкано КЛП и Дая КЛП.

**Схема опыта:**

- Контроль – без опрыскивания.
- KS-25 опрыскивание, 0,5 л/га.
- KS-25 опрыскивание, 1,0 л/га.
- KS-25 опрыскивание, 1,5 л/га.
- KS-31 опрыскивание, 0,5 л/га.
- KS-31 опрыскивание, 1,0 л/га.
- KS-31 опрыскивание, 1,5 л/га.
- KS-38 опрыскивание, 0,5 л/га.
- KS-38 опрыскивание, 1,0 л/га.
- KS-38 опрыскивание, 1,5 л/га.
- KS-54 опрыскивание, 0,5 л/га.
- KS-54 опрыскивание, 1,0 л/га.
- KS-54 опрыскивание, 1,5 л/га.
- Консорциум опрыскивание, 0,5 л/га
- Консорциум опрыскивание, 1,0 л/га
- Консорциум опрыскивание, 1,5 л/га
- PS-17 опрыскивание, 1,0 л/га

Таблица 1 – Характеристика исследуемых штаммов

Бактериальные штаммы	Вид
KS25AU	<i>Bacillus velezensis</i>
KS54AU	<i>Bacillus subtilis</i>
KS31AU	<i>Bacillus velezensis</i>
KS38AU	<i>Bacillus subtilis</i>
PS-17	<i>Bacillus mojavensis</i>

Исследования выполнены в рамках программы «Генетическая технология селекции микроорганизмов и конструирования консорциумов на их основе для создания биопрепаратов в растениеводстве» (грант RF - 1930.6/321X001).

Некорневая подкормка 3-х гибридов подсолнечника различными штаммами проводилась во второй декаде июня 2022 г. в фазе 6-8 пар настоящих листьев изучаемой культуры.

Полевые опыты проводились на типичных серых лесных почвах со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса по Тюрину 3,0%, подвижного фосфора очень высокое (> 250 мг/кг) и обменного калия - повышенное (145 мг/кг по Кирсанову). Реакция почвенной среды была близка к нейтральной (рН 6,6).

Таблица 2 – Метеорологические данные за вегетационный период 2022 года

Месяцы	Температура, °С			Осадки		
	факт.	норма	отклонение от нормы	факт.	норма	%
Май	12,46			35,4		
	9,52			37,1		
	10,07			5,9		
	+10,68	+14,0	-3,32	78,4	38	206,3
Июнь	18,6			9,9		
	18,88			4,0		
	18,19			5,4		
	+18,56	+18,3	+0,26	19,3	57	33,9
Июль	20,61			2,4		
	21,73			58,05		
	21,63			1,16		
	+21,32	+20,5	+0,82	61,61	62	99,4
Август	23,17			0		
	20,67			0		
	23,66			0		
	+22,5	+18,3	+4,2	0,0	55	0
Сентябрь	11,48			2,32		
	12,68			9,28		
	10,9			48,72		
	+11,69	+12,3	-0,61	60,32	50	120,6

Агрометеорологические условия вегетационного периода были весьма благоприятными для формирования высокопродуктивного агроценоза подсолнечника, прежде всего с точки зрения влагообеспеченности, которая в лесостепной зоне Среднего Поволжья является первым ограничивающим фактором продуктивности пашни.

Так, зимний период 2021-2022 г. отличается толщиной снежного покрова в 1,5 раза больше по сравнению со среднемноголетними показателями. Более того, в мае выпало 78,4 мм осадков против 38 мм, что на 206,8% выше нормы. Среднесуточная температура воздуха в мае составила +10,68°С с отклонением от нормы в сторону снижения – 3,32°С.

Запасы влаги, накопленные при снеготаянии в результате обильных осадков в мае, хватило для интенсивного роста и развития подсолнечника в июле. Более того, в критический период потребления воды в июле выпало 61,61 мм осадков, что способствовало формированию крупных корзинок, полностью заполненными семянками подсолнечника (диаметр пустой части корзинки в зависимости от вариантов опыта составила всего 1,5-3,0 см). В связи с этим биологическая урожайность подсолнечника была очень высокой (более 3 т/га). Однако, сентябрь оказался очень

дождливым (выпало осадков 60,32 мм против нормативного 50 мм. Ежедневные осадки стали причиной затягивания сроков уборки урожая, поражения корзинок серой гнилью. Тем не менее, итоговая урожайность подсолнечника в 2022 г. была рекордно высокой.

### Результаты исследований и их обсуждение.

Известно, что инициатива получения подсолнечника растительного масла принадлежит крестьянину слободы Алексеевка Бирючинского уезда Воронежской губернии Д.С. Бокареву, который в 1829 сконструировал ручной отжимной станок. В последующие годы в России было построено 120 маслобойных заводов которые в 1865-1867 гг. выжимали 920 тыс. пудов масла. К началу 20-го века подсолнечник возделывали на площади 1360 тыс. га. Столь резкий скачок производства подсолнечного масла объясняется ростом содержания сырого жира в семенах этой культуры например, профессор Н.М. Тулайков (1963 г.) утверждает, что если валовый сбор подсолнечного масла с 1 га пашни принять за 100% то у мака он наполовину меньше, льна 22, а горчицы всего 13 процентов. В настоящее время содержание сырого жира в гибридах подсолнечника содержится 46-53%, что соответствует полученному нами результатам (табл.1)

Таблица 1. Влияние штампов эффективных эндофитных бактерий на содержание сырого жира, валовые сборы подсолнечного растительного масла

№ п/п	Вариант опыта	Таллиман		Воллкан		Дая	
		содержание сырого жира, %	вал. сбор раст. масла, кг/га	содержание сырого жира, %	вал. сбор раст. масла, кг/га	содержание сырого жира, %	вал. сбор раст. масла, кг/га
1	Контроль – без обработки	50,9	1217	46,6	1086	46,7	1102
2	KS-25 некорневая подкормка 0,5 л/га	53,8	1356	47,7	1145	46,2	1150
3	KS-25 некорневая подкормка 1,0 л/га	53,2	1388	47,2	1171	46,0	1187
4	KS-25 некорневая подкормка 1,5 л/га.	53,0	1373	47,0	1184	45,6	1158
5	KS-31 некорневая подкормка 0,5 л/га	53,4	1410	46,8	1170	46,8	1221
6	KS-31 некорневая подкормка 1,0 л/га	53,1	1423	46,5	1186	46,0	1214
7	KS-31 некорневая подкормка 1,5 л/га.	52,8	1404	46,7	1209	45,8	1110

8	KS-38 некорневая подкормка 0,5 л/га	50,7	1363	46,2	1201	48,5	1280
9	KS-38 некорневая подкормка 1,0 л/га	50,6	1392	46,0	1224	48,2	1306
10	KS-38 некорневая подкормка 1,5 л/га	50,3	1413	45,5	1224	48,0	1334
11	KS-54 некорневая подкормка 0,5 л/га	52,2	1425	46,2	1235	47,8	1276
12	KS-54 некорневая подкормка 1,0 л/га.	51,6	1440	46,0	1251	47,6	1318
13	KS-54 некорневая подкормка 1,5 л/га.	51,1	1415	45,7	1202	47,2	1133
14	Консорциум некорневая подкормка 0,5 л/га	50,2	1391	46,5	1237	48,5	1319
15	Консорциум некорневая подкормка, 1,0 л/га	50,1	1413	46,1	1231	48,0	1306
16	Консорциум некорневая подкормка, 1,5 л/га	50,0	1410	46,0	1242	47,7	1307
17	PS-17 некорневая подкормка 1,0 л/га	50,9	1369	44,1	1151	46,5	1218

Прежде чем приступить к анализу данных таблицы 1 следует отметить более высокие значения потенциала гибрида против значения видов и норм расхода сравниваемых препаратов. Например, на контроле по содержанию сырого жира отличался гибрид Таллиман (50,9%) против 46,6% у гибрида Воллкано. Под влиянием штамма под номером KS-31 с нормой расхода 0,5 л/га, содержание сырого жира увеличивается до 53,4%, на этом же варианте в маслосеменных гибридных посевах подсолнечника Воллкано и Дая анализируемая величина составила 46,8 процента.

Что касается диапазона содержания жира между препаратами и нормами их расхода он был значительно уже. Так, на посевных гибрида Таллиман для KS-25 она составила 53,4 и 52,8%; KS-38 - 50,7 и 50,3; KS-54 - 52,2 и 51,1; консорциума - 50,2 и 50% такая же закономерность характерна на посевах Воллкано и Дая, но с более низкими показаниями.

Следовательно в условиях высокой влагообеспеченности и наличия достаточных термических ресурсов эффективность обработки посевов изучаемыми препаратами с разными нормами расхода нивелируется.

В высокоурожайные годы вторым наиважнейшим фактором содержания сырого жира является проявление «эффекта разбавления»: чем выше урожайность, тем ниже содержание сырого жира. В итоге, разница в валовом сборе растительного масла была не высокой внутри отдельно взятого гибрида: Таллиман 1356 и 1440 (разница всего 81

кг/га), Воллкано – 1145 и 1251 (разница 106 кг/га) и Дая – 1110 и 1334 (разница 224 кг/га).

Следует особо отметить резкое возрастание разницы в валовом сборе растительного масла между контролем (без агрохимикатов и вариантами дополнительного опрыскивания посевов штампами эндофитных бактерий). Например на посевах Таллисман самый высокий валовой сбор растительного масла был на варианте применения KS 54 с нормой расхода 1л/га и составил 1440 кг/га против 1216 кг/га на контроле, что выше контроля на 18 процентов. На этом же варианте прибавка валового сбора растительного масла гибрида Воллкано составила 15% к контролю, а на посевах Дая выделяется 10 вариант опыта (KS 38 с нормой расхода 1,5 л/га – 1334 кг/га против 1102 кг/га на контроле).

Таким образом, некорневая подкормка гибридов подсолнечника Таллисман и Воллконо в фазе 6-8 пар настоящих листьев штаммами эндофитных бактерий KS 54 с нормой расхода 1л/га обеспечивает дополнительное получение 224-232 кг/га растительного масла, что выше контроля на 15-18 процентов.

**Заключение.** Изучаемые перспективные штаммы эндофитных бактерий показали различные результаты по влиянию на валовой сбор подсолнечного растительного масла в зависимости от сортовых особенностей объекта исследований. Максимальные показатели по валовому сбору растительного масла были получены при определенном балансе между масличностью и урожайностью. Поскольку значительное увеличение урожайности приводило к снижению масличности семян подсолнечника, а в конечном счете и валового сбора растительного масла. По гибридам подсолнечника Таллисман и Воллкано максимальный валовой сбор растительного масла (1440 и 1251 кг/га) был получен на варианте некорневой подкормки штаммом KS-54 (1,0 л/га); по гибриду Дая (1334 кг/га) на варианте некорневой подкормки штаммом KS-38 (1,5 л/га).

### Литература

1. Сафиоллин Ф.Н. Масличные культуры / Ф.Н. Сафиоллин, Р.К. Вахитов. - Казань: Изд-во «Матбугат йорты», 2000. - 272 с.
2. Лукомец В.М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, В.Ф. Баранов. - Краснодар, 2010. - 327 с.
3. Низамов Р.М. Агрохимикаты в технологии возделывания подсолнечника в лесостепной зоне Среднего Поволжья / Р.М. Низамов: Дис. док. с.-х. наук: Казань, 2018. - 387 с.
4. Биологическая защита растений от стрессов / Л. З. Каримова, В. А. Колесар, Р. И. Сафин, Г. К. Хузина. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. - 128 с.



5. Низамов Р.М. Современные биопрепараты и стимуляторы роста в технологии возделывания подсолнечника на маслосемена Низамов Р.М., Сулейманов С.Р., Сафиоллин Ф.Н., Хисматуллин М.М. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 1 (48). С. 38-40.

6. Шайхутдинов Ф.Ш. Эффективность применения бактериальных удобрений Азотовит и Бактофосфин на серых лесных почвах Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, Ш.Ш. Шайхразиев, С.В. Зубарев, С.Ш.Нуриев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2013. - № 3 (23). - С. 29-34.

7. Файзрахманов Д.И., Сафиоллин Ф.Н., Низамов Р.М. 62 полезных совета по технологии возделывания масличных культур. - Казань: Изд-во Казанского государственного аграрного университета, 2013. - 68 с.

8. Низамов Р.М., Сулейманов С.Р. Эффективность применения биопрепаратов при возделывании ярового рапса на маслосемена в климатических условиях Предкамья в Республике Татарстан // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, 2020, № 1(12). - С. 38-45.

9. Biological systems for the protection of spring rapeseed from pests as a promising direction for a production increase of environmentally friendly and competitive oilseeds in the Republic of Tatarstan / S. Suleimanov, R. Safiollin, N. Loginov, L. Vafina // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2021) : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00177. – DOI 10.1051/bioconf/20213700177.

10. Агиева Г.Н. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве / Г.Н. Агиева, Л.С. Нижегородцева, Р.Ж.К. Диабанкана [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2020. - Т. 15. - № 4(60). - С. 5-9.

11. Файзрахманов Д.И. Концепция развития органического сельского хозяйства Республики Татарстан / Д.И. Файзрахманов, Р.И. Сафин, А.Р. Валиев [и др.]. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. - 88 с.

12. Сафиоллин Ф.Н. Современные проблемы производства масличного сырья в Республике Татарстан и пути их решения / Ф.Н. Сафиоллин, С.Р. Сулейманов, А.А. Ахметзянов, Э.Ф. Исмагилова // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28-30 мая 2020 года. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. - С. 280-285.

(С) Сулейманов С.Р., Сафиоллин Ф.Н, Арсланов А.И., 2022

**Сулейманов Салават Разяпович**  
Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Казанский государственный аграрный университет, Казань  
[dusai@mail.ru](mailto:dusai@mail.ru)

**Сафиоллин Фаик Набиевич**  
Доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Казанский государственный аграрный университет, Казань  
[faik1948@mail.ru](mailto:faik1948@mail.ru)

## **МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ УДОБРЕНИЕ БИОМЕЧ ВАЙП В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА МАСЛОСЕМЕНА НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

**Аннотация.** В научной статье представлены результаты полевых опытов по изучению эффективности применения микробиологического удобрения Биомеч Вайп. Стационарные полевые опыты в 2022 г. проводились на базе Агробиотехнопарка на посевах гибридного подсолнечника Светлана. В полевых опытах были изучены 4 варианта применения микробиологического удобрения Биомеч Вайп: контроль (без применения Биомеч Вайп); 2-х кратная некорневая подкормка Биомеч Вайп (0,5 л/га); 2-х кратная некорневая подкормка Биомеч Вайп (1,0 л/га); 2-х кратная некорневая подкормка Биомеч Вайп (2,0 л/га). По результатам исследований было установлено, что для получения товарного масличного сырья более 3 т/га с содержанием сырого жира не менее 50% рекомендуется совместить применение минеральных удобрений с 2-х кратной подкормкой подсолнечника препаратом Биомеч Вайп т с нормой расхода по 1,0 л/га.

**Ключевые слова:** подсолнечник, микробиологическое удобрение, Биомеч Вайп, урожайность, масличность, структура урожая.

**Suleymanov Salavat Razyapovich**  
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Kazan State Agrarian University, Kazan  
[dusai@mail.ru](mailto:dusai@mail.ru)

**Safiollin Faik Nabievich**  
Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
Kazan State Agrarian University, Kazan  
[faik1948@mail.ru](mailto:faik1948@mail.ru)

## MICROBIOLOGICAL FERTILIZER BIOMECH VAPE IN THE TECHNOLOGY OF SUNFLOWER CULTIVATION FOR OIL SEEDS ON GRAY FOREST SOILS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

**Annotation.** The scientific article presents the results of field experiments to study the effectiveness of the use of microbiological fertilizer Biomech Vape. Stationary field experiments in 2022 were carried out on the basis of the Agrobiotechnopark on the crops of the hybrid Svetlana satellite. In field experiments, 4 variants of the application of microbiological fertilizer Biomech Vape were studied: control (without the use of Biomech Vape); 2-fold foliar top dressing Biomech Vape (0.5 l/ha); 2-fold foliar top dressing Biomech Vape (1.0 l/ha); 2-fold foliar top dressing Biomech Vape (2.0 l/ha). According to the research results, it was found that in order to obtain commercial oilseeds of more than 3 t/ha with a crude fat content of at least 50%, it is recommended to combine the use of mineral fertilizers with 2-fold sunflower fertilization with Biomech Vape t with a consumption rate of 1.0 l/ha.

**Keywords:** sunflower, microbiological fertilization, Biomech Vape, yield, oil content, crop structure.

**Введение.** В последнее годы одной из самых рентабельных и востребованных сельскохозяйственных культур как в Республике Татарстан, так и в целом по Российской Федерации является подсолнечник [1, 2]. В стране появилось большое количество высокоурожайных и высококачественных отечественных и зарубежных гибридов, отработаны традиционные технологии возделывания этой культуры. Однако эти технологии в настоящее время не совсем отвечают требованиям рынка [3, 4]. Повысились требования к сдаваемой продукции, кроме того, положение осложняется нехваткой трудовых ресурсов. В этих условиях необходим поиск новых подходов и направлений, позволяющий при сокращении трудовых затрат и применении адаптивной интенсификации получать высокоэффективные и качественные урожаи маслосемян подсолнечника [5, 6, 7]. Применение новых производственных систем поможет решить эти проблемы, однако данные технологии требуют адаптации к почвенно-климатическим условиям нашего региона [8, 9, 10]. Одним из факторов в реализации этой проблемы является использование биопрепаратов и микробиологических удобрений, позволяющих активизировать почвенные процессы, повысить интенсивность фотосинтеза и урожайность культуры [11, 12, 13].

В связи с вышесказанным целью исследований являлось установление биологической эффективности перспективного микробиологического удобрения Биомеч Вайп на посевах подсолнечника на маслосемена в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан.

**Условия и методика проведения исследований.** Стационарные полевые опыты в 2022 г. проводились на базе Агробиотехнопарка (с.

Нармонка Лаишевского муниципального района Республики Татарстан) с координатами: широта – 55.5244865824 и долгота – 48.274901646, а лабораторные анализы – в Центре агроэкологических исследований Казанского ГАУ. Посев был произведен – 25 мая 2022 года. Корзинки подсолнечника для проведения структурного анализа отобраны 12 октября 2022 г., перед уборкой урожая. В опытах изучено действие микробиологического удобрения Биомеч Вайп на гибридном подсолнечнике Светлана.

Таблица 1 – Состав микробиологического удобрения

Показатели	Содержание
<i>Pseudomonas chlororaphis</i> subsp. <i>aureofaciens</i> В-1249 не менее $5,0 \cdot 10^8$ КОЕ/мл, %	3%
<i>Paenibacillus polymyxa</i> В-5852, не менее $5,0 \cdot 10^9$ КОЕ/мл, %	
Остатки питательной среды вместе с клеточной биомассой, %	до 100,0

Полевые опыты проводились на типичных серых лесных почвах со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса по Тюрину 3,0%, подвижного фосфора очень высокое (> 250 мг/кг) и обменного калия - повышенное (145 мг/кг по Кирсанову). Реакция почвенной среды была близка к нейтральной (рН 6,6).

Таблица 2 – Метеорологические данные за вегетационный период 2022 года

Месяцы	Температура, °С			Осадки		
	факт.	норма	отклонение от нормы	факт.	норма	%
Май	12,46			35,4		
	9,52			37,1		
	10,07			5,9		
	+10,68	+14,0	-3,32	78,4	38	206,3
Июнь	18,6			9,9		
	18,88			4,0		
	18,19			5,4		
	+18,56	+18,3	+0,26	19,3	57	33,9
Июль	20,61			2,4		
	21,73			58,05		
	21,63			1,16		
	+21,32	+20,5	+0,82	61,61	62	99,4
Август	23,17			0		
	20,67			0		
	23,66			0		
	+22,5	+18,3	+4,2	0,0	55	0
Сентябрь	11,48			2,32		
	12,68			9,28		
	10,9			48,72		
	+11,69	+12,3	-0,61	60,32	50	120,6

Агрометеорологические условия вегетационного периода были весьма благоприятными для формирования высокопродуктивного агроценоза подсолнечника, прежде всего с точки зрения влагообеспеченности, которая в лесостепной зоне Среднего Поволжья является первым ограничивающим фактором продуктивности пашни.

Так, зимний период 2021-2022 г. отличается толщиной снежного покрова в 1,5 раза больше по сравнению со среднесезонными показателями. Более того, в мае выпало 78,4 мм осадков против 38 мм, что на 206,8% выше нормы. Среднесуточная температура воздуха в мае составила +10,68°C с отклонением от нормы в сторону снижения – 3,32°C.

Запасы влаги, накопленные при снеготаянии в результате обильных осадков в мае, хватило для интенсивного роста и развития подсолнечника в июле. Более того, в критический период потребления воды в июле выпало 61,61 мм осадков, что способствовало формированию крупных корзинок, полностью заполненными семянками подсолнечника (диаметр пустой части корзинки в зависимости от вариантов опыта составила всего 1,5-3,0 см). В связи с этим биологическая урожайность подсолнечника была очень высокой (более 3 т/га). Однако, сентябрь оказался очень дождливым (выпало осадков 60,32 мм против нормативного 50 мм). Ежедневные осадки стали причиной затягивания сроков уборки урожая, поражения корзинок серой гнилью. Тем не менее, итоговая урожайность подсолнечника в 2022 г. была рекордно высокой.

#### **Схема опыта:**

1. Контроль. Фон NPK.

2. Фон NPK + Биомеч Вайп. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 2-4 листьев, 2-я - в фазе 6-8 листьев, расход агрохимиката – 0,5 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

3. Фон NPK + Биомеч Вайп. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 2-4 листьев, 2-я - в фазе 6-8 листьев, расход агрохимиката – 1,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

4. Фон NPK + Биомеч Вайп. Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 2-4 листьев, 2-я - в фазе 6-8 листьев, расход агрохимиката – 2,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

Площадь опытных делянок - 50 м<sup>2</sup>, площадь учетных делянок – 25 м<sup>2</sup>. Повторность – четырехкратная.

#### **Результаты исследований и их обсуждение.**

В начальном этапе органогенеза корневая система подсолнечника развивается медленными темпами. Например, за 12 суток (посев-всходы) глубина ее проникновения составляет всего 4-5 см, что характерно и для фазы всходы-образование 4-6 пар настоящих листьев (12-15 см).

Усиление роста корней в глубину отмечается в фазе бутонизации растений.

Таблица 3 – Динамика линейного роста корневой системы подсолнечника по вариантам опыта, см

Вариант опыта	Посев-всходы	Всходы 4-6 пар листьев	Бутонизация	Цветение	Перед уборкой урожая
Контроль. Фон НРК.	3,2	12,3	30,2	36,8	38,1
Фон НРК + Биомеч Вайп, 0,5 л/га Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 2-4 листьев, 2-я - в фазе 6-8 листьев	3,8	12,8	36,4	40,7	42,3
Фон НРК + Биомеч Вайп, 1,0 л/га Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 2-4 листьев, 2-я - в фазе 6-8 листьев	4,2	14,0	40,8	44,8	46,5
Фон НРК + Биомеч Вайп, 2,0 л/га Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 2-4 листьев, 2-я - в фазе 6-8 листьев	4,6	14,9	42,8	46,2	48,0

На контрольном варианте опыта в фазе бутонизации основная масса корневой системы подсолнечника занимает активный слой почвы 30,2 см. В тех почвенно-климатических условиях двукратная некорневая подкормка Биомеч Вайп из расчета 2 л/га способствует углублению корневой системы подсолнечника до 42,8 см. При этом, чем выше норма расхода препарата, тем выше линейный рост корней: 0,5 л/га – 36,4 см; 1 л/га - 40,8 см. При этом следует отметить, что разница в линейном росте корней между вторым и третьими вариантами опыта составила 4,4 см (36,4 и 40,8 см), то между третьим и четвертым анализируемая разница снижается до 2,0 см. Другими словами превышение норм расхода препарата не сопровождается пропорциональным линейным ростом корневой системы гибридного подсолнечника Светлана. Более того, перед уборкой урожая глубина активного слоя почвы (глубина, которую занимает основная масса корней) между последними двумя вариантами нивелируется до уровня 46,5-48 см.

Высота растений, прежде всего, зависит от биологических особенностей гибридов подсолнечника и имеет широкий диапазон (табл.4).

Таблица 4 – Влияние некорневой подкормки подсолнечника Биомеч Вайп на высоту растений перед уборкой урожая

Вариант опыта	Высота растений, см	Прибавка		Угол наклона корзины
		см	%	
Контроль. Фон NPK.	152	-	-	140
Фон NPK + Биомеч Вайп, 0,5 л/га Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 2-4 листьев, 2-я - в фазе 6-8 листьев	160	8	5,2	160
Фон NPK + Биомеч Вайп, 1,0 л/га Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 2-4 листьев, 2-я - в фазе 6-8 листьев	168	12	10,5	180
Фон NPK + Биомеч Вайп, 2,0 л/га Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 2-4 листьев, 2-я - в фазе 6-8 листьев	180	28	11,8	180
НСР <sub>05</sub>	4,9			

Высота растений подсолнечника зависит, прежде всего, от влагообеспеченности, от культуры земледелия и фона питания. При прочих равных условиях она зависит и от некорневых подкормок удобрительно-стимулирующим составом Биомеч Вайп с содержанием ростостимулирующих элементов питания. Под его действием по мере роста норм расхода препарата от 0,5 до 2 л/га высота растений увеличивается от 152 см на контроле до 180 см на последнем варианте опыта (прирост составляет 28 см или 11,8%). Такой резкий рост растений под влиянием изучаемого препарата имеет как положительную, так и отрицательную сторону. В качестве положительного явления можно отметить затенение сорняков, а в качестве отрицательного - увеличение угла наклона корзинок к земле. На тыльной стороне корзины с углом наклона 180° накапливается дождевая вода, долго сохнет роса. В итоге, такие корзины массово поражаются серой гнилью (основная болезнь подсолнечника в Татарстане). Положение осложняется еще тем, что стебель не выдерживает давления крупной корзины и она переламывается, а при дождливой осени как в 2022 г. происходит полегание растений. По этой причине выше отмеченные закономерности рассмотрим отдельно [14-15].

Итоговым критерием оценки влияния некорневой подкормки растений подсолнечника Биомеч Вайп служит валовой сбор товарного масличного сырья растительного масла с 1 га пашни (табл. 5)

Таблица 5 – Валовые сборы товарного масленичного сырья и растительного масла

Вариант опыта	Факт. урожайность, т/га	Содержание сырого жира, %	Валовой сбор раст. масла, кг/га	Прибавка	
				кг/га	%
Контроль. Фон NPK.	2,39	47,2	1128	-	-
Фон NPK + Биомеч Вайп, 0,5 л/га Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 2-4 листьев, 2-я - в фазе 6-8 листьев	2,76	50,8	1402	274	24
Фон NPK + Биомеч Вайп, 1,0 л/га Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 2-4 листьев, 2-я - в фазе 6-8 листьев	3,00	50,6	1518	390	35
Фон NPK + Биомеч Вайп, 2,0 л/га Некорневая подкормка растений: 1-я - в фазе 2-4 листьев, 2-я - в фазе 6-8 листьев	3,07	49,1	1507	379	34
НСР <sub>05</sub>	0,21				

Прежде чем приступить к анализу результатов валового сбора товарного масленичного сырья следует отметить высокую эффективность применения Биомеч Вайп на посевах гибридов подсолнечника Светлана – прибавка урожайности в зависимости от норм расхода возрастает от 0,37 до 0,68 т/га, это превышает контроль на 15-28 процентов.

Содержание сырого жира по мере увеличения урожайности, наоборот, снижается от 50,8% на втором варианте опыта до 49,1 % на варианте с подкормкой с нормой расхода препарата 2 л/га. Эффект разбавления (по содержанию сырого жира в свое время отмечали Ф.Н. Сафиоллин (2008), Г.С. Миннулин (2008), С.Р. Сулейманов (2016), Р.М. Низамов (2018) и мн. др. По этой причине валовой сбор растительного материала с 1 га пашни на варианте с двукратной подкормкой с нормой расхода Биомеч Вайп 2 л/га был меньше (1507 кг/га по сравнению с вариантом расхода 1 л/га (1518 кг/га).

Таким образом, в целях получения более 1500 кг/га растительного масла достаточно провести некорневую 2-х подкормку подсолнечника с нормой расхода Биомеч Вайп по 1л/га.

### **Заключение.**

1. Подкормка подсолнечника в фазе 2-4 и 6-8 пар настоящих листьев Биомеч Вайп усиливает линейный рост корневой системы, которая занимает 40,0-48,0 см активного слоя почвы против 38,1 см на контроле (без подкормки).



2. Под действием Биомеч Вайп в зависимости от норм расхода высота растений увеличивается от 152 см на контроле до 180 см на последнем варианте опыта (2-х кратная подкормка с нормой расхода по 2 л/га). Одновременно с этим угол наклона корзинок достигает 180°, что усиливает рост поражения корзинок серой гнилью.

3. Содержание сырого жира существенно снижается по мере роста урожайности подсолнечника (от 50,8% на втором варианте опыта до 49,1% на варианте опыта с применением 2л/га Биомеч Вайп). В связи с «эффектом разбавления» валовой сбор растительного масла на варианте с нормой расхода препарата 2 л/га (1507 кг/га) уступает варианту с нормой расхода препарата 1,0 л/га (1518 кг/га).

4. В целях получения товарного масличного сырья более 3 т/га с содержанием сырого жира не менее 50% рекомендуется совместить применение минеральных удобрений с 2-х кратной подкормкой подсолнечника препаратом Биомеч Вайп т с нормой расхода по 1,0 л/га.

### Литература

1. Сафиоллин Ф.Н. Масличные культуры / Ф.Н. Сафиоллин, Р.К. Вахитов. - Казань: Изд-во «Матбугат йорты», 2000. - 272 с.

2. Лукомец В.М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, В.Ф. Баранов. - Краснодар, 2010. - 327 с.

3. Низамов Р.М. Агрохимикаты в технологии возделывания подсолнечника в лесостепной зоне Среднего Поволжья / Р.М. Низамов: Дис. док. с.-х. наук: Казань, 2018. - 387 с.

4. Биологическая защита растений от стрессов / Л. З. Каримова, В. А. Колесар, Р. И. Сафин, Г. К. Хузина. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. - 128 с.

5. Низамов Р.М. Современные биопрепараты и стимуляторы роста в технологии возделывания подсолнечника на маслосемена Низамов Р.М., Сулейманов С.Р., Сафиоллин Ф.Н., Хисматуллин М.М. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 1 (48). С. 38-40.

6. Шайхутдинов Ф.Ш. Эффективность применения бактериальных удобрений Азотовит и Бактофосфин на серых лесных почвах Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, Ш.Ш. Шайхразиев, С.В. Зубарев, С.Ш.Нуриев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2013. - № 3 (23). - С. 29-34.

7. Файзрахманов Д.И., Сафиоллин Ф.Н., Низамов Р.М. 62 полезных совета по технологии возделывания масличных культур. - Казань: Изд-во Казанского государственного аграрного университета, 2013. - 68 с.

8. Низамов Р.М., Сулейманов С.Р. Эффективность применения биопрепаратов при возделывании ярового рапса на маслосемена в климатических условиях Предкамья в Республике Татарстан // Вестник

Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, 2020, № 1(12). - С. 38-45.

9. Biological systems for the protection of spring rapeseed from pests as a promising direction for a production increase of environmentally friendly and competitive oilseeds in the Republic of Tatarstan / S. Suleimanov, R. Safiollin, N. Loginov, L. Vafina // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021) : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00177. – DOI 10.1051/bioconf/20213700177.

10. Агиева Г.Н. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве / Г.Н. Агиева, Л.С. Нижегородцева, Р.Ж.К. Диабанкана [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2020. - Т. 15. - № 4(60). - С. 5-9.

11. Сафиоллин Р.Р. Эффективность применения биологических систем питания и защиты подсолнечника от болезней в почвенно-климатических условиях республики татарстан.// Сафиоллин Р.Р. В сборнике: Студенческая наука - аграрному производству. Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции. Казань, 2022. С. 247-256.

12. Файзрахманов Д.И. Концепция развития органического сельского хозяйства Республики Татарстан / Д.И. Файзрахманов, Р.И. Сафин, А.Р. Валиев [и др.]. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. - 88 с.

13. Сафиоллин Ф.Н. Современные проблемы производства масличного сырья в Республике Татарстан и пути их решения / Ф.Н. Сафиоллин, С.Р. Сулейманов, А.А. Ахметзянов, Э.Ф. Исмагилова // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28-30 мая 2020 года. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. - С. 280-285.

14. Агротехнологии зерновых культур / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев [и др.] // Система земледелия Республики Татарстан : В 3-х частях. Том Часть 2. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2014. – С. 18-140. – EDN WHKSTX.

14. Система земледелия Республики Татарстан / А. Р. Валиев, И. Х. Габдрахманов, Р. И. Сафин, Б. Г. Зиганшин. Том Часть 3. – Казань : ООО "Центр инновационных технологий", 2014. – 280 с. – EDN GQOYHV.

(С) Сулейманов С.Р., Сафиоллин Ф.Н., 2022

**Сафиоллин Фаик Набиевич**  
*Доктор сельскохозяйственных наук, профессор*  
*Казанский государственный аграрный университет, Казань*  
[faik1948@mail.ru](mailto:faik1948@mail.ru)

**Сулейманов Салават Разяпович**  
*Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*  
*Казанский государственный аграрный университет, Казань*  
[dusai@mail.ru](mailto:dusai@mail.ru)

### **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ШТАММОВ ЭНДОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ГИБРИДАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА**

**Аннотация.** В научной статье представлены результаты полевых опытов по изучению влияния перспективных штаммов эндофитных бактерий (KS-25, KS-31, KS-38, KS-54) и норм их применения (0,5, 1,0 и 1,5 л/га) на высоту и урожайность 3-х гибридов подсолнечника (Таллиман, Воллкано, Дая). По результатам полевых опытов было установлено положительное влияние изучаемых штаммов на биометрические показатели и урожайность объекта исследования.

**Ключевые слова:** подсолнечник, эндофитные бактерии, урожайность, высота растений, штаммы, микроорганизмы.

**Safiollin Faik Nabievich**  
Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
Kazan State Agrarian University, Kazan  
[faik1948@mail.ru](mailto:faik1948@mail.ru)

**Suleymanov Salavat Razyapovich**  
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Kazan State Agrarian University, Kazan  
[dusai@mail.ru](mailto:dusai@mail.ru)

### **EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF PROMISING STRAINS ENDOPHYTIC BACTERIA ON VARIOUS HYBRIDS SUNFLOWER SEEDS**

**Annotation.** The scientific article presents the results of field experiments to study the effect of promising strains of endophytic bacteria (KS-25, KS-31, KS-38, KS-54) and the norms of their use (0.5, 1.0 and 1.5 l/ha) on the height and yield of 3 sunflower hybrids (Tallisman, Vollkano, Daya). According to the results of field experiments, the positive effect of the studied strains on biometric indicators and the yield of the object of study was established.

**Keywords:** sunflower, endophytic bacteria, yield, plant height, strains, microorganisms.

**Введение.** В нашей стране среди масличных культур особое место занимает подсолнечник, на долю которого приходится свыше 80% производства растительного масла [1, 2, 3]. В то же время урожайность этой культуры нашей стране сравнительно невысокая и составляет 1,3–1,5 т/га [4, 5]. Основными причинами этого являются нарушения технологии возделывания и, в первую очередь, недостаточная обеспеченность растений питательными веществами [6, 7]. В нашей зоне в острозасушливые годы применение минеральных удобрений, особенно на пропашных культурах, зачастую не дает положительного результата, поэтому использование различных биопрепаратов, в том числе разработанных на основе эндофитных бактерий в жидком виде при обработке семян и растений в период вегетации в условиях засухи достаточно эффективно [8, 9, 10, 11, 12, 13]. В связи с этим целью наших исследований стало оценка эффективности применения перспективных штаммов эндофитных бактерий на различных гибридах подсолнечника.

**Условия и методика проведения исследований.** Стационарные полевые опыты в 2022 г. проводились на базе Агробиотехнопарка (с. Нармонка Лаишевского муниципального района Республики Татарстан) с координатами: широта – 55.5244865824 и долгота – 48.274901646, а лабораторные анализы – в Центре агроэкологических исследований Казанского ГАУ. Посев был произведен – 25 мая 2022 года. Корзинки подсолнечника для проведения структурного анализа отобраны 12 октября 2022 г., перед уборкой урожая. В опытах изучено действие различных перспективных штаммов эндофитных бактерий на гибридах подсолнечника РЖТ Таллиман, РЖТ Воллкано КЛП и Дая КЛП.

**Схема опыта:**

- Контроль – без опрыскивания.
- KS-25 опрыскивание, 0,5 л/га.
- KS-25 опрыскивание, 1,0 л/га.
- KS-25 опрыскивание, 1,5 л/га.
- KS-31 опрыскивание, 0,5 л/га.
- KS-31 опрыскивание, 1,0 л/га.
- KS-31 опрыскивание, 1,5 л/га.
- KS-38 опрыскивание, 0,5 л/га.
- KS-38 опрыскивание, 1,0 л/га.
- KS-38 опрыскивание, 1,5 л/га.
- KS-54 опрыскивание, 0,5 л/га.
- KS-54 опрыскивание, 1,0 л/га.
- KS-54 опрыскивание, 1,5 л/га.
- Консорциум опрыскивание, 0,5 л/га
- Консорциум опрыскивание, 1,0 л/га

- Консорциум опрыскивание, 1,5 л/га
- PS-17 опрыскивание, 1,0 л/га

Таблица 1 – Характеристика исследуемых штаммов

Бактериальные штаммы	Вид
KS25AU	Bacillus velezensis
KS54AU	Bacillus subtilis
KS31AU	Bacillus velezensis
KS38AU	Bacillus subtilis
PS-17	Bacillus mojavensis

Исследования выполнены в рамках программы «Генетическая технология селекции микроорганизмов и конструирования консорциумов на их основе для создания биопрепаратов в растениеводстве» (грант RF - 1930.6/321X001).

Некорневая подкормка 3-х гибридов подсолнечника различными штаммами проводилась во второй декаде июня 2022 г. в фазе 6-8 пар настоящих листьев изучаемой культуры.

Полевые опыты проводились на типичных серых лесных почвах со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса по Тюрину 3,0%, подвижного фосфора очень высокое (> 250 мг/кг) и обменного калия - повышенное (145 мг/кг по Кирсанову). Реакция почвенной среды была близка к нейтральной (pH 6,6).

Таблица 2 – Метеорологические данные за вегетационный период 2022 года

Месяцы	Температура, °С			Осадки		
	факт.	норма	отклонение от нормы	факт.	норма	%
Май	12,46			35,4		
	9,52			37,1		
	10,07			5,9		
	+10,68	+14,0	-3,32	78,4	38	206,3
Июнь	18,6			9,9		
	18,88			4,0		
	18,19			5,4		
	+18,56	+18,3	+0,26	19,3	57	33,9
Июль	20,61			2,4		
	21,73			58,05		
	21,63			1,16		
	+21,32	+20,5	+0,82	61,61	62	99,4
Август	23,17			0		
	20,67			0		
	23,66			0		
	+22,5	+18,3	+4,2	0,0	55	0
Сентябрь	11,48			2,32		
	12,68			9,28		
	10,9			48,72		
	+11,69	+12,3	-0,61	60,32	50	120,6

Агрометеорологические условия вегетационного периода были весьма благоприятными для формирования высокопродуктивного агроценоза подсолнечника, прежде всего с точки зрения влагообеспеченности, которая в лесостепной зоне Среднего Поволжья является первым ограничивающим фактором продуктивности пашни.

Так, зимний период 2021-2022 г. отличается толщиной снежного покрова в 1,5 раза больше по сравнению со среднесезонными показателями. Более того, в мае выпало 78,4 мм осадков против 38 мм, что на 206,8% выше нормы. Среднесуточная температура воздуха в мае составила +10,68°C с отклонением от нормы в сторону снижения – 3,32°C.

Запасы влаги, накопленные при снеготаянии в результате обильных осадков в мае, хватило для интенсивного роста и развития подсолнечника в июле. Более того, в критический период потребления воды в июле выпало 61,61 мм осадков, что способствовало формированию крупных корзинок, полностью заполненными семянками подсолнечника (диаметр пустой части корзинки в зависимости от вариантов опыта составила всего 1,5-3,0 см). В связи с этим биологическая урожайность подсолнечника была очень высокой (более 3 т/га). Однако, сентябрь оказался очень дождливым (выпало осадков 60,32 мм против нормативного 50 мм). Ежедневные осадки стали причиной затягивания сроков уборки урожая, поражения корзинок серой гнилью. Тем не менее, итоговая урожайность подсолнечника в 2022 г. была рекордно высокой [14-15].

#### **Результаты исследований и их обсуждение.**

Высота растений, прежде всего, зависит от биологических особенностей гибридов подсолнечника и применяемых препаратов (рис. 1).

На контроле в зависимости от биологических особенностей изучаемых трех гибридов высота растений менялась от 146 (гибрид Волкано) до 160 см (гибрид Таллиман) - разница 14 см.

Подкормка растений в фазе 6-8 пар настоящих листьев консорциумом изучаемых микроорганизмов из расчета 1,5 л/га снижает разницу в высоте подсолнечника до 8 см (высота гибрида Таллиман 185 см, а у гибрида Волкано 177 см). Другими словами эффект обработки штаммами эндофитных бактерий составляет 25 см (185-160 см) против 8 см между изучаемыми гибридами. Выше отмеченная закономерность сохранилась и для других штаммов с той лишь одной разницей: по мере повышения норм расхода препарата от 0,5 до 1,5 л/га высота растений пропорционально увеличивается. Так, на варианте с обработкой посевов KS-54 высота растений гибрида Таллиман в зависимости от нормы его расхода возрастала от 170 (0,5 л/га) до 178 см (1,5 л/га), KS-25 соответственно 162 и 168 см, KS-31: 165 и 168 см.

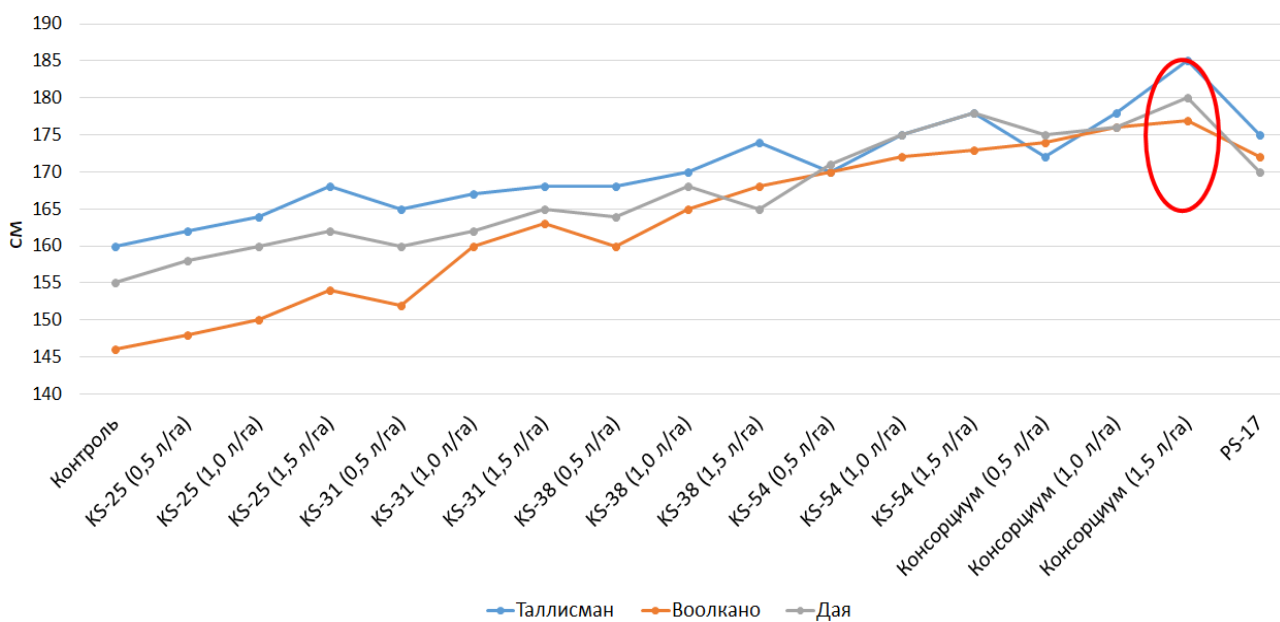


Рис. 1 Влияние штаммов эндофитных бактерий на высоту различных гибридов подсолнечника

Между высотой растений и углом наклона корзинок существует прямая зависимость, которая больше всего проявляется у гибрида Дая по принципу: чем выше растение, тем больше угол наклона корзинок. Так, на 3-х вариантах с обработкой посевов с использованием консорциума микроорганизмов от 0,5 до 1,5 л/га высота растений составила 175-180 см и угол наклона корзинок была максимальный – 180 градусов.

Формирование высокорослых растений на основе некорневой подкормки эндофитными бактериями оказывает противоречивое действие на подсолнечные агроценозы. С одной стороны, чем выше растения, тем меньше остается пространство для роста и развития сорной растительности. С другой стороны, на тыльной стороне корзинок с углом наклона 180 градусов собирается роса и дождевая вода, что многократно увеличивает риск поражения корзинок серой гнилью. Положение осложняется тем, что высокие стебли (они как правило тоньше чем низкорослые) не выдерживают давления корзинок и переламываются, существенно снижая сохранность растений к уборке.

Итоговым критерием оценки влияния некорневой подкормки растений подсолнечника исследуемыми биопрепаратами служит урожайность с 1 га пашни.

Прежде чем приступить к анализу результатов валового сбора масличного сырья следует отметить высокую эффективность применения для некорневой подкормки штаммов эндофитных бактерий. Так, на посевах гибридного подсолнечника Таллиман урожайность в зависимости от норм расхода этих препаратов от 0,5 до 1,5 л/га

возрастает от 0,13 до 0,43 т/га, что превышает контроль на 5-18 процентов.

Таблица 1 – Урожайность изучаемых гибридов подсолнечника в зависимости от некорневой подкормки растений различными штаммами эндофитных бактерий и нормам их расхода

№ п/п	Вариант опыта	Таллиман		Воллкан		Дая	
		урожайность, т/га	прибавка, %	урожайность, т/га	прибавка, %	урожайность, т/га	прибавка, %
1	Контроль	2,39	-	2,33	-	2,36	-
2	KS-25 (0,5 л/га)	2,52	5,4	2,40	3,0	2,49	5,5
3	KS-25 (1,0 л/га)	2,61	9,2	2,48	6,4	2,58	9,3
4	KS-25 (1,5 л/га)	2,59	8,3	2,52	8,2	2,54	7,6
5	KS-31 (0,5 л/га)	2,64	10,5	2,50	7,3	2,61	10,6
6	KS-31 (1,0 л/га)	2,68	12,1	2,55	9,4	2,64	11,9
7	KS-31 (1,5 л/га)	2,66	11,3	2,59	11,1	2,62	11,0
8	KS-38 (0,5 л/га)	2,69	12,6	2,60	11,6	2,64	15,4
9	KS-38 (1,0 л/га)	2,75	15,1	2,66	14,1	2,71	14,8
10	KS-38 (1,5 л/га)	2,81	17,6	2,69	15,4	2,78	17,8
11	KS-54 (0,5 л/га)	2,73	14,2	2,67	14,6	2,67	13,1
12	KS-54 (1,0 л/га)	2,79	16,7	2,72	16,7	2,77	17,4
13	KS-54 (1,5 л/га)	2,77	15,9	2,63	12,9	2,70	14,4
14	Консорциум (0,5 л/га)	2,77	15,9	2,66	14,1	2,72	15,2
15	Консорциум (1,0 л/га)	2,82	18,0	2,67	14,6	2,72	15,2
16	Консорциум (1,5 л/га)	2,82	18,0	2,70	15,9	2,74	16,1
17	PS-17 (1,0 л/га)	2,69	12,6	2,61	12,0	2,62	11,0
	НСР <sub>05</sub>	0,24		0,20		0,22	

Такие же весьма высокие прибавки урожайности были получены на гибридных посевах подсолнечника Дая (прибавка 0,38 т/га) и Воллкан (прибавка 0,37 т/га). Вместе с тем, независимо от норм расхода эффективность применения штамма KS-25 на посевах всех трех гибридов математически не доказуема: прибавка урожайности гибрида Таллиман составляет 0,22 т/га при наименьшей существенной разнице (НСР<sub>05</sub>) 0,24 т/га, Воллкан – 0,19 и 0,20, Дая – 0,22 и 0,22 т/га соответственно.

Что касается норм расхода изучаемых препаратов разница в урожайности гибрида Таллиман в пользу 1,5 л/га составляет от 0,07 до 0,12 т/га, Воллкан соответственно 0,07 и 0,09 т/га, Дая – от 0,09 до 0,14 т/га. Другими словами все прибавки в пределах ошибки опыта. Такое явное противоречие видимо объясняется необычайно благоприятными агрометеорологическими условиями 2022 года, когда потенциальные резервы изучаемых гибридов были реализованы в полной мере. Несмотря на это мы с большой уверенностью можем утверждать, что в целях получения дополнительного масличного сырья от 0,37 до 0,43 т/га



на гибридных посевах подсолнечника Таллиман, Воллкано и Дая необходимо провести некорневую подкормку растений консорциумом эндофитных бактерий с нормой расхода 1,0-1,5 л/га.

**Заключение.** Максимальные показатели урожайности по исследуемым гибридам получены на следующих вариантах опыта: гибрид Таллиман – консорциум штаммов эндофитных бактерий (1,0 и 1,5 л/га) урожайность 2,82 т/га (выше контроля на 18,0 %); гибрид Воллкано – KS-54 (1,0 л/га) урожайность 2,72 т/га (выше контроля на 16,7 %); гибрид Дая - KS-38 (1,5 л/га) урожайность 2,78 т/га (выше контроля на 17,8 %).

### Литература

1. Сафиоллин Ф.Н. Масличные культуры / Ф.Н. Сафиоллин, Р.К. Вахитов. - Казань: Изд-во «Матбугат йорты», 2000. - 272 с.

2. Лукомец В.М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, В.Ф. Баранов. - Краснодар, 2010. - 327 с.

3. Низамов Р.М. Агротехники в технологии возделывания подсолнечника в лесостепной зоне Среднего Поволжья / Р.М. Низамов: Дис. док. с.-х. наук: Казань, 2018. - 387 с.

4. Биологическая защита растений от стрессов / Л. З. Каримова, В. А. Колесар, Р. И. Сафин, Г. К. Хузина. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. - 128 с.

5. Низамов Р.М. Современные биопрепараты и стимуляторы роста в технологии возделывания подсолнечника на маслосемена Низамов Р.М., Сулейманов С.Р., Сафиоллин Ф.Н., Хисматуллин М.М. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 1 (48). С. 38-40.

6. Шайхутдинов Ф.Ш. Эффективность применения бактериальных удобрений Азотовит и Бактофосфин на серых лесных почвах Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, Ш.Ш. Шайхразиев, С.В. Зубарев, С.Ш.Нуриев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2013. - № 3 (23). - С. 29-34.

7. Файзрахманов Д.И., Сафиоллин Ф.Н., Низамов Р.М. 62 полезных совета по технологии возделывания масличных культур. - Казань: Изд-во Казанского государственного аграрного университета, 2013. - 68 с.

8. Низамов Р.М., Сулейманов С.Р. Эффективность применения биопрепаратов при возделывании ярового рапса на маслосемена в климатических условиях Предкамья в Республике Татарстан // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, 2020, № 1(12). - С. 38-45.

9. Biological systems for the protection of spring rapeseed from pests as a promising direction for a production increase of environmentally friendly and competitive oilseeds in the Republic of Tatarstan / S. Suleimanov, R. Safiollin, N. Loginov, L. Vafina // International Scientific-Practical Conference "Agriculture and

Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021) : Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources, Kazan, 28–29 мая 2021 года. – Kazan: EDP Sciences, 2021. – P. 00177. – DOI 10.1051/bioconf/20213700177.

10. Агиева Г.Н. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве / Г.Н. Агиева, Л.С. Нижегородцева, Р.Ж.К. Диабанкана [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2020. - Т. 15. - № 4(60). - С. 5-9.

11. Сафиоллин Р.Р. Эффективность применения биологических систем питания и защиты подсолнечника от болезней в почвенно-климатических условиях республики татарстан.// Сафиоллин Р.Р. В сборнике: Студенческая наука - аграрному производству. Материалы 80-ой студенческой (региональной) научной конференции. Казань, 2022. С. 247-256.

12. Файзрахманов Д.И. Концепция развития органического сельского хозяйства Республики Татарстан / Д.И. Файзрахманов, Р.И. Сафин, А.Р. Валиев [и др.]. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. - 88 с.

13. Сафиоллин Ф.Н. Современные проблемы производства масличного сырья в Республике Татарстан и пути их решения / Ф.Н. Сафиоллин, С.Р. Сулейманов, А.А. Ахметзянов, Э.Ф. Исмагилова // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды II Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, Казань, 28-30 мая 2020 года. - Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2020. - С. 280-285.

14. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

15. Файзрахманов, Д. И. Инновационная модель эффективного взаимодействия государственных образовательных учреждений и частного бизнеса внутри отраслевых кластеров / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 4. – № 4(14). – С. 93-96. – EDN KXTZDT.

(С) Сафиоллин Ф.Н., Сулейманов С.Р., 2022

**Суханов Артемий Юрьевич**

*Федеральный исследовательский центр Казанский научный центр  
Российской Академии Наук, Казань  
a.y.suhanov@knc.ru*

**Кунгуров Галим Алимжанович**

*Федеральный исследовательский центр Казанский научный центр  
Российской Академии Наук, Казань*

**Афордоаны Дэниел Мавуена**

*Федеральный исследовательский центр Казанский научный центр  
Российской Академии Наук, Казань  
r.diabankana@knc.ru*

**Валидов Шамиль Завдатович**

*Федеральный исследовательский центр Казанский научный центр  
Российской Академии Наук, Казань  
sh.validov@knc.ru*

## **АНАЛИЗ ГЕНОМА И ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ ШТАММА PSEUDOMONAS PUTIDA PCL1760 В ПРОМЫШЛЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ**

**Аннотация:** Штамм *Pseudomonas putida* PCL1760 изначально был обнаружен в ризосфере и рассматривался как препарат биозащиты растений. Однако в этой работе мы рассмотрим, как удаление нескольких генов, отвечающих за подвижность, закрепление на субстрате и формирование биопленок, может сделать его применимым и в промышленной биотехнологии.

**Ключевые слова:** *Pseudomonas*, промышленная биотехнология

**Artemiy Y. Sukhanov**

*Federal Research Center of Russian Academia of Science  
Kazan, Russia  
a.y.suhanov@knc.ru*

**Galim A. Kungurov**

*Federal Research Center of Russian Academia of Science  
Kazan, Russia*

**Afordoanyi Daniel Mawuena**

*Federal Research Center of Russian Academia of Science  
Kazan, Russia  
r.diabankana@knc.ru*

**Shamil Z. Validov**

*Federal Research Center of Russian Academia of Science  
Kazan, Russia*

## GENOME ANALYSIS AND POTENTIAL APPLICATION OF STRAIN *PSEUDOMONAS PUTIDA* PCL 1760 IN INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGY

**Abstract:** *Pseudomonas putida* PCL1760 strain has been founded in rhizosphere at first and considered as an agent of biosecurity of plant. However, in this article we will consider, how deletion of several genes, responsible of mobility, attachment to the substrate and biofilm forming, may made it useful in industrial biotechnology too.

**Keyword:** *Pseudomonas*, industrial biotechnology

*Pseudomonas putida* PCL 1760 – штамм, обнаруженный в ризосфере авокадо. Было показано, что он может бороться с корневой гнилью томата, вызываемой *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* ZUM2407 по механизму конкуренции за питательные вещества и ниши (CNN – competition for nutrients and niches) и имеет потенциал к применению как препарат биозащиты растений [1]. Позже было показано, что это единственный механизм защиты растений, связанный с сидерофорами. Кроме того, PCL 1760 является конкурентоспособным с точки зрения устойчивости к антибиотикам и иммунитета, и может использоваться не только в сельском хозяйстве, но и в биотехнологии как модельный штамм [2].

Еще одним важным преимуществом является меньший размер генома (6002785 п.н., GenBank CP099727) по сравнению с ближайшим его аналогом, *P. putida* KT2440 (6181873 п.н., GenBank AE015451), что облегчает генетические манипуляции.

В этой работе рассматривается использование *Pseudomonas putida* PCL1760 в качестве промышленного штамма и оптимизация его генома для этих задач. Принципиальным отличием штамма, культивируемого в биореакторе, от культуры в биопреparate, является отсутствие необходимости подвижности клеток. Для этого мы решили удалить три ключевых гена, отвечающих за формирование жгутиков и пилей, а также за образование биопленок. Все это позволит более эффективно выращивать культуру в реакторе.

Ключевым геном, отвечающим за формирование жгутиков у *P. putida* является *flhA* [3]. Белки семейства *flg* формируют базальное тело жгутика, L- и P- кольца, сам жгутик (Рис. 1). Второе важное семейство белков – *fli*, формирующие C- и MS- кольца и флагеллиновые филаменты жгутика. Однако, формирование полноценного жгутика невозможно без *flhA* и *flhB*, которые являются экспортными белками и регулируют синтез всех остальных белковых структур. Удаление этого гена лишит клетку возможности образовать полноценный жгутик.

Для блокировки формирования пилей мы удалили ген белка *pilQ*. Он образует во внешней мембране клетки пору, сквозь которую проходит образующийся пиль [4, 5]. При этом, работа всей остальной системы не нарушается, однако процесс останавливается естественным образом. Блокировка образование пилей дает сразу несколько преимуществ: клетки внутри одной культуры перестают бесконтрольно обмениваться генетическим материалом, лишаются возможности закрепляться на субстрате и частично защищены от прикрепления бактериофагов.

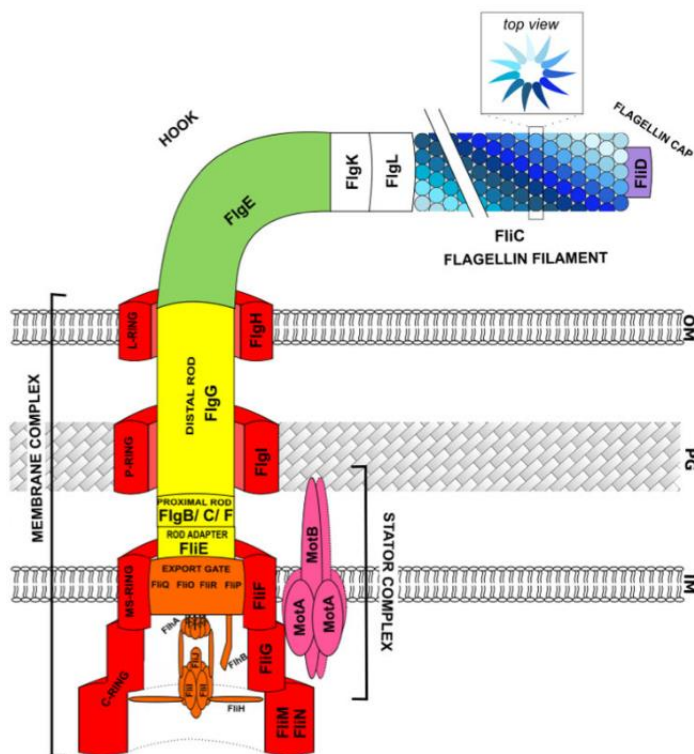


Рис. 1. Схематичное изображение жгутикового аппарата *Pseudomonas* [3]

Удаление генов, отвечающих за образование жгутиков и пилей также позволяет оптимизировать работу клетки как синтетической машины. В биореакторе пили и жгутики будут постоянно повреждаться при перемешивании, а клетки будут пытаться их восстановить, что будет снижать общую эффективность работы такой установки. Нашей задачей было создание максимально оптимизированной системы.

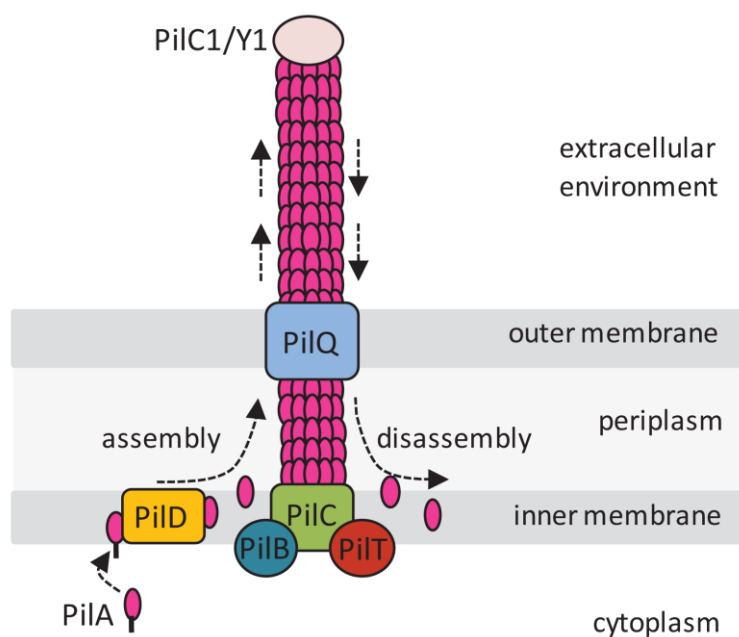


Рис.2. Схема образования пилы [5]

Третий ген, который мы удалили – *algA*. Он отвечает за формирование альгинатных биопленок. При культивировании в биореакторе они не будут приносить никакой пользы, более того, оседание клеток на стенки будет снижать эффективность их питания, а следовательно, и синтеза целевого продукта. Помимо альгинатных биопленок есть еще две системы: *Pel*, сопряженная с синтезом целлюлозы, и *Psl*, связанная с изопренами. Однако в нашем случае их влияние менее значительно по сравнению с альгинатами.

*AlgA* является первым белком системе синтеза альгинатов (Рис. 3) и его делетирование останавливает образование субстрата для следующих этапов синтеза.

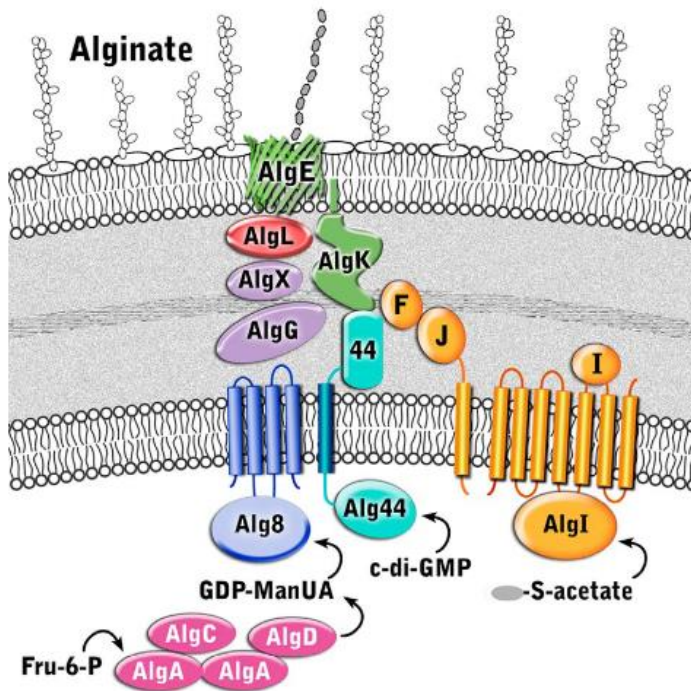


Рис. 3. Схема синтеза внеклеточных альгинатов [6]

Таким образом, удаление целевых генов позволяет прервать образование биопленок, жгутиков и пилей на самых ранних этапах, а значит, минимизирует количество необходимых генетических манипуляций.

### Материалы и методы

Для делетирования целевых генов из генома *P. putida* PCL1760 использовался метод гомологичной рекомбинации. Нами были разработаны две пары праймеров к каждому гену: амплифицирующие ген с фланками по 1000 п.н. с каждой стороны, и амплифицирующие фланки с плазмидой без гена. Таким образом, в культуре *E. coli* DH5α мы получили плазмиды pU19 с фланками гена.

Участок с фланками был перенесен в плазмиду pK18mobsac, разработанную для псевдомонад [7]. Трансформация *Pseudomonas* производилась конъюгативным методом, при их совместном культивировании в жидкой среде вместе с трансформированными клетками *E. coli* S17-1. Селекция мутантов проходила на среде с ампициллином и канамицином на первой стадии, когда отбираются первичные трансформанты. Отбор клеток, у которых прошла рекомбинация проходит при культивировании на среде с 10% сахарозой. Клетки, в которых рекомбинация не прошла, элиминируются за счет присутствия в векторе негативного селективного маркера.

Проверка полученных мутантов проводилась с помощью ПЦР с лизатами культуры и тестовыми праймерами, амплифицирующими фрагмент от середины до середины фланка (Рис. 4).

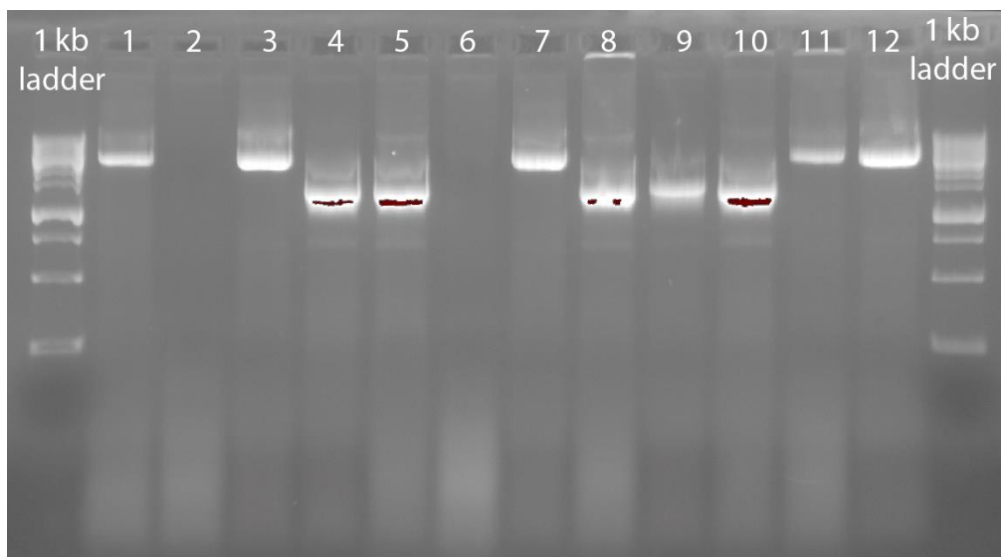


Рис. 4. Пример фореза после ПЦР с тестовыми праймерами для мутантного штамма. Колонии № 4, 5, 8, 10 показывают амплификацию фрагмента длиной около 1000 п. н., что соответствует фланкам без гена (отмечены темным). Фрагмент с геном имеет длину около 2500-3000 п. н.

Для полученных мутантов будет проведен биоконтроль на проростках томата и оценена степень защиты от заражения *Fusarium*. Предполагается, что мутантный штамм с ограниченной подвижностью покажет худший результат по сравнению с диким штаммом. А исходя из того, что защита работает по принципу конкуренции за питательные вещества и ниши, можно предположить, что мутант не сможет конкурировать с диким типом и будет им вытеснен в случае утечки в природу [8-11].

### Результаты

Полученные штаммы, лишённые возможности перемещаться, образовывать биопленки и неконкурентоспособные в дикой природе, могут использоваться в промышленности. Как мы уже говорили, *P. putida* PCL1760 обладает сравнительно небольшим геномом и для нее уже была показана легкость трансформации до четырех плазмид. Таким образом, в следующих работах мы будем использовать мутантную культуру для дальнейшей трансформации с целью получения потенциально промышленных ферментных систем.

### Благодарности

Настоящая работа была выполнена при поддержке Министерства Науки и Высшего образования Российской Федерации в рамках проекта «Генетическая технология конструирования искусственных консорциумов микроорганизмов для создания биопрепаратов в растениеводстве», соглашение № 075-15-2021-1395 от «25» октября 2021 г. Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на 2019-2027 годы от 18 октября 2021 г. № 2021-1930-ФП5-0010/4



## Литература

1. Validov, S. (2007) Biocontrol of tomato foot and root rot by *Pseudomonas* bacteria in stonewool.
2. Afordoanyi, D.M. (2022) Genomic Features of *Pseudomonas putida* PCL1760: A Biocontrol Agent Acting via Competition for Nutrient and Niche. / Diabankana, R.G.C.; Miftakhov, A.K.; Kuchaev, E.S.; Validov, S.Z. // Appl. Microbiol., 2, 749–765.
3. Bouteiller, M. (2021) *Pseudomonas* Flagella: Generalities and Specificities. / Dupont, C.; Bourigault, Y.; Latour, X.; Barbey et al. // Int. J. Mol. Sci., 22, 3337.
4. Leighton, T.L., (2015) *Pseudomonas aeruginosa* type IV pili. / Buensuceso, R.N.C., Howell, P.L., Burrows, L.L. // Environ Microbiol., 17: 4148-4163.
5. Burdman, S. (2011) Involvement of Type IV Pili in Pathogenicity of Plant Pathogenic Bacteria. / Bahar, O.; Parker, J.K.; De La Fuente, L. // Genes., 2(4):706-735.
6. Franklin, M.J. (2011) Biosynthesis of the *Pseudomonas aeruginosa* Extracellular Polysaccharides, Alginate, Pel, and Psl. / Nivens D.E., Weadge J.T., Howell P.L. // Front Microbiol., 22; 2:167.
7. Kvitko, B.H. (2011) Construction of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* DC3000 Mutant and Polymutant Strains. / Collmer A. // Methods Mol Biol., 712:109-28.
8. Файзрахманов, Д. И. Инновационная модель эффективного взаимодействия государственных образовательных учреждений и частного бизнеса внутри отраслевых кластеров / Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 4. – № 4(14). – С. 93-96. – EDN KXTZDT.
9. Валиев, А. Р. Агротехническая оценка нового способа безотвальной обработки эрозивно-опасных почв / А. Р. Валиев, Ю. И. Матяшин, Р. И. Сафин // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 9. – С. 56-58. – EDN MVUSRL.
10. Биологическая защита растений от стрессов / Л. З. Каримова, В. А. Колесар, Р. И. Сафин, Г. К. Хузина. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2020. – 128 с. – ISBN 978-5-905201-96-7. – EDN RAMJRW.
11. Концепция развития органического сельского хозяйства Республики Татарстан / Д. И. Файзрахманов, Р. И. Сафин, А. Р. Валиев [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2019. – 88 с. – EDN KCRVGS.

© Суханов, Кунгуров, Афордоаньи, Валидов. 2022

**Фатихов Динар Амирович**

*Аспирант*

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

**Идиятов Раиль Булатович**

*Магистр*

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

*Rail\_255@mail.ru*

**Миникаев Рогат Вагизович**

*Доктор сельскохозяйственных наук, доцент*

*Казанский государственный аграрный университет,*

*Казань*

*ragat@mail.ru*

## **СЕВООБОРОТЫ - НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ВНЕДРЕНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

**Аннотация.** Севооборот является основой для обоснованной системы земледелия. Применение остальных агроприемов в системе севооборотов увеличивает их эффективность на 25-30%. Однако в последние годы, с появлением крупных сельскохозяйственных производителей, направленных на получение быстрой прибыли объемы внедрения и использования научно обоснованных севооборотов, снижается. В статье приведены результаты изучения звеньев севооборота и их влияния на урожайность последующих культур и агрофизические условия почвы.

**Ключевые слова:** севооборот, гумус, чистый пар, обработка почвы, урожайность, продуктивность пашни.

***Fatikhov Dinar Amirovich***

*Graduate student*

*Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

***Idiatov Rail Bulatovich***

*Master*

*Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

*Rail\_255@mail.ru*

***Minikaev Rogat Vagizovich***

*Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor*

*Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia*

*ragat@mail.ru*

## CROP ROTATIONS ARE A NECESSARY CONDITION FOR THE INTRODUCTION OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES FOR THE CULTIVATION OF AGRICULTURAL CROPS

**Abstract.** Crop rotation is the basis for a sound farming system. The use of other agricultural methods in the crop rotation system increases their efficiency by 25-30%. However, in recent years, with the emergence of large agricultural producers aimed at obtaining quick profits, the volume of introduction and use of scientifically based crop rotations has been decreasing. The article presents the results of studying the links of crop rotation and their impact on the yield of subsequent crops and agrophysical soil conditions.

**Keywords:** crop rotation, humus, pure steam, tillage, yield, productivity of arable land.

**Введение:** Рыночные отношения в современном мире построены на основе получения максимальной чистой прибыли и окупаемости производства за наименьший отрезок времени. Это привело к тому, что применяемые системы земледелия в сельском хозяйстве довольно слабо решают проблемы экологической устойчивости между окружающей средой и агроценозом и не согласуются с законами природы [1,2].

Научно обоснованный севооборот является опорой для всей системы земледелия [3]. Именно рациональное чередование культур по годам в севообороте поддерживает водно-физическое состояние почвы, замедляет распространение сорных растений, болезней и вредителей [4,5,6]. Необходимость севооборотов складывается еще из того, что при внесении азотных удобрений и создании высокого агротехнического фона создается благоприятные условия для роста и развития сорняков, вредителей и болезней культурных растений [7,8,9].

Многие культуры при их бессменном возделывании и даже при частом возвращении на прежнее место сильно угнетаются своими выделениями, больше поражаются различными болезнями, вызываемыми грибами, бактериями и вирусами. Бессменное возделывание растений приводит к обеднению микробного ценоза в зоне корневой системы и понижает биологическую активность почвы [10].

Севооборот по своему влиянию на почвенную среду сходен с многокомпонентным естественным растительным сообществом, только его действие растянуто во времени. Севообороты с правильным чередованием культур позволяют избегать почвоутомления, сдерживать распространение почти всех болезней сельскохозяйственных растений, а некоторые болезни удается подавлять полностью [11,12].

В современных условиях рациональное использование земельных угодий, защита от эрозии и повышение плодородия почвы, а также урожайности возделываемых культур возможны только при правильной

внутрихозяйственной организации территории с введением системы севооборотов [13-17

**Условия, материалы и методы исследований.** Исследования проводились в полевых условиях Казанского ГАУ на протяжении 30 лет, в период с 1988 по 2018 гг. Почва исследовательского участка -серая лесная среднесуглинистого механического состава. Объектами исследования выступили следующие севообороты:

1. Севооборот с насыщенностью зерновых культур – 50%: Черный пар; озимая рожь; яровая пшеница с подсевом многолетних трав; многолетние травы 1 года пользования; многолетние травы 2 года пользования; озимая пшеница; картофель; овес.

2. Севооборот с насыщенностью зерновых культур – 62,5%: викоовсяная смесь на зеленую массу; озимая рожь; яровая пшеница с подсевом многолетних трав; многолетние травы 1 года пользования; многолетние травы 2 года пользования; озимая пшеница; картофель; овес.

3. Севооборот с насыщенностью зерновых культур – 100%: горох; озимая рожь; пивоваренный ячмень; горох; озимая пшеница; овес.

Севообороты изучались на фоне без несения минеральных удобрений и на высоком агрофоне.

**Анализ и обсуждение результатов.** В результате девятилетнего исследования выявлено, что бессменное размещение культур на неудобренном фоне резко снижает урожайность культур (озимой ржи на 54%, яровой пшеницы на 34%, ячменя на 19%).

Чередование культур сильно изменяло агрофизические свойства почвы. Так при возделывании озимой ржи по викоовсяной смеси снизило плотность пахотного слоя на  $0,03 \text{ г/см}^3$  в период возобновления весенней вегетации и на  $0,04 \text{ г/см}^3$  перед уборкой. Твердость почвы на данном варианте снизилась на  $3,4 \text{ г/см}^3$  в период возобновления весенней вегетации и на  $2,9 \text{ г/см}^3$  перед уборкой, также увеличилась водопроницаемость почвы на 8,5 и 3,3 мм/час.

Наибольшее накопление почвенной влаги происходило на чистом пару. Перед посевом озимых культур содержалось в слое 0-10 см - 16,9мм; в слое 0-100 см - 105мм, тогда как на занятых парах в этот период исследования содержалось 14,9 и 97,5 мм (на викоовсяном поле), 14,2 и 82,7 мм (на горохе). Однако при весеннем возобновлении весенней вегетации все различия по вариантам нивелируются.

В период исследования было выявлено, что урожайность озимой ржи по занятым парам не уступает урожайности по чистому пару (3,7-3,9 т/га), если соблюдены оптимальные условия по увлажнению.

Наиболее экономически эффективны оказались занятые пары, особенно если для них использовалась викоовсяная смесь (30,3- 43,7% в зависимости от фона питания).

**Выводы.** В условиях продолжительного стационарного опыта на серых лесных почвах по чередованию культур можно сделать вывод о том, озимую рожь лучше выращивать в звеньях севооборота после занятого пара (горох или викоовсяная смесь). В зонах с неустойчивым увлажнением озимые культуры рекомендуется выращивать после чистого пара.

### Литература

1. Амиров, М.Ф. Приемы повышения продуктивности посевов различных видов яровой пшеницы в средней полосе лесостепи Поволжья / М.Ф. Амиров, Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов // Наука, технологии, кадры - основы достижений прорывных результатов в АПК: Сборник научно-практических материалов Международной научно-практической конференции, Казань, 26–27 мая 2021 года. – Казань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса», 2021. – С. 194-207.

2. Evaluation of anthropogenic sustainability of agro-gray forest soil in intensive agriculture by change of its biological activity indicators / S. Murtazina, L. Gaffarova, M. Murtazin, A. Saimardanova // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019) : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00235.

3. Миникаев, Р.В. Севооборот как основной фактор рационального использования земель и продуктивности сельскохозяйственных угодий / Р.В. Миникаев // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 29-33.

4. Михайлова, М.Ю. Динамика показателей серых лесных почв в Республике Татарстан / М.Ю. Михайлова // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01–03 июля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 302-307.

5. Гилязов М.Ю. Роль удобрений в повышении устойчивости производства продукции растениеводства / М.Ю. Гилязов // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности. Научные труды международной научно-практической конференции. - Казань: Казанский ГАУ, 2021. -С. 133-140.

6. Амиров М.Ф. Влияние различных биологических агентов на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях серых лесных почв Предкамья РТ / М.Ф. Амиров, И.М. Сержанов, Р.И. Гараев, П.Г. Семенов // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021.
7. Фасхутдинов, Ф.Ш. Применение минеральных удобрений и урожайность зерновых культур на примере Предкамья Республики Татарстан / Ф.Ш. Фасхутдинов // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 62-67.
8. Шайхутдинов Ф.Ш. Влияние различных доз минеральных удобрений на формирование урожая яровой пшеницы сорта Ульяновская 105 в Предкамской зоне Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, А.Р. Сержанова [и др.] // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 187-192.
9. Давлятшин, И.Д. Содержание гумуса и общего азота в почвах лесостепи и дозы азотных удобрений под планируемую урожайность яровой пшеницы / И.Д. Давлятшин, А.А. Лукманов // Агрохимический вестник. – 2020. – № 2. – С. 16-20.
10. Хусаинова, Г.Х. Эффективность комплексной биологизации защиты растений от болезней яровой пшеницы / Г.Х. Хусаинова, Р.И. Сафин // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 294-299.
11. Миникаев, Р.В. Оптимизация системы обработки почвы в условиях агроклиматических рисков Северной части лесостепи Поволжья / Р.В. Миникаев, И.М. Сержанов, Д.А. Фатыхов // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации,

Чувашской АССР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Ивановича Кузнецова (1930-2015 гг). В 2-х частях, Чебоксары, 16 ноября 2020 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2020. – С. 220-230.

12. Ахметзянов, М.Р. Сравнительный анализ продуктивности севооборотов в зависимости от внесения минеральных удобрений, соломы и промежуточного сидерата / М.Р. Ахметзянов, И.П. Таланов // Плодородие. – 2020. – № 3(114). – С. 34-37.

13. Сулейманов С.Р. Мониторинг и приемы повышения плодородия почв Республики Татарстан / С.Р. Сулейманов, Р.М. Низамов, Ф.Н. Сафиоллин, Н.А. Логинов // Плодородие. – 2020. – № 3(114). – С. 23-26.

14. Логинов Н.А. Роль цифровых технологий в сохранении и повышении плодородия почв Республики Татарстан / Н.А. Логинов, С.Р. Сулейманов, Ф.Н. Сафиоллин // Плодородие. – 2020. – № 3(114). – С. 26-28.

15. Шайхутдинов Ф.Ш. Урожайность яровой мягкой пшеницы сорта Ульяновская 105 в зависимости от уровня питания и нормы высева в условиях Предкамья Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, А.Р. Сержанова, Р.И. Гараев // Современные достижения аграрной науки : Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабиновича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 357-361.

16. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» на 2022-2027 годы и на период до 2030 года / А. Р. Валиев, Б. Г. Зиганшин, Ф. Т. Нежметдинова [и др.]. – 2-е изд. дополненное. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2022. – 111 с. – EDN AVTYES.

17. Концепция развития органического сельского хозяйства Республики Татарстан / Д. И. Файзрахманов, Р. И. Сафин, А. Р. Валиев [и др.]. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2019. – 88 с. – EDN KCRVGS.

*(С) Фатихов Д.А., Идиятов Р.Б., Миникаев Р.В., 2022*

**Фролов Михаил**

*Федеральный исследовательский центр Казанский научный центр  
Российской Академии Наук, Казань  
m.frolov@knc.ru*

**Шульга Елена Юрьевна**

*shulga.e.y@yandex.ru*

*Федеральный исследовательский центр Казанский научный центр  
Российской Академии Наук, Казань*

**Афордоаньи Дэниел Мавуена**

*Федеральный исследовательский центр Казанский научный центр  
Российской Академии Наук, Казань  
r.diabankana@knc.ru*

**Валидов Шамиль Завдатович**

*Федеральный исследовательский центр Казанский научный центр  
Российской Академии Наук,  
Казань*

[sh.validov@knc.ru](mailto:sh.validov@knc.ru)

## **ХАРАКТЕРИСТИКА РИЗОСФЕРНЫХ ИЗОЛЯТОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В БИОТЕХНОЛОГИИ**

**Аннотация:** в рамках работы были проанализированы различные ферментативные активности и полезные свойства микроорганизмов с точки зрения возможности применения в биотехнологии. В частности, был рассмотрен синтез таких ферментов как липазы, протеазы, целлюлазы, фитазы и амилазы, а также возможность фиксации атмосферного азота и антагонизм к грибным фитопатогенам. Рассмотрено изменение соотношения микробного почвенного сообщества по проявляемым свойствам с течением жизни растения, на разных стадиях роста культуры рапса.

**Ключевые слова:** микробиология, ризосфера, биотехнология, ферментативная активность, протеаза, фитаза, целлюлаза, липаза, амилаза.

**Frolov Mikhail**

[m.frolov@knc.ru](mailto:m.frolov@knc.ru)

Federal Research Center Kazan Scientific Center of the Russian Academy of  
Sciences, Kazan  
Shulga Elena Yurievna  
shulga.e.y@yandex.ru



Federal Research Center Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Kazan

Afordoagni Daniel Mavuena

Federal Research Center Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Kazan

[r.diabankana@knc.ru](mailto:r.diabankana@knc.ru)

Validov Shamil Zavdatovich

Federal Research Center Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Kazan [sh.validov@knc.ru](mailto:sh.validov@knc.ru)

## CHARACTERISTICS OF RHISOSPHERE ISOLATES FOR APPLICATION IN BIOTECHNOLOGY

**Abstract:** as part of the work, various enzymatic activities and useful properties of microorganisms were analyzed from the point of view of the possibility of application in biotechnology. In particular, the synthesis of enzymes such as lipases, proteases, cellulases, phytases, and amylases was considered, as well as the possibility of fixing atmospheric nitrogen and antagonism to fungal phytopathogens. The change in the ratio of the microbial soil community in terms of properties manifested during the life of the plant, at different stages of rapeseed culture growth, is considered.

**Key words:** microbiology, rhizosphere, biotechnology, enzymatic activity, protease, phytase, cellulase, lipase, amylase.

Почва представляет собой бедную питательную среду с большим разнообразием микроорганизмов, часть из которых можно выделить и культивировать в лабораторных условиях. Видовой состав почвенных микроорганизмов зависит от разных условий: соленость и кислотность почвы, влажность и температура, а также наличием аэрации.

Возможность применения почвенных микроорганизмов в биотехнологической сфере обуславливается разнообразием полезных свойств. В естественных условиях, функция почвенных микроорганизмов заключается в поддержании оптимального питательного режима растений. Так, например, выделяют особую группу азотфиксирующих бактерий, которые способны улавливать атмосферный кислород, синтезируя из него различные соединения белковой природы, а также органические вещества, которые затем может использовать растение. Данное свойство используется при создании биопрепаратов для роста и развития растений [1].

Другой функцией применения почвенных микроорганизмов в биотехнологической сфере является возможность расщепления целлюлозы. Такие организмы называются целлюлозолитическими, и используют в свой жизнедеятельности так называемый целлюлазный комплекс, состоящий как минимум из 3 ферментов: эндо- $\beta$ 1,4-глюканаза,

экзо- $\beta$ -1,4-глюканаза и  $\beta$ -глюкозидаза. Расщепление целлюлозы до простых сахаров, а также воды, углекислого газа и различных органических кислот, может происходить как в аэробных, так и в анаэробных условиях, представителями родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Streptomyces* (аэробный путь), а также *Clostridium*, *Ruminococcus* (анаэробный путь) и многими другими [2].

При скрининге бактериальных изолятов особое внимание уделяется организмам, способным разлагать крахмал и другие гликаны. За это свойство отвечают ферменты амилазы, биохимическое действие которых заключается в расщеплении гликозидной связи внутри молекулы полисахарида, в случае эндоамилаз ( $\alpha$ -амилаза), либо в расщеплении гликозидных связей на не редуцирующем конце цепи, в случае экзоамилаз ( $\beta$ -амилаза). Родовой состав амилотических микроорганизмов включает в себя ранее упомянутых представителей *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, а также *Klebsiella*, *Pyrococcus* и других. Применение в биотехнологической сфере, главным образом, сводится к получению мальтозы, глюкозы, декстринов и других более простых сахаров из крахмала в качестве субстрата. Также следует отметить исследование термостабильных организмов, амилотические ферменты которых могут работать как при низких, так и при высоких температурах [3].

Множество микроорганизмов продуцируют различные протеолитические ферменты, которые делятся на эндопептидазы, которые расщепляют пептидные связи внутри полипептида, и экзопептидазы, которые отщепляют аминокислотные остатки на С- и N-концах полипептидной цепи. Наличие и высокая активность этого фермента может являться маркером для применения в биотехнологии данного микроорганизма в качестве биозащиты от фитопатогенов, так как является одним из механизмов хищничества, - одного из способов защиты растений [4]. Протеолитические ферменты могут оказывать разрушающее воздействие на биопленки патогенных микроорганизмов [5].

Одним из ферментов, который продуцируется микроорганизмами и имеет важное биотехнологическое значение, выступает липаза. Липазы представляют собой ферменты, гидролизующие насыщенные жирные кислоты до более простых соединений, в частности, глицерина. Применение внеклеточных липаз включает в себя нефтяную и пищевую промышленность, а также разработку различных моющих средств. Синтез липаз является одним из механизмов бактерий по получению энергии. Так, образовавшийся в ходе гидролиза липидов и фосфолипидов глицерин подвергается расщеплению, что приводит к образованию молекул АТФ. По некоторым данным, расщепление высокомолекулярной жирной кислоты (пальминовая), приводит к образованию 136 молекул АТФ. Среди видовой разнообразия

микроорганизмов, продуцирующих липазы, можно отметить *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus mycoides*, *Clostridium perfringens*, *Achromobacter lipoliticum* и другие [3].

Для применения в сельском хозяйстве, как в растениеводстве, так и в животноводстве можно использовать микроорганизмы, способные к синтезу фермента фитазы. Этот фермент относится к фосфогидролазам, группа фосфатаз. Его ключевой функцией является расщепление фитиновой кислоты и ее солей гидролитическим путем. В результате получают низшие кислоты, неорганический фосфат, а также высвобождаются катионы из солей, которые затем используются растением. На данный момент известно 3 типа фитаз, отличие которых заключается в гидролизе эфирной связи на разных атомах углерода: третье, пятое и четвертое/шестое положения [6].

Поиск и применение фосфогидролаз имеет важное значение в животноводстве. Сельскохозяйственные животные, включая птиц, не имеют способности к синтезу эндогенной фитазы, вследствие чего значительно снижается их способность усваивать различные питательные вещества из корма. Исследования показывают, что применение микробной фитазы увеличивает биодоступность фосфора, кальция и ряда металлов [7].

В качестве объекта исследования была выбрана прикорневая зона рапса (*Brassica napus*) на разных стадиях развития растения: семядоли, бутонизация и молочная спелость. Выделение проводилось методом смыва почвенных образцов в стерильном фосфатном буфере с дальнейшим высевом на питательную среду КБ [8]. Полученные бактериальные изоляты высаживались на аналитические среды для определения наличия ферментативных свойств. Ферментативные активности бактериальных изолятов с выделенными зонами, показывающими наличие фермента, представлено на рисунке 1.

Так, определение фермента амилазы проводилось на среде, описанной в [9] при 30 °С в течение трех дней. После окрашивания раствором трийодида калия вокруг микроорганизмов, продуцирующих амилазу, и, как следствие разлагающих крахмал, образуется светлая зона (рис. 1а).

О наличии у микроорганизмов фермента липазы можно судить по образованию свободных жирных кислот, высвобождаемых в результате работы фермента (рис. 1б) на питательной среде с добавлением Tween 80 в качестве субстрата при тех же условиях инкубации [10].

Возможность фиксации атмосферного азота (рис. 1е) в аэробных условиях определяется высевом бактериальных изолятов на среду Йенсена [10]. Культивирование изолятов происходило при 30 °С в течение 3 суток. В результате было установлено, что способность на слабый рост на среде без источников азота характерна для многих изолятов, выделенных из ризосферы рапса.

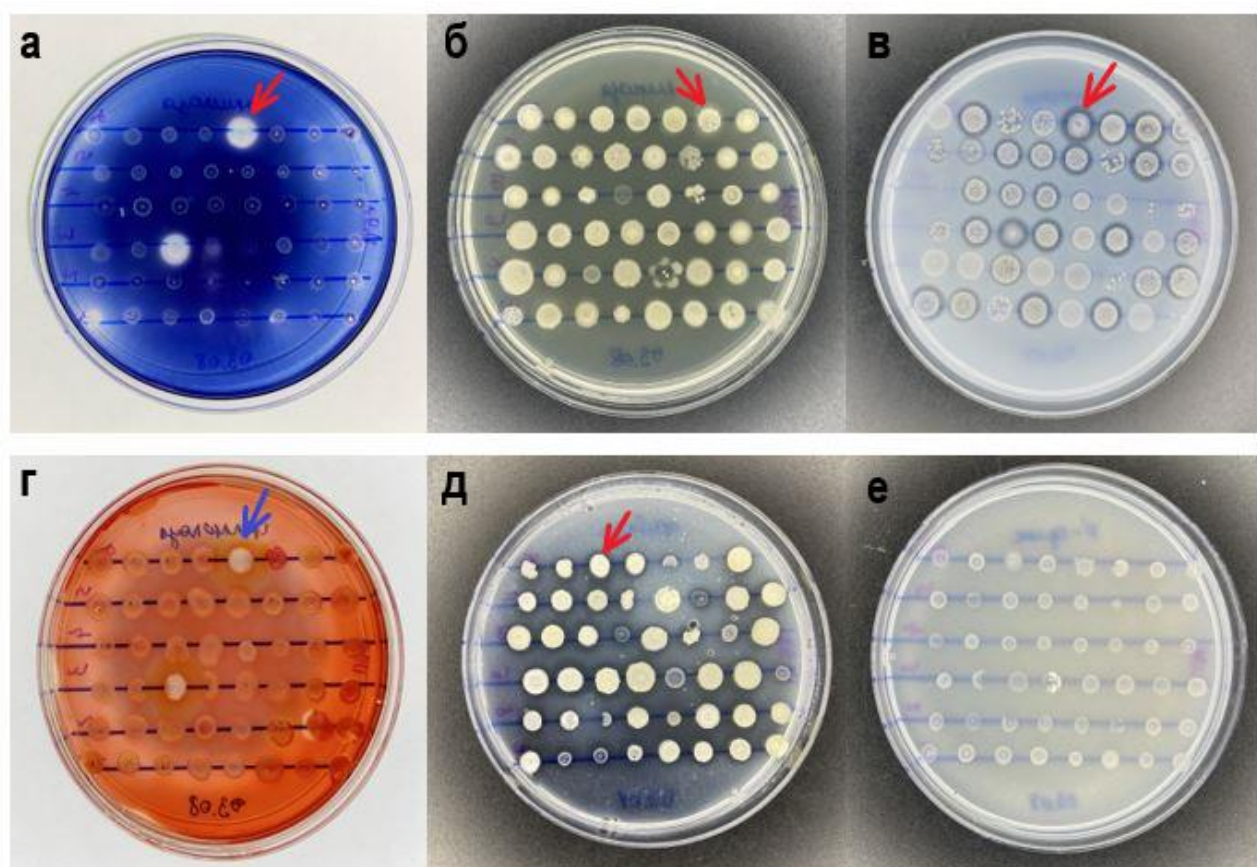


Рис. 1. Ферментативные активности бактериальных изолятов, выделенных из прикорневой зоны рапса в стадии бутонизации а – амилаза, б – липаза, в – протеаза, г – целлюлаза, д – фитаза, е – фиксация азота

Скрининг изолятов на наличие протеаз, целлюлаз и фитаз проводили методом высева на минимальную среду с добавлением молочного белка (1% сухое молоко), карбоксиметилцеллюлозы (1%) и фитата кальция (1%) соответственно. Инкубация изолятов происходила в течение 24 часов при 30 °С в случае протеазы и фитазы, и 3 суток при 30°С в случае целлюлазы [11]. О наличии и величине протеолитической (рис. 1в) и фитазной (рис. 1д) активности можно судить по образованию прозрачных зон вокруг бактериальных изолятов. Наличие целлюлазной (рис. 1г) активности определяется после окрашивания раствором Конго красного.

Статистическая обработка данных включала в себя распределение и изменение количества изолятов, проявляющих те или иные виды ферментативных активностей (один изолят мог проявлять несколько видов ферментативных активностей). Всего было отобрано по 95 бактериальных изолятов прикорневой зоны рапса на каждой из трех выбранных стадий развития. Результаты обработки приведены на рисунке 2.

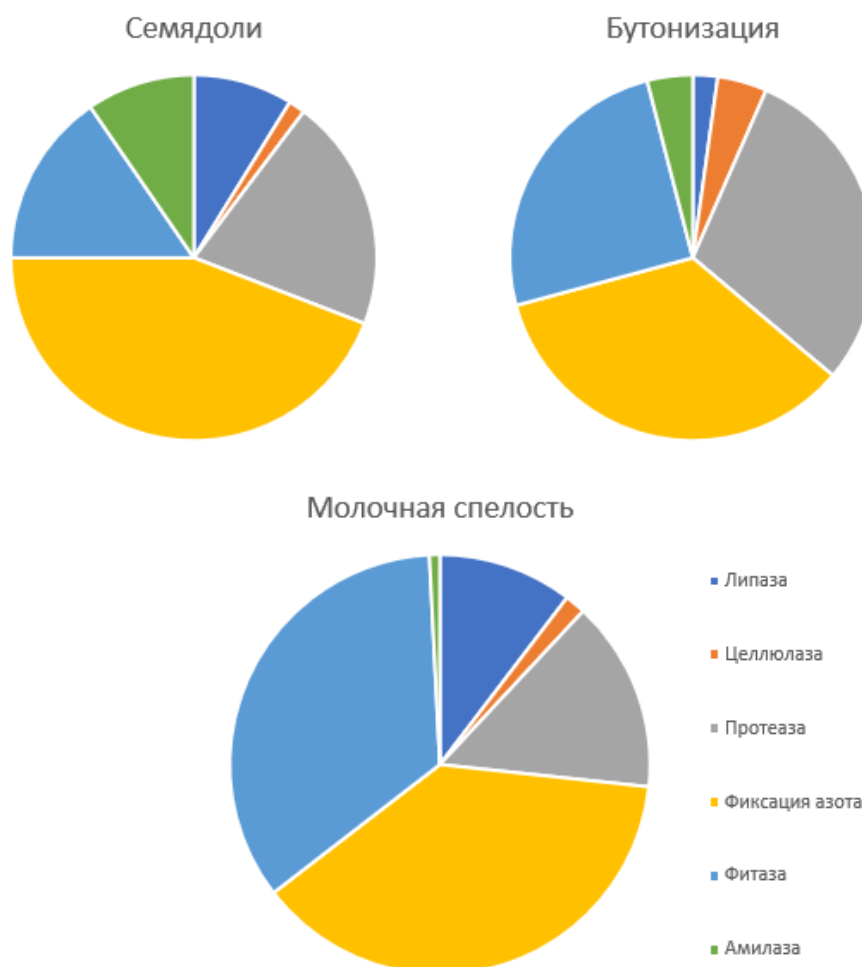


Рис. 2 – Встречаемость бактериальных изолятов с различными ферментативными активностями в прикорневой зоне рапса.

Помимо вышеописанных свойств, ряд микроорганизмов способен к продуцированию фермента хитиназы, который расщепляет биополимер хитин, основной компонент клеточной стенки грибов и экзоскелета ряда беспозвоночных животных. Наличие этого фермента косвенно указывает на возможность антагонистической активности к фитопатогенным грибам. В работе рассматривался прямой антагонизм к таким грибным фитопатогенам как *Fusarium oxysporum* и *Alternaria alternata*.

Методика определения возможности подавления бактериальными изолятами грибных фитопатогенов заключалась в следующем: на картофельно-декстрозный агар (PDA) наносилось по 2 мкл бактериальной и грибной суспензий в виде решетки. Результат оценивался по зоне подавления (рис. 3а и 3б) через трое суток при температуре инкубирования 30 °С.



Рис. 3 – Антагонистическая активность бактериальных изолятов по отношению к грибным фитопатогенам *Fusarium oxysporum* (а) и *Alternaria alternata* (б)

#### **Заключение**

Почва представляет собой бедную среду для роста бактерий, поэтому необходимость конкурировать за экологические ниши, приводит к широкому разнообразию синтезируемых экзоферментов, полезных, как в агробиотехнологии, так и в промышленной биотехнологии.

При выделении ризосферных изолятов из прикорневой зоны рапса на разных стадиях роста растения наблюдается изменение количества изолятов, обладающих теми или иными ферментативными активностями, что является результатом изменений физиологии растения-хозяина, предоставляющего те или иные питательные вещества, бактериям-колонизаторам. Следует отметить количество изолятов, обладающих протеазной активностью, приходится на фазу бутонизации, когда количество корневых экссудатов, содержащих белки максимально.

В тоже время, наблюдается значительное количество изолятов, выделяющих фитазы, что может быть связано с селективным преимуществом для бактерий увеличивающих биодоступность фосфора.

#### **Благодарности**

Настоящая работа была выполнена при поддержке Министерства Науки и Высшего образования Российской Федерации в рамках проекта «Генетическая технология конструирования искусственных консорциумов микроорганизмов для создания биопрепаратов в растениеводстве», соглашение № 075-15-2021-1395 от «25» октября 2021 г. Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на 2019-2027 годы от 18 октября 2021 г. № 2021-1930-ФП5-0010/4

## Литература

1. Казакова, Н.А. Функциональное разнообразие почвенных микроорганизмов / Н.А. Казакова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. – №1. – С. 27-29.
2. Ramesh C. Kasana Cellulases from psychrophilic microorganisms: a review / Ramesh C. Kasana, Arvind Gulati // Journal of Basic Microbiology. – 2011. - №51. – С. 572-579.
3. Лекции по курсу «Физиология микроорганизмов». Лектор доцент Лысак В.В.: сайт. – URL: <http://www.bio.bsu.by> (дата обращения: 01.11.2022). – Текст: электронный.
4. Novel Method for the Quantitative Analysis of Protease Activity: The Casein Plate Method and Its Applications / Xin Zhang, Yao Shuai, Han Tao, Laping He // ACS Omega. – 2021. – №5 – С. 3675-3680.
5. Kim, M. J. Enzymatic inactivation of pathogenic and nonpathogenic bacteria in biofilms in combination with chlorine / M. J. Kim, E. S. Lim, J. S. Kim // Journal of food protection. – 2019. – №. 4. – С. 605-614.
6. Kumar, V. Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition: A review / V. Kumar, A.K. Sihna, H.P.S. Makkar, K. Becker // Food chemistry. – 2010. – №. 4. – С. 945-959.
7. Haefner, S. Biotechnological production and applications of phytases / S. Haefner, A. Knietsch, E. Scholten [at all.] // Applied microbiology and biotechnology. – 2005. – №. 5. – С. 588-597.
8. King, E. O. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescein / E.O. King, M.K. Ward, D.E. Raney // The Journal of laboratory and clinical medicine. – 1954. – №. 2. – С. 301-307.
9. Production, optimization and partial characterization of thermostable and alkaline amylase from *Bacillus licheniformis* KSU-6 / K. Nithya, C. Muthukumar, D. Dharumadurai [at all.] // International Journal of Agriculture and Biology. – 2016. – №. 6.
10. Corbellini, V. A. Comparison of lipolytic activity of *Sporothrix schenckii* strains utilizing olive oil-Rhodamine B and tween 80 / V.A. Corbellini, M. Carissimi, C.D.O. Stopiglia, T.F. Souza // Tecno-lógica. – 2007. - №1-2. – С. 33-36.
11. Diabankana R. G. C. et al. Genetic Characteristics and Enzymatic Activities of *Bacillus velezensis* KS04AU as a Stable Biocontrol Agent against Phytopathogens // International Journal of Plant Biology. – 2022. – Т. 13. – №. 3. – С. 201-222.

(С) Фролов М., Шульга Е.Ю., Афордоаньи Д.М., Валидов Ш.З., 2022

**Халиуллина Зульфия Мусавиховна**  
Кандидат химических наук, доцент  
Казанский государственный аграрный университет, Казань  
[khaliullinaz@mail.ru](mailto:khaliullinaz@mail.ru)

**Шадрина Елизавета Дмитриевна**  
Студент  
Казанский Государственный Аграрный Университет, Казань

## **КАК СДЕЛАТЬ СЫР И НЕ НАВРЕДИТЬ ПРИРОДЕ? ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО СЫРА ФЕТА В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ**

### **Аннотация:**

В данной работе оглашаются результаты проверки на возможность приготовления сыра Фета в домашних условиях из свежего коровьего молока, результаты качественного анализа сыра в лабораторных условиях, результаты голосования при дегустации, а также сама рецептура продукта.

**Ключевые слова:** производство сыра, сыр Фета, рецептура, способ приготовления, органолептические свойства.

**Khaliullina Zulfiya Musavikhovna**  
Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor  
Kazan State Agrarian University, Kazan  
[khaliullinaz@mail.ru](mailto:khaliullinaz@mail.ru)

**Shadrina Elizaveta Dmitrievna**  
Student Kazan State Agrarian University, Kazan

## **HOW TO MAKE CHEESE AND NOT HARM THE NATURE? TECHNOLOGY OF COOKING ENVIRONMENTALLY FRIENDLY FETA CHEESE IN HOME CONDITIONS**

**Annotation:** This paper announces the results of a test for the possibility of making Feta cheese at home from fresh cow's milk, the results of a qualitative analysis of the cheese in the laboratory, the results of voting during the tasting, as well as the recipe of the product itself.

**Key words:** cheese production, Feta cheese, recipe, preparation method, organoleptic properties.



Фета – традиционный греческий сыр белого, или слегка бежевого цвета, имеет ярко выраженный солёный вкус и плотную, но рассыпчатую структуру. Достаточно сытный продукт с жирностью в 30-60%. Готовится на основе овечьего молока, часто с добавлением козьего, однако способов приготовления данного продукта существует очень много.

В процессе готовки используется бактериальная закваска из микроорганизмов – пробиотических культур, обогащающих сыр. Они, в свою очередь, могут избавить человека от пищевых отравлений, листериоза, патогенной флоры кишечника. Кроме того, в составе греческого сыра Фета обнаружена аминокислота триптофан, помогающая выработке серотонина (гормона счастья), повышающая иммунитет, работоспособность, и нормализующая сон.

В чем польза сыра Фета:

- нормализация работы щитовидной железы;
- улучшение защитных функций иммунной системы вследствие ускорения выработки антител и эритроцитов;
- укрепление костной ткани, улучшение состояния зубов, волос и ногтей, регулирование артериального давления
- стабилизация работы нервной системы и повышение работоспособности;
- ускорение обменных и метаболических процессов;
- профилактика камнеобразования в почках;
- антиоксидантный эффект;
- защита организма от преждевременного старения;
- устранение симптомов пищевого отравления и дисбактериоза за счет содержащихся в составе кисломолочных бактерий и пробиотиков;
- эффективен от головных болей и мигреней

Как и любой другой продукт, сыр фета имеет свои недостатки:

- содержит большое количество соли из-за постоянного пребывания в концентрированном растворе, из-за чего провоцируется развитие заболеваний сердца, гипертонии, перегружаются почки, сужаются сосуды;
- при чрезмерном употреблении (более 400 грамм в день) сыра человек начинает испытывать сильную жажду, появляется отдышка и так называемой «апельсиновой корки» на проблемных местах из-за задержки воды в организме;
- имеются противопоказания: ишемическая болезнь сердца, стенокардия, сахарный диабет 2 типа, артрит, предрасположенность к ожирению, аллергия на кисломолочные продукты, заболевания ЖКТ, почек, артериальная гипертензия.

Основной отраслью молочной промышленности является сыр, который получается в результате переработки цельного и обезжиренного молока. Такое производства сыра можно повторить в домашних условиях. Поэтому мы решили приготовить домашний сыр Фета, затратив на это

минимальное количество продуктов и немного усилий, проводя параллельно ряд исследований и рассчитывая его себестоимость. Цена домашнего сыра на рынке варьируется от 2000 рублей за 1 килограмм.

В своем эксперименте мы используем рецепт с использованием фермерского непастеризованного коровьего молока, закваски и сычужного фермента.

Продукты, необходимые для изготовления сыра Фета:

- Молоко коровье - 2 литра (свежее, непастеризованное);
- Закваска - Концентрат бактериальный лиофилизированный;
- Сычужный фермент - mikrobial meito rennet.

Приготовление сыра происходит путем сгущения сырной массы с помощью закваски и сычужного фермента. В качестве сырья для получения сгустка из сырной массы в лабораторных условиях использовалось 2 литра непастеризованного коровьего молока, нагретого до 35°C. К нему добавили 0.28 г закваски (Концентрат бактериальный лиофилизированный) и оставили на 30 минут, поддерживая изначальную температуру. По истечении времени к молоку добавили 0,02 г сычужного фермента (mikrobial meito rennet), разведенного в кипяченой воде, оставив на 1 час. Под действием сычужного фермента молоко сворачивается и меняет консистенцию, переходя из жидкого состояния в полутвердое. За это время образуется необходимый нам сгусток сырной массы. Теперь полученную сырную массу необходимо нарезать на мелкие кубики, приблизительно 3 на 3 сантиметра, и в течении 30 минут на паровой бане прогреть. Затем кубики необходимо перелить в сито с марлей, отделяя таким образом сырную массу от сыворотки. Сырную массу отжать, завернуть в несколько слоев сухой чистой марли и подвязать, оставить в холодильнике для самостоятельного прессования на сутки.

Следующий день – день приготовления рассола и начала просаливания сыра. К 0,5 л кипяченой воды добавили 50 г поваренной соли и 2 г хлористого кальция, сырную массу разрезали на кубики размером 5-10 см и, поместив в рассол, оставили для просаливания на три дня.

Характеристика показателя органолептических свойств

Таблица 1 – Органолептические свойства сыра Фета по ГОСТ 33630-2015.

Внешний вид	Вкус и запах	Консистенция	Рисунок	Цвет
Корки не имеет; Наружный слой не уплотненный, поверхность со следами серпянки.	Умеренно выраженный сырный вкус; в меру соленый, кисловатый.	Однородная, умеренно плотная, слегка нежная.	Есть наличие небольших глазков.	Белого оттенка.

По истечении времени простаивания кубиков сырной массы в рассоле, был проведен ряд исследований для изучения

органолептических свойств приготовленного нами сыра, а также его титруемой и активной кислотности, сухой массы вещества.

#### Определение массы сухого вещества.

Для определения массы сухого вещества необходимо взвесить 5 г сыра в чашке Петри, и измельчив любым удобным способом, равномерно распределить по заранее раскаленному конверту, массой в 1 г. Конверт кладется в прибор для измерения сухого вещества, и по истечении пяти минут, достается, остужается в эксикаторе и повторно взвешивается. Масса конверта с его содержимым составила 3 г. По нашим расчетам масса сухого вещества в сыре составила 40%.

#### Определение титруемой кислотности сыра.

Для определения титруемой кислотности сыра необходимо взвесить 5 г исследуемого продукта и, поместив в фарфоровую ступку, тщательно растереть, вливая при этом постепенно 50 мл дистиллированной воды температурой в 35-40 градусов. В эту смесь необходимо прикапать 3 капельки фенолфталеина и оттитровать 3,8 мл раствора гидроксида натрия, добиваясь появления слабо-розовой окраски, не изменяющейся в течении 1 минуты. Количество щелочи в 50 мл получаемого раствора умножили на 20(коэффициент), и получили кислотность равную 77.

Таблица 2 – Значения показателей титруемой кислотности по ГОСТ 32892-2014.

Номер пробы	Показатель NaOH
Проба №1	3,8
Проба №2	3,9

#### Определение активной кислотности (pH).

Для определения активной кислотности сыра, отвесили 5 г от его общей массы, измельчили, в полученную массу погрузили индикатор для измерения кислотности. Одновременно точно такой же индикатор погружаем в дистиллированную воду. Кислотность воды приблизительно равна к 0, а кислотность исследуемого продукта получилась около 5, из чего следовало, что сыр Фета обладает кислой средой.

Таблица № 3 – Результаты определения активной кислотности по ГОСТ 3626-73.

Образцы	pH
Проба №1	5
Проба №2	5

Далее были проведены мероприятия по опросу среди студентов и преподавателей Института Агробиотехнологий и Землепользования,

посетителям которого был продегустирован сыр Фета, изготовленный по нашему рецепту, и вот какие результаты опроса были получены:

Таблица 4 – Результаты опроса.

Цвет (макс. 56 б.)	Вкус и запах (макс. 45 б.)	Консистенция (макс. 25 б.)	Рисунок (макс. 10 б.)	Внешний вид (макс. 10 б.)
5	44	24	10	9
5	45	24	10	10
5	40	22	9	9
5	38	25	8	10
4	40	20	7	7
4	35	18	8	6
5	43	22	9	10
4	40	23	10	10
5	45	24	10	10
4	40	24	9	9

Результаты нашего эксперимента таковы: проведенные лабораторные исследования показали, что сыр Фета возможен в приготовлении в домашних условиях. А результаты опроса показали, что домашний сыр пригоден для употребления в пищу и не имеет каких-либо отклонений.

### Литература

1. Всё о сыроделии: лучшие сыры мира своими руками / автор-составитель - Ольга Лазарева. - Изд. 2-е. - Москва : ИП Вырупаева И. А., 2020. - 207 с.
2. Технология молока и молочных продуктов. Сыроделие: учебное пособие / И.А. Смирнова; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2014. - 132 с.
3. Основы домашнего сыроделия/ А. В. Матвеевко. - 2-е изд. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2019. - 123 с.
4. ГОСТ 26809 – 86 «Молоко и молочные продукты. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу» Технические условия, - Введ. 1987- 01-01.– М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1986. – 10 с.
5. Халиуллина З.М. Использование шиповника в технологии производства йогурта / Ахметзянова Р.Р. В сборнике: научные инновации в развитии отраслей АПК. Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. 2020. С.184-187.
6. Всё о сыроделии: лучшие сыры мира своими руками / автор-составитель - Ольга Лазарева. - Изд. 2-е. - Москва : ИП Вырупаева И. А., 2020. - 207 с.

7. Технология молока и молочных продуктов. Сыроделие: учебное пособие / И.А. Смирнова; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2014. - 132 с.
8. Основы домашнего сыроделия/ А. В. Матвеевко. - 2-е изд. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2019. - 123 с.
9. Безопасность пищевого сырья / Н.Б. Ордина. - Белгород: Изд-во Белгородского ГАУ, 2018. - 86 с.
10. Современное сыроделие для всех / Павел Чечулин. - Москва : ХлебСоль, 2020. - 172 с.
11. Технология переработки сельскохозяйственного сырья: сборник научных трудов по материалам Национально научно-практической конференции. 29 марта 2018г. / ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. - Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА
12. ГОСТ 26809 – 86 «Молоко и молочные продукты. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу» Технические условия, - Введ. 1987- 01-01.– М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1986. – 10 с.
13. ГОСТ 3624-92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности» Технические условия. - Введ. 1994- 01.01.– М.: Госстандарт России :Изд-во стандартов, 1992. – 8 с.
14. ГОСТ 3625-84 Молоко и молочные продукты. Методы определения кислотности» Технические условия, - Введ. 1985-30.06.– М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1984. – 2-6 с.
15. Состояние молочной промышленности России./Переработка молока. -2009.-№12.-с 28.
16. Интернет источник:  
[<https://www.dokipedia.ru/document/5350265?pid=356>]
17. Хайрутдинова З.Р. Разработка технологии приготовления сыра с паприкой / Ахметзянова Р.Р., Халиуллина З.М. В сборнике: Обеспечение устойчивого и биобезопасного развития АПК. Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция 27-28 апреля 2022 г; г. Нальчик. С. 167-169.
18. Щербакова Е.А. Пищевые добавки. Что такое «Е» и с чем его едят? / Павлова О.А., Ахметзянова Р.Р. В сборнике: Обеспечение устойчивого и биобезопасного развития АПК. Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция 27-28 апреля 2022 г; г. Нальчик. С. 182-184

(С) Халиуллина З.М., Щадрина Е.Д., 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр
<b>Абрамова А.А.</b> Оценка воздействия применения обработки семян биопрепаратами на микробиом корней яровой пшеницы в течение трех сезонов возделывания.....	3-9
<b>Амиров М.Ф., Гараев Р.И., Семенов П.Г.</b> Продуктивность и качество яровой пшеницы в зависимости от обработки различными биологическими агентами в условиях Предкамья РТ.....	11-17
<b>Амиров М.Ф., Толочков Д.И., Семенов П.Г., Сафиуллин А.Я.</b> Влияние уровня питания и предпосевной обработки семян на урожайность яровой пшеницы.....	18-25
<b>Амиров М.Ф., Гараев Р.И., Семенов П.Г., Толочков Д.И.</b> Отзывчивость яровой пшеницы на использование биологических препаратов в условиях серых лесных почв Предкамья Республики Татарстан.....	26-33
<b>Амиров М.Ф., Шайхутдинов Ф.Ш., Сержанов И.М., Семенов П.Г.</b> Влияние минеральных удобрений, обработки семян и гербицида на урожайность яровой пшеницы в условиях Республики Татарстан.....	34-44
<b>Афанасьева Д.С.</b> Особенности роста и развития сортов ярового ячменя в условиях Предкамья Республики Татарстан.....	45-53
<b>Биктагирова Э.И., Фасхутдинов Ф.Ш.</b> Агроэкологическая оценка применения минеральных удобрений на посевах сахарной свеклы в условиях Буинского муниципального района Республики Татарстан.....	54-61
<b>Биктагирова Э.И., Сержанова А.Р.</b> Влияние азотных подкормок на урожайность и качество ярового ячменя в условиях Предволжской зоны Республики Татарстан.....	62-68
<b>Богданова Е.С., Смирнова М.С.</b> Годичная динамика обсеменённости кормовых трав бациллами	69-73
<b>Валиахметов Э.Э., Афордоаньи Д.М., Валидов Ш.З.</b> Генетические методы дифференциации изолятов.....	74-80
<b>Валидов Ш.З.</b> Механизмы биологической защиты растений.....	81-89
<b>Вафин И.Х., Медведев Н.А., Каримов З.Р., Сафин Р.И.</b>	

Эффективность экспериментального органоминерального удобрения с биологическими агентами на яровом ячмене.....	90-96
<b>Габитов Р.Х., Лукманов А.А., Сафиоллин Ф.Н., Сочнева С.В.</b> Влияние агрохимикатов и почвенного покрова Республики Татарстан на устойчивость яровой пшеницы Йолдыз к корневым гнилям и листовым болезням.....	97-105
<b>Габитов Р.Х., Лукманов А.А., Сафиоллин Ф.Н.</b> Влияние минеральных удобрений и агроメリорантов на урожайность зерна гибридной кукурузы Росс 140 в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан.....	106-112
<b>Галаветдинов С.М., Гилязов М.Ю., Лукманов А.А.</b> Урожайность яровой пшеницы в зависимости от основных подкормок и дополнительных листовых подкормок по фазам развития.....	113-119
<b>Гайфуллин И.Х., Ганиев А.С., Халиуллина З.М., Умнов Д.Ю., Галиаскаров И.А.</b> Сравнительная оценка эффективности органических удобрений на основе куриного помета.....	120-126
<b>Ганиев А.С., Халиуллин З.М., Гайфуллин И.Х., Щелчкова А.А.</b> Использование препарата «Мефосфон» для выращивания органической хлебобулочной продукции.....	127-133
<b>Гараев Р.И., Шайхутдинов Ф.Ш., Сержанов И.М., Мухаметшина А.Р.</b> Влияние норм высева яровой пшеницы на урожай и качество зерна в условиях Предкамья Республики Татарстан.....	134-140
<b>Гараев Р.И., Сержанов И.М., Шарипова Р.Т., Шаяхметов Р.Р., Салахутдинов Р.Р.</b> Селекционно-генетический потенциал сортов яровой мягкой пшеницы в Предкамье РТ.....	141-148
<b>Графутдинова К.Р., Гилязов М.Ю., Прищепенко Е.А.</b> Влияние кремнийсодержащей породы на агрохимическую характеристику серой лесной почвы и структуру урожая гречихи.....	149-156
<b>Диабанкана Р.Ж.К., Абрамова А.А., Сафин Р.И.</b> Оценка применения биопрепаратов как элемента углеродного (органического) земледелия.....	157-164
<b>Диабанкана Р.Ж.К., Сафин Р.И., Валидов Ш.З., Афордоаньи Д.М.</b>	165-172

Фенотипическая стабильность микроорганизмов как инструмент оптимизации биоагентов для конкретной экологической ниши, растения и состояния почвы.....	
<b>Зиганшин А.А.</b>	
Влияние некорневых подкормок на количественные и качественные показатели силоса кукурузы.....	173-178
<b>Климова Л.Р., Хайруллина А.Р.</b>	
Влияние структурных элементов растений на формирование качественных показателей плодов и величины урожая сортов гречихи обыкновенной.....	179-185
<b>Колесар В.А.</b>	
Эффективность технологии использования органоминеральных удобрений для улучшения урожайности и фитосанитарного состояния посевов сои обыкновенной в Республике Татарстан.....	186-194
<b>Комиссаров Э.Н., Диабанкана Р.Ж.К., Валидов Ш.З., Афородоаньи Д.М.</b>	
Поиск механизмов, обуславливающих изменчивость специфичности к растению-хозяину у фитопатогенных штаммов <i>fusarium oxysporum</i> .....	195-201
<b>Лукманова А.А., Кадырова Ф.З.</b>	
Отзывчивость сортов яровой пшеницы к некорневым подкормкам и развитие септориоза в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан.....	202-208
<b>Лукманова А.А., Вафин И.Х., Сафин Р.И.</b>	
Использование агрометеорологических данных в прогнозе развития септориоза листьев яровой пшеницы.....	209-215
<b>Михайлова М.Ю.</b>	
Роль цинка для роста и развития кукурузы.....	216-222
<b>Никифорова Л.А., Гаффарова Л.Г.</b>	
Эффективность препарата «Organitn» при возделывании картофеля сорта «Ред Скарлет» .....	223-228
<b>Никифорова Л.А., Гаффарова Л.Г.</b>	
Оценка действия препарата «Organitn» на адаптивность и продуктивность картофеля сорта «регги» в условиях Предкамья РТ.....	229-234
<b>Сабиров Р.М., Бахтияров Р.Р., Гатауллин Н.Р.</b>	
Перспективы возделывания нута в Республики Татарстан.....	235-241
<b>Савдур С.Н., Шарипова Р.Т., Дмитриева П.А.</b>	
Моделирование системы производства биопрепаратов для растениеводства.....	242-248
<b>Сафин Р.И.</b>	
Особенности эндофитных бактерий и их использование в биологической защите растений.....	249-255



<b>Сафиоллин Р.Р., Колесар В.А., Сулейманов С.Р.</b> Разработка и внедрение природоохранных технологий производства подсолнечного масличного сырья в почвенно- климатических условиях Республики Татарстан.....	256-263
<b>Сафиоллин Ф.Н., Сулейманов С.Р.</b> Результаты регистрационных испытаний органоминерального удобрения аминовелл марки стимвелл сет на подсолнечнике.....	264-274
<b>Сулейманов С.Р., Сафиоллин Ф.Н., Арсланов А.И.</b> Влияние перспективных штаммов эндофитных бактерий на содержание сырого жира и валовой сбор растительного масла различных гибридов подсолнечника.....	275-282
<b>Сулейманов С.Р., Сафиоллин Ф.Н.</b> Микробиологическое удобрение биомеч вайп в технологии возделывании подсолнечника на маслосемена на серых лесных почвах Республики Татарстан.....	283-291
<b>Сафиоллин Ф.Н., Сулейманов С.Р.</b> Оценка эффективности перспективных штаммов эндофитных бактерий на различных гибридах подсолнечника.....	292-299
<b>Суханов А.Ю., Кунгуров Г.А., Афородоаньи Д.М., Валидов Ш.М.</b> Анализ генома и потенциал применения штамма <i>pseudomonas</i> <i>PUTIDA</i> PCL1760 в промышленной биотехнологии.....	300-306
<b>Фатихов Д.А., Идиятов Р.Б., Миникаев Р.В.</b> Севообороты - необходимое условие внедрения ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур.....	307-312
<b>Фролов М., Шульга Е.Ю., Афородоаньи Д.М., Валидов Ш.З.</b> Характеристика ризосферных изолятов для применения в биотехнологии.....	313-320
<b>Халиуллина З.М., Щадрин Е.Д.</b> Как сделать сыр и не навредить природе? технология приготовления экологически чистого сыра фета в домашних условиях.....	321-326

Формат 60x84/8 Тираж 200 Подписано к печати 13.12.2022  
Печать офсетная. Усл.п.л. 20,6  
Издательство КГАУ/420015, г. Казань, ул.К. Маркса, 65  
Лицензия на издательскую деятельность код 221 ИД №06342 от 28.11.2001 г.  
Отпечатано в типографии КГАУ  
420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 65  
Казанский государственный аграрный университет