

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К. А. Тимирязева»

# ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РАСТЕНИЙ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ

Сборник научных трудов

Москва, 2025

**УДК 631.52:575.22**

**ББК 28.54:41.3**

**Г 34**

**Редакционная коллегия:**

Е.А. Вертикова, С.С. Баженова, Е.К. Барнашова,  
А.Д. Симагин, А.С. Симагина, Я.Е. Вильховой, В.В. Овсянников

Секретарь редакционной коллегии: А.С. Симагина

**Генетические ресурсы растений и современные методы селекции:**  
международная научная конференция (Москва, 19 ноября 2025 г.): сборник  
научных трудов / под ред. Вертикова Е.А., Баженова С.С., Барнашова Е.К. и др.  
– Москва: РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2025. – 100 с.

В настоящем сборнике приводятся материалы научных трудов  
Международной научной конференции «Генетические ресурсы растений и  
современные методы селекции».

Публикации изложены в авторской редакции с минимальными  
техническими правками.

Сборник предназначен для научных работников, аспирантов, студентов и  
специалистов в области генетики и селекции растений.

**ISBN 978-5-9675-2125-6**

© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский  
государственный аграрный университет –  
МСХА имени К. А. Тимирязева», 2025

© Коллектив авторов, 2025

## **Содержание**

### ***В.В. Овсянников, Е.А. Вертикова***

Селекционная оценка сортов яровой пшеницы в коллекционном питомнике..... 5

### ***Я.Е. Вильховой, Е.А. Вертикова***

Оценка сортообразцов яровой мягкой пшеницы по комплексу хозяйствственно-ценных признаков..... 10

### ***И.Е. Выборных, Е.А. Вертикова, С.С. Баженова***

Оценка качественных признаков коллекции сортообразцов ячменя ярового в условиях Нечерноземья ..... 16

### ***Р.Ф. Иброгимов, Е.А. Вертикова***

Оценка продуктивности и качества зерна сортов сорговых культур в условиях Центрального района Нечерноземной зоны России..... 22

### ***Е.В. Демьяненко, В.В. Трунов, О.И. Шилкина***

Изучение сортов сои северо-кавказской селекции в условиях Центрального региона Нечерноземной зоны ..... 27

### ***Е.И. Сеничев***

Источники хозяйствственно-ценных признаков для селекции сои в условиях лесостепной зоны ЦФО РФ ..... 32

### ***А.Д. Вусык, Л.А. Бердникова, А.С. Симагина - научный руководитель***

Прайминг семян зернобобовых культур: механизмы повышения устойчивости к абиотическим стрессам..... 36

### ***В.Н. Золотарев***

Модель семенного травостоя клевера лугового..... 42

### ***А.Р. Тяжкороб***

Особенности семеноводства лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) в лугопастбищном хозяйстве ..... 47

### ***И.С. Зайцев, Г.В. Степанова***

Особенность передачи сортовых признаков следующему поколению люцерной изменчивой сорта Вега 87 ..... 52

### ***А.С. Шабля, Г.В. Степанова***

Морфологические особенности и хозяйствственные свойства межвидовых гибридов люцерны серповидной и изменчивой..... 58

### ***Д.В. Кравченко, Ю.В. Сёмина, В.Т. Воловик и др.***

Новый гибрид ярового рапса СМЕНА ТМ с устойчивостью к трибенурон-метилу ..... 64

### ***Д.С. Тигинян, В.Т. Воловик***

Оценка основных хозяйствственно-ценных и биохимических параметров семян ярового рапса ..... 69

<b>C.E. Сергеева, В.Т. Воловик</b>	
Элементы структуры урожая и качество семян ярового рапса при разной густоте посева в условиях Центрального Нечерноземья России.....	75
<b>М. Эркинова, А. Сувханбердиев, С.А. Балтаева</b>	
CRISPR/Cas-технологии для повышения устойчивости растений к засухе и болезням в странах Центральной Азии.....	80
<b>М. Чарыева, Г. Чарыева, С.А. Балтаева</b>	
Применение микробиологических биопрепаратов для повышения урожайности сельскохозяйственных культур в Центральной Азии .....	84
<b>Д. Душемова, А. Дурдыева, С.А. Балтаева</b>	
Биотехнологические решения для снижения применения химических пестицидов (на примере стран Центральной Азии) .....	88
<b>М. Акбаев, Ж. Назаров, С.А. Балтаева</b>	
Биотехнологии переработки сельхозотходов (солома пшеницы и риса) в биогаз и органические удобрения в Центральной Азии .....	94
<b>А. Нарбаева, У. Базарбаев, С.А. Балтаева</b>	
Биоремедиация загрязненных почв с использованием растений и микроорганизмов в Туркменистане .....	97

## СЕЛЕКЦИОННАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В КОЛЛЕКЦИОННОМ ПИТОМНИКЕ

*Вячеслав Владиславович Овсянников, аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства,*

*Елена Александровна Вертикова, д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедры генетики, селекции и семеноводства*

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва

E-mail: v.ovsiannikov@rgau-msha.ru, vertikova@rgau-msha.ru

**Аннотация.** Представлены результаты оценки урожайности и пораженности мучнистой росой и бурой ржавчиной сортообразцов яровой пшеницы в условиях Центрального региона Нечерноземной зоны России за вегетационный период 2024-2025 года. Установили классификацию изучаемого материала по степени выраженности антоциановой окраски ушек и плотности колоса. Максимальная урожайность в 2024-2025 году выявлена у сорта КВС Торридон (2,8 т/га).

**Ключевые слова:** сортообразцы, яровая пшеница, урожайность, плотность колоса, пораженность, мучнистая роса, бурая ржавчина, отличимость, однородность.

## BREEDING EVALUATION OF SPRING WHEAT VARIETIES IN A COLLECTION NURSERY

*Vyacheslav Vladislavovich Ovsyannikov, PhD student,*

*E.A. Vertikova, professor, Grand PhD in Agricultural Sciences*

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
Moscow, Russia

E-mail: v.ovsiannikov@rgau-msha.ru, vertikova@rgau-msha.ru

**Abstract.** The results of assessing the yield and the incidence of powdery mildew and brown rust of spring wheat varieties in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone of Russia for the growing season of 2024-2025 are presented. The classification of the studied material was established according to the degree of severity of the anthocyanin color of the ears and the density of the ear. The maximum yield in 2024-2025 was found in the KVS Torridon variety (2.8 t/ha).

**Keywords:** cultivars, spring wheat, yield, ear density, infestation, powdery mildew, brown rust, distinctness, uniformity.

**Введение.** Урожайность яровой пшеницы снижается из-за поражения мучнистой росой и бурой ржавчиной. Эти болезни влияют на структуру урожая:

уменьшают количество зёрен в колосе, их массу, снижают натура и хлебопекарные свойства зерна [2].

Для селекции яровой мягкой пшеницы важно использовать исходный материал, который характеризуется сочетанием важных хозяйствственно-ценных признаков. Изучение сортов и рекомендации по их использованию в селекционных программах представляется весьма актуальным.

Мучнистая роса пшеницы – грибковое заболевание, вызываемое патогенным *Blumeria graminis*. Гриб – облигатный паразит, то есть может развиваться только на живых тканях растений. Распространена во всех районах возделывания пшеницы, но наиболее вредоносна на Северном Кавказе, в Центральном Чернозёмном и Волго-Вятском регионах. Особенно опасна в условиях умеренного климата с высокой влажностью и температурой в диапазоне 15-22°C [4]. Листья желтеют и преждевременно отмирают, что снижает количество питательных веществ, поступающих в колосья. Это приводит к уменьшению массы зерна и его качества (снижение содержания белка).

Бурая ржавчина пшеницы (бурая листовая ржавчина) – грибное заболевание, характерное для злаковых растений, в частности пшеницы. Воздушитель – двудомный гриб *Russinia recondita*. Уменьшается урожайность зерна, ухудшается его качество, снижается всхожесть семян. При сильном развитии болезни потери урожая могут достигать 25-30%.

**Цель:** провести сравнительную оценку сортообразцов яровой мягкой пшеницы по комплексу признаков.

**Материалы и методы.** Полевые исследования проведены в 2024 и 2025 году на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Общее число образцов в опыте 13: Челяба ранняя, КВС Торридон, Сибирская 12, Одинцовская, Гранова, Prodax, Канюк, Арабелла, Ласка, Бомбона, Мандарина, Баженка, Гречанка. В качестве стандарта использовали сорт Челяба ранняя. Сорт получен в ФГБНУ «Челябинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» путём индивидуального отбора из гибридной популяции от скрещивания Челяба 2 x АНК-104. Данный сорт обладает устойчивостью к полеганию, устойчивостью к засухе. Также можно отметить хорошую вымолячиваемость зерна. Следует отметить высокую степень устойчивости к бурой, стеблевой, желтой ржавчине; пыльной, твердой головне, мучнистой росе [1].

Сравнительную оценку сортообразцов мягкой яровой пшеницы проводили по методике Государственной комиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений. Учет урожая осуществляли после его подсушки на напольной сушилке путем взвешивания зерна с каждой делянки. Влажность зерна измеряли влагомером Wile 65.

Определение пораженности проводилось методом визуального осмотра растений на делянках и определения процента пораженности в зависимости от количества пораженных растений.

Антоциановую окраску ушек флагового листа, проводили визуальным осмотром растений на делянке с последующим присваиванием индекса, соответствующего проявлению признака. Периоды оценки приведены в соответствии с десятичным кодом Zadoks для стадий развития зерновых культур [5].

Плотность колоса изучаемых сортообразцов оценили, учитывая следующую градацию: менее 11 уступов – очень рыхлый (индекс 1), 11-16 уступов – рыхлый (индекс 3), 17-22 уступов – средней плотности (индекс 5), 23-27 уступов – плотный (индекс 7), более 28 уступов – очень плотный (индекс 9) [3].

**Результаты и их обсуждение.** Важным этапом при анализе сортообразцов является анализ пораженности растений основными листовыми болезнями.

По результатам оценки на пораженность было установлено, что у сорта яровой мягкой пшеницы Сибирская 12 отмечена сильная поражаемость мучнистой росой, которая составила 75% (табл. 1).

Таблица 1 – Оценка пораженности сортообразцов яровой пшеницы мучнистой росой и бурой ржавчиной, 2024-2025 гг.

№ п/п	Название образца	Пораженность мучнистой росой, %	Пораженность бурой ржавчиной, %
1	Челябя рання, st.	50	0
2	КВС Торридон	25	0
3	Сибирская 12	75	0
4	Одинцовская	50	0
5	Гранова	25	0
6	Prodax	50	0
7	Канюк	25	25
8	Арабелла	25	25
9	Ласка	50	0
10	Бомбона	25	0
11	Мандарина	25	0
12	Баженка	25	0
13	Гречанка	25	50

У остальных образцов средняя пораженность мучнистой росой изменялась в пределах 25-50 %. Пораженность сортообразцов бурой ржавчиной отсутствовала, за исключением сортов Канюк (25%), Арабелла (25%) и Гречанка (50%).

По степени выраженности антоциановой окраски ушек флаца два года выявили образцы со стабильным проявлением данного признака (рис. 1).

Установили, что наиболее сильно выраженной антоциановой окраской ушек флагового листа характеризовался сорт Злата, значение признака у которого соответствовало индексу 9.

По плотности колоса выявили сорта яровой пшеницы, которые за два года исследований характеризовались стабильным проявлением признака (табл. 2). Сорта: Баженка, Гречанка и КВС Торридон имели среднюю плотность колоса,

что соответствует индексу 5. Сорт Челяба ранняя имел плотный колос, что соответствует индексу 7.



Рисунок 1. Градации признака «антоциановая окраска ушек флагового листа»: 1 – отсутствует или очень слабая, индекс 1 (Гречанка), 2 – слабая, индекс 3 (Ирень 2), 3 – средняя, индекс 5 (Бисерть), 4 – сильная, индекс 7 (Сударыня), 5 – очень сильная, индекс 9 (Злата)

У остальных сортообразцов плотность колоса варьировала по годам исследований.

Таблица 2 – Плотность колоса у сортообразцов яровой мягкой пшеницы, 2024-2025 гг.

№ п/п	Название образца	Плотность, количество уступов на 10 см колосового стержня	Индекс
1	Челяба ранняя	23	7
2	Баженка	19	5
3	Гречанка	20	5
4	КВС Торридон	19	5

Урожайность сорта Челяба ранняя составила 1,2 т/га. Сорта яровой мягкой пшеницы Одинцовская, Бомбона, Мандарина имели значение признака статистически достоверно на уровне сорта-стандарта Челяба ранняя (рис. 2).

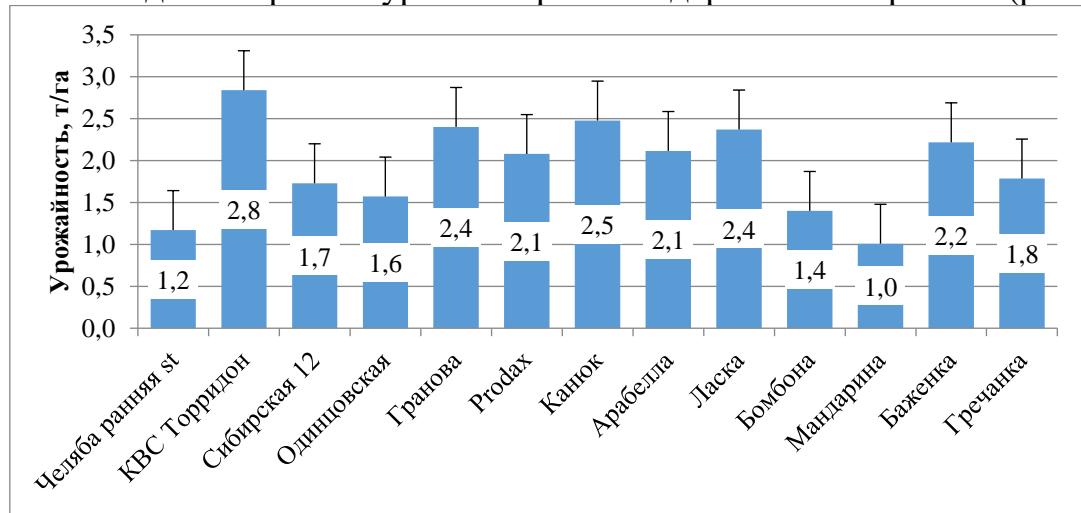


Рисунок 2. Урожайность зерна сортов яровой мягкой пшеницы, 2024-2025 гг., т/га ( $HCP_{05}=0,47$ )

Остальные сортообразцы статистически значимо превысили сорт-стандарт в среднем на 19,5 %.

**Заключение.** В результате научных исследований выявили перспективные сортообразцы, которые возможно использовать в селекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к мучнистой росе и бурой ржавчине. Для создания высокоурожайных сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации рекомендовано использовать сорта: КВС Торридон, Гранова, Канюк и Ласка.

Сорта яровой пшеницы Челяба ранняя, Баженка, Гречанка и КВС Торридон рекомендованы как сорта-кандидаты в эталоны по признакам «антоциановая окраска ушек флагового листа» и «плотность колоса» на отличимость, однородность, стабильность (ООС).

*Работа выполнена в рамках Государственного задания по заказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (№125082209757-4).*

#### **Библиографический список**

1. Госсорткомиссия (описание сорта яровой пшеницы Челяба ранняя): сайт URL: <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/chelyaba-rannyyaya-pshenitsa-myagkaya-yarovaya/?ysclid=mi22qr5ub0212192107>
2. Колесникова, Ю.Р. Влияние агроэкологических факторов на продуктивность яровой мягкой пшеницы и развитие возбудителей болезней в условиях Северо-Запада РФ, автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Колесникова Юлия Рудольфовна. – СПб., 2012 – 189 с.
3. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Пшеница мягкая (*Triticum aestivum* L. emend. Fiori et Paol.) / Утвержден Председателем ФГУ «Госсорткомиссия» В.В. Шмалем, 2004. – 22 с.
4. Мучнистая роса зерновых культур: сайт URL: <https://zhoozhavil.ru/enciklopediya/obzornye-stati/bolezni/muchnistaya-rosa/muchnistaya-rosa-zernovyh-kultur/>.
5. Zadoks, J. C., Chang, T. T. and Konzak, C. F., 1974: A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research, 14: pp. 415 to 421

## ОЦЕНКА СОРТООБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО КОМПЛЕКСУ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ

*Ян Евгеньевич Вильховой, аспирант,  
Елена Александровна Вертикова, д.с.-х.н., профессор  
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** В данной статье представлены результаты исследования ряда коллекционных сортов яровой мягкой пшеницы канадской селекции; исследования были проведены в Нечерноземной зоне РФ в 2023 г. Представлены результаты фенологических наблюдений, характеристика погодных условий в период вегетации, анализ структуры урожая и качества зерна.

**Ключевые слова:** пшеница мягкая яровая, канадские сорта, структура урожая, качество зерна, стекловидность, клейковина.

## ASSESSMENT OF VARIETAL SAMPLES OF SPRING SOFT WHEAT ACCORDING TO A COMPLEX OF ECONOMICALLY VALUABLE CHARACTERISTICS

*Yan Evgenievich Vilkhovoy, PhD student  
Elena Aleksandrovna Vertikova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy*

**Abstract.** This article presents the results of a study of a number of collectible spring soft wheat varieties of Canadian breeding; the research was conducted in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation in 2023. The results of phenological observations, characteristics of weather conditions during the growing season, analysis of crop structure and grain quality are presented.

**Keywords:** soft spring wheat, Canadian varieties, crop structure, grain quality, grain glassiness, gluten.

**Введение.** Пшеница является одной из основных сельскохозяйственных культур для современного мира. Во многом это обусловлено пластичностью культуры, которая позволяет возделывать её практически во всех регионах мира, кроме зон с экстремально суровым климатом.

В нашей стране значительную часть посевов занимает мягкая пшеница, что также связано с достижениями в создании сортов, адаптированных к условиям новых регионов возделывания, в частности, к условиям Нечерноземной зоны России.

Изучение разнообразия сортов пшеницы играет важную роль в повышении продуктивности и устойчивости зерноводства. Современные тенденции

сельского хозяйства требуют постоянного обновления ассортимента сортов; важным этапом этого процесса является подбор исходного материала для селекционной работы.

Целью данной работы является оценка сортообразцов коллекции яровой мягкой пшеницы, возделываемых в условиях Нечерноземной зоны России, по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Задачи исследования: изучить продолжительность вегетационного периода у сортообразцов; провести анализ структуры урожая сортообразцов; оценить качество зерна; выделить перспективные сортообразцы с высокими показателями хозяйственно-ценных признаков.

**Материалы и методы.** В опыте изучались 11 канадских сортов, относящихся к различным биологическим разновидностям: Ac Cadillac (*lutescens*), Ac Cozanne (*lutescens*), Ac Domain (*erythrospermum*), Ac Gabriel (*suberythrospermum*), Ac Karma (*erythrospermum*), Ac Minto (*lutescens*), Ac Nanda (*erythrospermum*), Ac Phil (*graecum*), Ac Read (*graecum*), Ac Taber (*erythrospermum*), Laval 19 (*uralicum*); в качестве стандарта выступал сорт Злата селекции ГНУ МосНИИСХ «Немчиновка» (ныне ФИЦ «Немчиновка») совместно с Рязанским НИИСХ.

Исследования проводились в 2023 г.; для целей эксперимента на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева был заложен однофакторный полевой опыт в трехкратной повторности с размещением вариантов методом организованных повторений, размещение повторений – сплошное.

Посев был осуществлен 27 апреля 2023 г.; во время вегетации проводили агротехнические приемы, стандартные для зоны проведения исследования, уборку опыта провели в фазу полной спелости зерна.

По мере развития растений вели регистрацию наступления фенологических фаз для каждого сорта. После уборки опыта в лабораторных условиях оценивали структуру урожая и качество полученного зерна.

Подсчет количества зерен вели с помощью автоматического счетчика семян SLY-C Plus; стекловидность зерна определяли оптико-компьютерным методом (ГОСТ Р 7062-2023) на электронном диафаноскопе «Янтарь». Содержание клейковины и белка определяли методом ИК-спектрометрии на анализаторе SpectraStar 2600XT-3.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили в программе DIANA.

**Результаты и обсуждение.** Погодные условия за вегетационный период 2023 г. в сравнении со среднемноголетними значениями по данным наблюдений Метеорологической обсерватории им. В. А. Михельсона приведены на рис. 1. В год проведения исследования среднедекадная температура в целом была близка к среднемноголетним значениям, однако выпадение осадков по декадам было крайне неравномерным и практически не совпадало со среднемноголетними значениями.

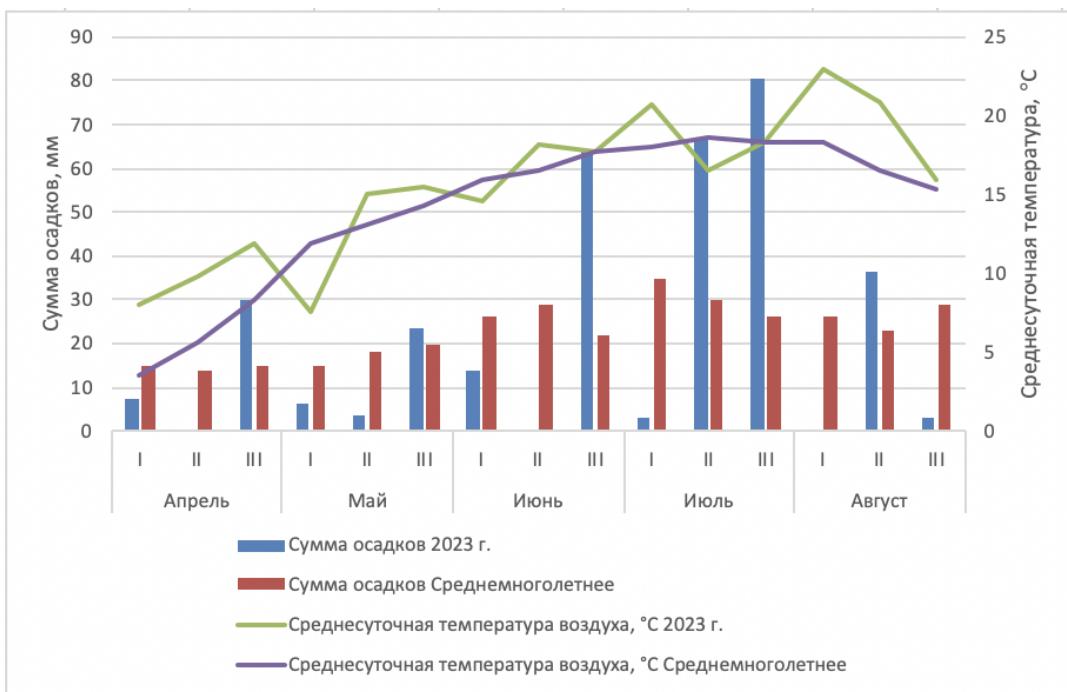


Рис 1. Среднесуточная температура и сумма осадков за период вегетации 2023 г. (подекадно) в сравнении со среднемноголетними значениями

По датам наступления фенологических фаз были установлены следующие размахи значений (max-min) по коллекции: полные всходы – 1 сут, кущение – 3 сут, выход в трубку – 2 сут, колошение – 2 сут, цветение – 4 сут, молочная спелость – 4 сут, восковая спелость – 4 сут, полная спелость – 3 сут. Размах различий длины вегетационного периода составил 3 сут: первыми по коллекции достигли фазы полной спелости зерна сорта Ac Cadillac и Laval 19 (по 88 сут с даты появления всходов), последними – сорта Ac Gabriel, Ac Nanda, Ac Taber (91 сут). В целом можно судить о достаточно слабой вариации сортов коллекции по оценке дат наступления фенологических фаз и длине вегетационного периода.

Данные о структуре урожая приведены в табл. 1. По высоте растений статистически достоверно (при 5%-ом уровне значимости) в меньшую сторону отличились от стандарта сорта Ac Phil и Ac Read со значениями 46,7 и 46,6 см соответственно, в большую – Ac Cozanne, Ac Domain и Ac Cadillac со значениями 62,5, 62,5, 59,2 см соответственно. По длине колоса достоверных различий (в большую сторону) между сортообразцами и стандартом не обнаружено. По общему количеству колосков в колосе стандарт (10,8 шт.) достоверно превысили сортообразцы Ac Gabriel (14,2 шт.), Ac Karma (12,5 шт.), Ac Nanda (14,8 шт.), Ac Phil (13,0 шт.), Ac Read (13,3 шт.), Ac Taber (13,0 шт.). По количеству развитых колосков в колосе стандарт (9,2 шт.) статистически достоверно превысило большинство сортообразцов (со средним значением 12,1 шт.), не превысил по данному показателю стандарт сорт Laval 19 (10,4 шт.) – его значение было на уровне стандарта. По массе зерна с колоса (продуктивность растений, поскольку продуктивная кустистость у всех сортообразцов составила 1,0) значения по образцам варьировали в диапазоне 0,96-1,49 г/колоса(раст.). Наибольшие значения (1,49 и 1,39 г/колоса) были отмечены у образцов Ac Gabriel и Ac Karma соответственно. По массе 1000 зерен стандарт (45,1 г) статистически достоверно

превысили сорта Ac Cozинne (48,93 г), Ac Gabriel (52,19 г), Ac Taber (48,80 г) и Laval 19 (50,73 г). Таким образом по комплексу вышеприведенных оценок образцы Ac Taber и Ac Gabriel достоверно превышают стандарт по трем показателям – масса 1000 зерен, кол-во продуктивных колосков в колосе и общее количество колосков; Ac Cozинne превысил стандарт по двум показателям – количеству развитых колосков в колосе и массе 1000 зерен.

Таблица 1 – Результаты анализа структуры урожая сортов коллекции, 2023 г.

Сорт	Высота растений, см	Длина колоса, см	Общее кол-во колосков, шт.	Кол-во развитых колосков, шт.	Масса с колоса, г	Масса 1000 зерен, г
Злата (st)	54,5	8,1	10,8	9,2	1,0	45,1
Ac Cadillac	59,2*	7,1	12,2	11,8*	0,96	42,45
Ac Cozинne	62,5*	7,8	11,6	11,1*	1,23	48,93*
Ac Domain	62,5*	6,3*	12,0	11,7*	1,06	39,35
Ac Gabriel	60,0	7,9	14,2*	13,2*	1,49	52,19*
Ac Karma	54,8	7,5	12,5*	11,8*	1,39	44,97
Ac Minto	61,1	6,9	11,2	10,9*	1,02	41,34
Ac Nanda	56,1	8,0	14,8*	13,9*	1,25	42,30
Ac Phil	46,7*	7,1	13,0*	12,0*	1,33	43,16
Ac Read	46,6*	7,4	13,3*	12,8*	1,23	42,93
Ac Taber	53,1	7,0	13,0*	11,8*	1,00	48,80*
Laval 19	52,0	7,3	11,2	10,4	1,15	50,73*
HCP <sub>05</sub>	6,90	1,01	1,66	1,52	-	3,04

\* - отличие от стандарта достоверно на 5-% уровне значимости.

Данные по результатам оценки качества зерна сортов коллекции приведены в табл. 2. По стекловидности все сорта превысили стандарт (69 %); значение с наименьшим превышением было отмечено у образца Laval 19 (74 %), Ac Cozинne и Ac Domain (76 % у обоих); наибольшие значения были отмечены у образцов Ac Read (97 %) и Ac Karma (93 %). Содержание белка по образцам коллекции варьировало в пределах 10,65-17,24 %; стандарт (14,0%) превысили сорта Ac Cadillac (17,24 %), Ac Domain (16,02 %), Ac Minto (14,62 %). При этом по содержанию клейковины значение стандарта (24,5%) было превышено всеми сортами коллекции, наибольшее значение отмечалось у сорта Ac Cadillac (39,64 %).

Таким образом по совокупности признаков качества зерна выделились образцы Ac Cadillac и Ac Domain, достоверно превысившие стандарт по трем рассмотренным признакам.

Таблица 2 – Качество зерна сортов коллекции, 2023 г.

Сорт	Стекловидность, %	Белок, %	Клейковина, %
Злата (st)	69	14,0	24,5
Ac Cadillac	85	17,24	39,64
Ac Cozинne	76	13,36	34,28
Ac Domain	76	16,02	37,09
Ac Gabriel	80	13,69	30,19
Ac Karma	93	13,80	31,77

*Продолжение таблицы 2*

Ac Minto	82	14,62	33,67
Ac Nanda	81	13,93	31,87
Ac Phil	78	11,61	26,40
Ac Read	97	10,65	25,06
Ac Taber	84	14,11	36,00
Laval 19	74	14,03	32,34

На основе полученных данных можно сделать первичные выводы о перспективности использования изученных сортообразцов коллекции в селекционной работе.

**Заключение.** В результате проведенной первичной оценки коллекции сортов яровой мягкой пшеницы канадской селекции получены данные о фенологическом развитии растений, их продуктивности и качестве зерна.

По продолжительности вегетационного периода наименьшее значение было отмечено у сортов Ac Cadillac и Laval 19 (по 88 сут), наибольшее – у сортов Ac Gabriel, Ac Nanda, Ac Taber (91 сут). По показателям продуктивности выделены сорта Ac Taber и Ac Gabriel, достоверно превысившие показатели стандарта по таким элементам структуры урожая, как количество колосков в колосе (общее количество и количество развитых) и масса 1000 зерен. По показателям качества (стекловидность и содержание клейковины) все изучаемые сортообразцы превысили показатели стандарта. Отдельно выделены сорта Ac Cadillac и Ac Domain, существенно превысившие стандарт также и по содержанию белка.

По результатам первичной оценки образцы Ac Taber, Ac Gabriel, Ac Cadillac, Ac Domain охарактеризованы как перспективные, рекомендовано дальнейшее исследование коллекции.

#### **Библиографический список**

1. Давыдова, Н.В. Особенности подбора исходного материала для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья / Н.В. Давыдова, А.О. Казаченко // Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та. – 2013. – №5. – С. 5
2. Ананьева, З.П. Селекция яровой мягкой пшеницы // Селекция с.-х. культур: итоги, задачи, пути решения / З.П. Ананьева. –Новосибирск, 1997. –С. 7.
3. Вильховой Я. Е. и др. Оценка высоты растений и длины колоса сортообразцов яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья //ББК 4 В12. – 2023. – С. 147.
4. Вильховой, Я. Е. Оценка коллекции сортов пшеницы мягкой яровой канадской селекции в условиях Московской области / Я. Е. Вильховой, Е. А. Вертикова // Селекция и семеноводство: новые вызовы и возможности, устойчивое развитие и продовольственная безопасность : материалы V Международной научной конференции, Москва, 27–28 марта 2025 года. – Москва: ФГБНУ ФИЦ "Немчиновка", 2025. – С. 102-107.

5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: учебник / Б.А. Доспехов. -М.: Колос, 1979. –238 с.
6. Rubets V. et al. Grain quality and associated characteristics and properties of spring wheat of Canadian breeding //E3S Web of conferences. – EDP Sciences, 2021. – Т. 254. – С. 01043.

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ КОЛЛЕКЦИИ СОРТООБРАЗЦОВ ЯЧМЕНИ ЯРОВОГО В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

*Ирина Евгеньевна Выборных, аспирант кафедры генетики, селекции и  
семеноводства,*

*Елена Александровна Вертикова, д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедры  
генетики, селекции и семеноводства*

*Светлана Сергеевна Баженова, к.с.-х.н., доцент*

*ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва*

**Аннотация.** Исследована интенсивность антоциановой окраски ушек флагового листа, интенсивность воскового налета на влагалище флагового листа и интенсивность воскового налета на колосе у 20 сортобразцов.

**Ключевые слова:** ячмень яровой, сортоценка, антоциановая окраска, восковый налет.

## EVALUATION SPRING BARLEY VARIETIES COLLECTION FOR THE QUALITY CHARACTERISTICS IN THE NON-BLACK EARTH REGION

*Irina Evgenievna Vybornykh, PhD student,*

*Elena Alexandrovna Vertikova, Grand PhD in Agricultural Sciences, Professor*

*Svetlana Sergeevna Bazhenova, PhD in Agriculture, Associate Professor*

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
Moscow, Russia

**Abstract.** There are studied the intensity of anthocyanin color of the flag leaf, the intensity of wax on the flag leaf, and the intensity of wax on the ear of 20 varieties.

**Keywords:** spring barley, variety assessment, anthocyanin color, wax coating.

**Введение.** Ячмень является важной продовольственной и кормовой культурой РФ. Ячмень входит в топ зерновых культур России (пшеница, ячмень, кукуруза) [4]. Растущая потребность в зерне ячменя способствует активной селекции данной культуры.

Все созданные сорта ячменя проходят испытания в Госсорткомиссии [2]. Для различия испытуемых сортобразцов друг от друга используют комплекс морфологических признаков. В настоящее время эти признаки отмечают согласно Методике проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность [3]. Для точного определения индекса признака необходимы сорт-эталоны со стабильным проявлением отмечаемых признаков по годам [1].

**Цель** – изучение интенсивности антоциановой окраски ушек флагового листа, интенсивности воскового налета влагалища флагового листа и колоса ячменя ярового для создания коллекции сортов-эталонов в условиях НЧР.

**Материалы и методы.** Изучено 20 сортообразцов ячменя ярового, представленных ФГБУ «Госсорткомиссия» (табл. 1). Посев и наблюдения проведены в 2025 г. на территории Полевой опытной станции РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. Наблюдения проводили согласно Методике [3] в фазе «выход в трубку – молочная спелость» путем визуальной оценкой группы растений.

Таблица 1 – Исследуемые сортообразцы ячменя ярового

№	Наименование	№	Наименование
1	Орда	11	Эллинор
2	Осколец	12	Эльф
3	Приморец	13	Эней УА
4	Прерия	14	Красноярский 91
5	Ратник	15	Лаишевский
6	Рафаэль	16	ТСХА 14
7	Сигнал	17	Челябинский 99
8	Такман	18	Атаман
9	Хаджибей	19	Буян
10	Челябинский 96	20	Зазерский 85

Погодные условия в течении вегетационного периода отличались частыми осадками (333 мм за период май-август). Средняя температура в мае и июне составляла +13,2 и +16,9 °C соответственно. В период созревания зерна установилась жаркая погода, температура достигала +34,6 °C. Средняя температура августа составила +17,1 °C [5].

По полученным данным проведена градация сортообразцов по интенсивности проявления признаков.

**Результаты.** По признаку «интенсивность антоциановой окраски ушек флагового листа» была проведена градация сортообразцов (табл. 2).

Таблица 2 – Интенсивность антоциановой окраски ушек флагового листа

	Индекс	Сортообразцы
1 – очень слабая	1	Красноярский 90, Челябинский 96, Лаишевский, Буян
3 – слабая	3	Приморец, Прерия, Сигнал, Эней УА, Зазерский 85
5 – средняя	5	Орда, Ратник, Рафаэль, Хаджибей, Эльф, ТСХА 14, Челябинский 99, Атаман
7 – сильная	7	Такман, Эллинор
9 – очень сильная	9	Осколец

Очень слабое проявление признака (индекс 1) (рис. 1) имели сортообразцы Красноярский 90, Челябинский 96, Лаишевский, Буян.



Рисунок 1. Очень слабая интенсивность антоциановой окраски ушек флагового листа

Слабое проявление признака (индекс 3) имели сортообразцы Приморец, Прерия, Сигнал, Эней УА, Зазерский 85. Среднее (индекс 5) - Орда, Ратник, Рафаэль, Хаджибей, Эльф, ТСХА 14, Челябинский 99, Атаман. Сильная (индекс 7) интенсивность окраски ушек наблюдалась у сортообразцов Такман, Эллинор. Очень сильная (индекс 9) (рис. 2) интенсивность окраски была у сортообразца Осколец.



Рисунок 2. Очень сильная интенсивность окраски антоциановой ушек флагового листа

По признаку «интенсивность воскового налета на влагалище флагового листа» данные представлены в табл. 3.

Образцов с отсутствующим или слабым проявлением признака (индекс 1) не обнаружено. Слабое проявление признака (индекс 3) имели сортообразцы Прерия, Сигнал, Такман, Лайшевский, Челябинский 99, Атаман. Среднюю интенсивность (индекс 5) воскового налета имели образцы Приморец, Ратник, Рафаэль, Хаджибей, Эллинор, Эльф, Красноярский 60, ТСХА 14, Зазерский 85. Сильное проявление признака (индекс 7) имели образцы Орда, Осколец, Эней

УА, Буян. Очень сильный (индекс 9) (рис. 3) восковый налет на влагалище листа имел сортообразец Челябинский 96.

Таблица 3 – Интенсивность воскового налета на влагалище флагового листа

1 – отсутствует или очень слабый 3 – слабый 5 – средний 7 – сильный 9 – очень сильный	Индекс	Сортообразцы
	1	Не обнаружено
	3	Не обнаружено
	5	Приморец, Ратник, Рафаэль, Хаджибей, Эллинор, Эльф, Красноярский 60, ТСХА 14, Зазерский 85, Прерия, Сигнал, Такман, Лайшевский, Челябинский 99, Атаман
	7	Орда, Осколец, Эней УА, Буян
	9	Челябинский 96



Рисунок 3. Очень сильная интенсивность воскового налета на влагалище флагового листа

Результаты анализа сортообразцов по признаку восковый налет на колосе представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Интенсивность воскового налета на колосе

1 – отсутствует или очень слабый 3 – слабый 5 – средний 7 – сильный 9 – очень сильный	Индекс	Сортообразцы
	1	Буян, Такман, ТСХА 14
	3	Хаджибей
	5	Орда, Прерия, Эллинор, Красноярский 90
	7	Осколец, Приморец, Ратник, Рафаэль, Сигнал, Челябинский 96, Эльф, Эней УА, Лайшевский, Челябинский 99, Атаман, Зазерский 85
	9	Не обнаружено

Слабый или отсутствующий (индекс 1) восковый налет на колосе имели сортообразцы Буян, Такман, ТСХА 14.

Слабое (индекс 3) проявление признака имел образец Хаджибей. Среднее (индекс 5) проявление признака имели сортообразцы Орда, Прерия, Эллинор,

Красноярский 90. Сильный (индекс 7) (рис. 4) восковый налет на колосе имели сортообразцы Осколец, Приморец, Ратник, Рафаэль, Сигнал, Челябинский 96, Эльф, Эней УА, Лайшевский, Челябинский 99, Атаман, Зазерский 85.



Рисунок 4. Сильный восковый налет на колосе

Сортообразцов с очень сильным (индекс 9) восковым налетом не обнаружено.

**Выводы.** Очень слабую интенсивность антоциановой окраски ушек флагового листа имели сортообразцы Красноярский 90, Челябинский 96, Лайшевский, Буян. Очень сильная интенсивность антоциановой окраски наблюдалась у сортообразца Осколец.

Очень сильный восковый налет на влагалище флагового листа имел сортообразец Челябинский 96. Сортообразцы без воскового налета не обнаружены.

Сортообразцы Буян, Такман, ТСХА 14 не имели воскового налета на колосе. Сортообразцы с очень сильным восковым налетом на колосе не обнаружены.

Стабильное проявление признака у сортообразца позволяет использовать его в качестве эталона при сортооценке.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания по заказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (№125082209757-4).*

#### **Библиографический список**

1. Маренкова А. Г., Баженова С.С., Вертикова Е.А. Вариабельность количественных сортовых признаков у ярового ячменя по годам в условиях центральных районов Нечерноземной зоны // Селекция и генетика культурных растений – 2024 : Сборник трудов Международной научной конференции, Москва, 02 декабря 2024 года. – Москва: МЭСХ, 2024. – С. 24-27.
2. Госсорткомиссия РФ: офиц. сайт [сайт]. – URL: <https://gossortrf.ru/?ysclid=mfcqr9md5847288063> (дата обращения: 10.09.2025)
3. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Ячмень (*Hordeum vulgare L. sensu lato*) 18.08.2005 г. № 12-06/36 [Электронный ресурс] // Госсорткомиссия РФ: офиц. сайт. – URL: <https://gossortrf.ru/publication/metodiki-ispytaniy-na-oos.php> (дата обращения: 02.09.2025).

4. ЕМИСС: офиц. сайт [сайт]. – URL: <https://www.fedstat.ru> (дата обращения: 10.09.25)

5. Погода в 241 странах мира [сайт]. – URL: <https://rp5.ru> (дата обращения: 11.09.25)

## ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА СОРТОВ СОРГОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

*Р.Ф. Иброгимов, аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства*

*Е.А. Вертикова, профессор, д.с.-х.н., заведующий кафедрой генетики,  
селекции и семеноводства*

ФГБОУ ВО РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва

**Аннотация.** В статье представлены результаты комплексного исследования продуктивности и качества зерна семи сортов сорговых культур в условиях Центрального района Нечерноземной зоны России. Проведенный анализ позволил выделить сорго-суданковый гибрид Эмма и сахарный сорго Шахеризада как наиболее продуктивные и адаптированные сорта. Эмма продемонстрировал максимальную урожайность зерна (49,8 ц/га) и наилучшие показатели по сбору питательных веществ (сырого протеина и крахмала). Шахеризада выделяется самой большой высотой растений и массой семян с одного растения, что обеспечивает высокие объемы зерна и вегетативной массы. Выводы исследования подчеркивают значимость данных сортов для селекционных программ и практического внедрения в кормопроизводство в Нечерноземье.

**Ключевые слова:** сорго, урожайность, структура урожая, качество зерна, сырой протеин, крахмал, Нечерноземная зона, селекция.

## ASSESSMENT OF PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY OF SORGHUM CROPS IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL REGION OF THE NON-CHERNOZEM ZONE OF RUSSIA

*R.F. Ibrogimov, PhD student,*

*E.A. Vertikova, professor, Grand PhD in Agricultural Sciences*

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
Moscow, Russia

**Annotation.** The article presents the results of a comprehensive study of the productivity and quality of grain of seven varieties of sorghum crops in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone of Russia. The analysis made it possible to identify the sorghum-Sudanese hybrid Emma and sugar sorghum Shaherizada as the most productive and adapted varieties. Emma demonstrated the maximum grain yield (49.8 c/ha) and the best indicators for the collection of nutrients (crude protein and starch). Shaherizade stands out for its highest plant height and seed weight per plant, which ensures high volumes of grain and vegetative mass. The conclusions of the study emphasize the importance of these varieties for breeding

programs and practical implementation in feed production in the Non-Chernozem region.

**Keywords:** sorghum, yield, crop structure, grain quality, crude protein, starch, Non-chernozem zone, breeding.

**Введение.** Обеспечение устойчивого кормопроизводства в Российской Федерации является одной из ключевых задач современного аграрного сектора [2]. В условиях изменения климата, сопровождающегося увеличением частоты засух и неравномерным выпадением осадков, традиционные кормовые культуры часто не реализуют свой потенциал. Особую актуальность эта проблема приобретает в Нечерноземной зоне, где необходимо обеспечить стабильную кормовую базу для животноводства [6].

Сорго (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) представляет собой высокопотенциальную, но недостаточно изученную в данном регионе культуру [1]. Его ключевые преимущества – исключительная засухоустойчивость, пластичность, высокая продуктивность и многоцелевое использование (зерно, зеленая масса, силос) – делают его перспективной культурой для диверсификации кормовой базы. По питательной ценности зерно и зеленая масса сорго практически не уступают кукурузе [2].

Целью исследования являлась комплексная оценка исходного материала сорговых культур для выделения наиболее адаптированных и продуктивных сортов в условиях Центрального района Нечерноземной зоны.

**Материалы и методы.** Исследования проводили в 2024 году на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Почва опытного участка – дерново-подзолистая, среднесуглинистая.

Объектами исследования служили семь сортообразцов сорговых культур различного направления использования. Зерновое сорго было представлено тремя сортами: Принц, Гарант и Коралл. Сахарное сорго включало два сорта: Чайка и Шахеризада. Также в исследованиях участвовали суданская трава Удача и сорго-суданковый гибрид Эмма.

Схема опыта предусматривала трехкратную повторность, рандомизированное размещение делянок. Площадь учетной делянки составляла 10 м<sup>2</sup>. Посев проводили 17 мая 2024 г. ручным способом с междурядьями 15 см. Норма высева: для зернового сорго – 300 тыс. всхожих семян/га, для сахарного – 400 тыс./га, для суданской травы – 2 млн./га.

Учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам [3]. В фазу полной спелости проводили анализ структуры урожая. Урожайность зерна определяли методом сплошного обмолота с пересчетом на ц/га при стандартной влажности. Качество зерна оценивали на инфракрасном анализаторе «Инфраскан-3150» по содержанию сырого протеина, золы и крахмала. Результаты представлены в виде сбора с 1 га (кг/га). Статистическую обработку данных проводили методом однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с расчетом наименьшей существенной разности (НСР) при уровне значимости  $p \leq 0,05$ .

**Результаты и обсуждение.** Проведенные исследования выявили существенные различия по урожайности зерна между изучаемыми сортообразцами (табл. 1).

Таблица 1 – Продуктивность и элементы структуры урожая сорговых культур (в среднем за 2024 г.)

Группа	Сорт	Урожайность, ц/га	Высота растения, см	Количество стеблей, шт.	Масса семян с растения, г	Количество семян с растения, шт.
Сорго зерновое	Принц	20,9	145,5	3,3	44,2	2037,3
	Гарант	8,8	107,7	4,0	18,3	1000,7
	Коралл	13,3	116,3	1,7	16,4	1663,7
Сорго сахарное	Чайка	10,9	163,7	4,0	36,6	887,3
	Шахеризада	29,0	223,7	4,3	54,9	3260,7
Суданская трава	Удача	17,5	168,3	9,7	6,8	648,7
Сорго-суданский гибрид	Эмма	49,8	154,5	4,7	10,2	756,7

Наибольшая урожайность отмечена у сорго-суданского гибрида Эмма – 49,8 ц/га, что достоверно превышает показатели других изученных сортов. Высокую урожайность также показал сорт сахарного сорго Шахеризада – 29,0 ц/га. Среди зерновых сорговых выделился сорт Принц с урожайностью 20,9 ц/га. Наименьшая урожайность отмечена у зернового сорго Гарант – 8,8 ц/га.

Полученные данные демонстрируют высокую вариабельность урожайности в зависимости от видовой принадлежности и генетических особенностей сортов. Гибрид Эмма достоверно превзошел все другие образцы. Высокая урожайность сорта Шахеризада может быть связана с его способностью формировать мощную вегетативную массу даже в условиях недостатка тепла.

Анализ структуры урожая показал значительные различия между сортами по морфобиологическим признакам. Наибольшая высота растений отмечена у сортов сахарного сорго, что является их видовой особенностью [5]. Сорт Шахеризада достиг высоты 223,7 см. Это свидетельствует о хорошей адаптации данного сорта к условиям Центрального региона и способности накапливать большую вегетативную массу.

По количеству продуктивных стеблей лидировала суданская трава Удача – 9,7 стеблей на растение. Наибольшая масса семян с одного растения отмечена у сорта Шахеризада – 54,9 г. По количеству семян с растения также лидировал сорт Шахеризада – 3260,7 шт., что свидетельствует о его высокой семенной продуктивности.

Анализ биохимического состава зерна показал существенные различия между сортами по содержанию основных питательных веществ (табл. 2).

Таким образом, на первом месте по сбору сырого протеина лидирует сорго-суданская трава сорта Эмма, обеспечивая сбор сырого протеина на уровне 423 кг/га. На втором месте оказался сорт сахарное сорго Шахеризада (299 кг/га).

Хотя значение данного показателя у сорта Шахеризада и не достигает уровня Эммы, оно остается существенным. Дополнительным преимуществом Шахеризады являются стебли, содержащие большое количество сахаров, что повышает его питательную ценность. Самый низкий сбор сырого протеина принадлежит сорго зернового сорта Принц (82 кг/га).

Таблица 2 – Сбор элементов питания с зерном сорговых культур, кг/га

Группа	Сорт	Сбор сырого протеина	Сбор золы	Сбор крахмала
Сорго зерновое	Гарант	177	323	1226
	Принц	82	164	1164
	Коралл	102	84	719
Сорго сахарное	Чайка	282	331	2746
	Шахеризада	299	103	2374
Суданская трава	Удача	154	132	1436
Сорго-суданский гибрид	Эмма	423	593	2817

По сбору крахмала также лидировал гибрид Эмма (2817 кг/га), незначительно опережая сорт Чайка (2746 кг/га). Самый низкий сбор крахмала принадлежит сорго зерновое Коралл (719 кг/га).

Наибольший сбор золы отмечен у гибрида Эмма (593 кг/га), что свидетельствует о хорошей способности этого сорта к накоплению минеральных веществ.

Полученные данные подтверждают, что гибрид «Эмма» является лидером не только по урожайности, но и по сбору питательных веществ с единицы площади, что делает его высокооценной кормовой культурой для условий Нечерноземной зоны.

**Заключение.** В результате комплексной оценки выделены два лидера: сорго-суданковый гибрид Эмма и сорт сахарного сорго Шахеризада, показавшие достоверно наибольшую урожайность зерна – 49,8 и 29,0 ц/га соответственно. Сорт Шахеризада характеризуется наибольшей высотой растений (223,7 см) и массой семян с одного растения (54,9 г), что делает его ценным источником как зерна, так и большого объема вегетативной массы. По показателям качества зерна (сбор сырого протеина и крахмала с гектара) гибрид Эмма значительно превзошел остальные изученные сорта, обеспечив сбор 423 кг/га сырого протеина и 2817 кг/га крахмала. Для использования в селекционных программах и для внедрения в производство в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РФ рекомендованы сортообразцы Эмма и Шахеризада как наиболее адаптированные и продуктивные.

#### Библиографический список

1. Вертикова Е. А. Изучение исходного материала для селекции зернокормовых культур //Аграрный научный журнал. – 2018. – №. 3. – С. 3-8.

2. Вертикова Е. А. Селекция зернокормовых культур в условиях Поволжья //Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2016. – №. 9 (81). – С. 74-93.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Альянс, 2014. – 351 с.
4. Петров Н. Ю., Ефремова Е. Н., Федорова В. А. Особенности роста и развития сортов и гибридов сахарного кукурузы //Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – №. 3 (19). – С. 35-39.
5. Шмаль В. В. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию //М.: Изд-во «Хлебпродинформ». – 2013.
6. Шпаков А. С. и др. Кормопроизводство Нечерноземной зоны: состояние и перспективы развития //Адаптивное кормопроизводство. – 2020. – №. 4. – С. 6.

## ИЗУЧЕНИЕ СОРТОВ СОИ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГИОНА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

*Елена Владимировна Демьяненко<sup>1</sup>к.с.-х.н., доцент,*

*Василий Владимирович Трунов<sup>2</sup>*

*Ольга Игоревна Шилкина<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Калужский филиал ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г.  
Калуга

<sup>2</sup> ЛНИИР-филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Липецк

**Аннотация.** В статье изложены результаты полевого опыта по изучению сортов сои Северо-Кавказской селекции на дерново-подзолистых супесчаных почвах Центрального региона Нечерноземной зоны. Изучены пять сортов. Исследования показали, что почвенно-климатические условия являются благоприятными для выращивания сортов сои и получения высоких и стабильных урожаев исследуемой культуры.

**Ключевые слова:** соя, сорта, биологическая урожайность, вегетационный период.

## STUDY OF SOYBEAN VARIETIES OF NORTH CAUCASIAN BREEDING IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL REGION OF THE NON-CHERNOZEM ZONE

*Elena Vladimirovna Demyanenko<sup>1</sup>PhD in Agriculture, Associate Professor*

*Vasily Vladimirovich Trunov<sup>2</sup>*

*Olga Igorevna Shilkina<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Kaluga branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Kaluga, Russia

<sup>2</sup> LNIIR-branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center VNIIMK, Lipetsk, Russia

**Abstract.** This article presents the results of a field experiment studying soybean varieties bred in the North Caucasus on sod-podzolic sandy loam soils in the Central Region of the Non-Chernozem Zone. Five varieties were studied. The research showed that the soil and climatic conditions are favorable for growing soybean varieties and achieving high and stable yields.

**Keywords:** soybeans, varieties, biological yield, vegetation period.

**Введение.** Соя – это древнейшее растения стратегического и многоцелевого назначения, которое возделывается человеком [1]. С развитием науки и новых производственных и перерабатывающих мощностей появляются современные направления ее использования. Она применяется как продовольственная, кормовая и техническая культура, но и растет ее использование для фармацевтических и медицинских целей. Соя становится одним из главных растительных объектов в развивающейся биоэкономике, она представляет собой сырье, которое служит для производства биотоплива и органических волокон. В мире идет возрождение интереса к распространенному в древности на Востоке использованию соевых бобов как овощной культуры [2]. Соя применяется для создания продуктов с функциональными свойствами, оказывающих профилактическое и терапевтическое действие при многих болезнях. С использованием традиционных кормов из сои (зеленой массы, жмыха, кормовых фосфатидов, полножирновой соевой муки, дерти, соломы и др.) для животных и птицы, также корма находят применение в рыбоводстве [3].

Вопросы повышения продуктивности, стабильности урожая семян сои, расширения ареала возделывания культуры остаются актуальными. В решении этих проблем значительное внимание уделяется экологической адаптации. Основным критерием оценки адаптивности изучаемых сортов является их реакция на факторы внешней среды. В признаке «урожайность» сосредоточены почти все реакции изучаемого материала на условия выращивания. Погодные условия часто препятствуют получению стабильных и высоких урожаев сои. Причин низкой урожайности зернобобовых культур много, в том числе большой урон наносит природа, когда жесточайшие засухи повторяются несколько лет подряд, немалый вред причиняют и несвоевременные осадки. Поэтому при возделывании сои важным моментом является адаптивность сортов – способность формировать стабильный урожай в различных условиях выращивания [4].

Цель исследования – изучение биологического и селекционного потенциала сои Северо-Кавказской селекции. В задачи исследования входила оценка вегетационного периода сортов сои, посевых качеств семян в зависимости от сортовых особенностей, оценка ценных хозяйственных признаков для выявления, наиболее адаптированных в условиях Центральной нечерноземной зоны.

**Материалы и методика исследования.** Полевой опыт проводился в 2023 г. на опытном поле Калужского филиала ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в городе Калуга ( $54^{\circ}$  с.ш.).

Закладку опыта, наблюдения и учеты осуществляли согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5], Методике агротехнических исследований в опыте с основами полевыми культурами [6] и математическую обработку экспериментальных данных осуществляли с помощью программного пакета MsExcel.

Объектом исследования служили 5 сортов сои селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Предшественник – зерновые колосовые культуры. Под предпосевную культивацию внесены минеральные удобрения в виде азофоски ( $N_{16}P_{16}K_{16}$ ). Посев ручной, по мерному шпагату, широкорядный. Уборка по достижении растениями биологической спелости вручную. Посев проводился в оптимальный для данного региона срок 11 мая. Норма высева 500 тыс. всхожих семян на гектар. Учетная площадь делянки 5 м<sup>2</sup>. За стандарт приняли сорт сои Георгия, допущенный к возделыванию по Центральному региону.

По данным метеостанция аэропорта города Калуги погодные условия в год проведения исследований характеризовались различными показателями среднесуточной температуры воздуха и осадками имели некоторые отклонения от климатической нормы. Сравнительный анализ температуры показал, что в период с мая по август наблюдалось незначительное превышение средних температурных значений. Особенно заметное отклонение от нормы зафиксировано в июле и августе, когда температура воздуха превышала норму на 5-8 °C.

Распределение осадков в течение роста и развития сои отличалось выраженной неравномерностью. Май характеризовался дефицитом осадков – их количество составило на 32 % меньше от нормы. В противоположность этому, июнь и июль показали избыточное увлажнение с превышением средних многолетних данных на 33,5 %. Максимальное количество осадков за весь период наблюдалось в августе. Несмотря на отмеченные колебания температурного режима и осадков, совокупность метеорологических условий в 2023 г. были благоприятными для роста и развития растений сои.

**Результаты исследований.** Для условий Нечерноземной зоны вегетационный период является определяющим и имеет важное селекционное и хозяйственное значение. Продолжительность определяется пригодностью сорта к возделыванию в агроклиматической зоне.

Таблица 1 – Характеристика основных показателей продуктивности сортов сои в условиях Центральной Нечерноземной зоны

№	Сорт	Вегетационный период, дни	Высота растения, см	Количество бобов на 1 растение, шт.	Количество семян на 1 растение, шт.	Масса 1000 семян, г	У биол., ц/га
1	Георгия стандарт	–	103	29,7	7,3	13,4	143,1
2	Пума	143	44,8	12,7	26,1	185,4	12,6
3	Саяна	127	27,3	9,1	15,4	168,8	10,6
4	Баргузин	132	27,0	7,7	14,6	154,8	10,2
5	Липчанка	121	27,3	8,2	15,4	149,4	10,2
6	Лира	132	29,7	9,1	16,9	98,2	7,6
	HCP <sub>05</sub>	-	-	-	-	-	1,11

Принято считать, что с продвижением подавляющего мирового ассортимента сортов сои в более высокие и более длиннодневные широты относительно пункта их выведения, их вегетационный при прочих равных

условиях увеличивается, в среднем, на 3 дня на каждый географический градус [7]. В условиях 2023 г. продолжительность вегетационного периода исследуемых сортов составила от 103 до 143 дней. Все изучаемые сорта селекции ВНИИМК созревали позже на 18-40 дней. Самым ранним созревшим сортом из изучаемых был сорт Липчанка, срок созревания которого составил 121 день, что на 18 дней позже сорта стандарта Георгия.

Высота растений считается одним из основных признака у сои, который определяет технологичность сорта, пригодность к механизированной уборке.

Высота растения у изучаемых сортов варьировала от 27 до 44,8 см. Высокорослыми были сорт Пума (44,8 см) и Лира (29,7 см). Сорт стандарт Георгия имел высоту 29,7 см. Все изучаемые сорта высоту более 27 см.

Количество бобов по сортам изменялось от 7,3 (сорт Георгия) до 12,7 шт./раст. (сорт Пума). Минимальными показателями характеризовались сорт сои Георгия (7,3 шт./раст.) и сорт Баргузин (7,7 шт./раст.), максимальными – Пума (12,7 шт./раст.) и сорта Саяна и Лира по (9,1 шт./раст.).

Количество семян варьировало по сортам от 13,4 до 26,1 шт./раст. Минимальное количество семян было отмечено у сорта стандарта Георгия (13,4 шт./раст.), максимальное – у сорта Пума (26,1 шт./раст.), Лира (16,9 шт./раст.) и у сортов Саяна и Липчанка по 15,4 шт./раст.

У изучаемых сортов показатель массы 1000 семян варьировал от 98,2 г – сорт Лира до 185,4 г – сорт Пума.

Наибольшую биологическую урожайность семян сформировал позднеспелый сорт Пума 12,5 ц/га. Сорта Саяна, Баргузин и Липчанка также обеспечили достаточно высокую биологическую урожайность 10,2-10,6 ц/га. Сорт стандарт Георгия имел высокие показатели этого хозяйствственно-ценного признака 8,9 ц/га.

**Выводы.** Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать выводы о том, что возделывания новых сортов сои селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК в условиях Центральной Нечерноземной зоне выгодно.

#### **Библиографический список**

1. Демьяненко, Е. В. Применения современных гуминовых удобрений в посевах сои сорта Георгия в условиях Калужской области / Е. В. Демьяненко // Научные труды по агрономии. – 2022. – № 1. – С. 5-9. – DOI 10.35244/2658-7963-2022-7-1-5-9.
2. Демьяненко, Е. В. Продуктивность ярового рапса и сои в зависимости от применения гуминовых удобрений и агрометеорологических условий / Е. В. Демьяненко, В. В. Карпачев, Е. И. Сеничев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2023. – Т. 15, № 4. – С. 12-17. – DOI 10.36508/RSATU.2023.95.13.003.
3. Петибская, В. С. Использование сортового разнообразия семян сои для увеличения арсенала пищевых и функциональных продуктов / В. С. Петибская, Л. А. Кучеренко, С. В. Зеленцов // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2006. – № 2(135). – С. 115-121.

4. Тевченков, А. А. Экологическая пластичность и стабильность сортов сои в агроклиматических условиях Калужской области / А. А. Тевченков, Е. И. Сеничев, В. В. Трунов // Зернобобовые и крупаные культуры. – 2025. – № 3(55). – С. 26-32. – DOI 10.24412/2309-348X-2025-3-26-32.
5. Юрина, А. В. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / А. В. Юрина. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 1985. – 110 с.
6. Лукомец, В. М. Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами / В. М. Лукомец, Н. М. Тишков, С. А. Семеренко. – 3-е издание, переработанное и дополненное. – Краснодар: ООО "Просвещение-Юг", 2022. – 538 с.
7. Лукомец, В. М. Экзогенная регуляция фенотипического проявления признака фотопериодической чувствительности у сои / В. М. Лукомец, С. В. Зеленцов, Е. В. Мошненко // Масличные культуры. – 2022. – № 4(192). – С. 35-52. – DOI 10.25230/2412-608X-2022-4-192-35-52.

# ИСТОЧНИКИ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ СОИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЦФО РФ

*Евгений Игоревич Сеничев*

Липецкий научно-исследовательский институт рапса – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», г. Липецк

**Аннотация.** В условиях Липецкой области в 2025 г. изучена продолжительность вегетационного периода и основные элементы структуры урожая 50 сортообразцов сои отечественной и иностранной селекции. Выделен ряд форм, отличающихся улучшенным комплексом хозяйствственно-ценных признаков. Их можно использовать при создании новых сортов сои для условий лесостепной зоны ЦФО РФ.

**Ключевые слова:** соя, вегетационный период, урожайность, высота растений.

## SOURCES OF ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS FOR SOYBEAN BREEDING IN THE FOREST–STEPPE ZONE OF THE CENTRAL FEDERAL DISTRICT OF THE RUSSIAN FEDERATION

*Evgeny Igorevich Senichev*

Lipetsk Rapeseed Research Institute – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center " V.S. Pustovoit All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds", Lipetsk, Russia

**Abstract.** In the conditions of the Lipetsk region in 2025, the duration of the growing season and the main elements of the crop structure of 50 varieties of soybeans of domestic and foreign breeding were studied. A number of forms are distinguished by a set of economically valuable features. They can be used to create new varieties for the conditions of the forest-steppe zone of the Central Federal District of the Russian Federation.

**Keywords:** soybeans, growing season, yield, plant height.

**Введение.** Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) относится к культурам, имеющим ключевое значение в сельскохозяйственном производстве [1]. Продукты питания для животноводства, произведенные из семян сои, являются незаменимым высокобелковым компонентом, обладающим высокой кормовой ценностью. В

связи с этим в последнее время в России и в Центральном федеральном округе, в частности, наблюдается интенсивный рост производства сои, востребованной как для внутреннего потребления, так и имеющей высокий экспортный потенциал [2]. Селекционная работа по сое ведется в различных направлениях с применением множества методов и методик. Изучение и выявление, генотипов, адаптированных к возделыванию на различных почвах, позволит снизить потери при производстве продукции в стрессовых условиях. Селекционная работа по сокращению вегетационного периода, позволит возделывать раннеспелые сорта в северных районах [3].

В связи с этим целью наших исследований является изучение сортообразцов сои в условиях лесостепной зоны ЦФО РФ и их группировка по морфологическим признакам, элементам продуктивности и последующим выявлением наиболее перспективных генотипов.

**Материалы и методы исследований.** Изучение сортообразцов сои проводили в 2025 г. на полях лаборатории селекции и первичного семеноводства сои ЛНИИР-филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Липецк на широте 52° при максимальной длине дня 16 ч 51 мин. Посев проводился селекционной сеялкой СН-16 в оптимальный период 9 мая. Норма высева из расчета 500 тыс. семян/га, междуурядья 15 см. Повторность опыта – трехкратная. Учетная площадь делянки 12 м<sup>2</sup>. Опыты проведены в системе инновационной технологии возделывания сои для хозяйств Липецкой области.

Объектом исследований в опыте по изучению исходного материала, являются сорта отечественной и зарубежной селекции, а также сорта селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Сорт-стандарт – допущенный к возделыванию в Центральном Черноземье ранний сорт сои Баргузин.

Работа в лаборатории селекции и первичного семеноводства сои проводилась согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и «Международного классификатора сои СЭВ» [3, 4, 5].

**Результаты исследований.** Основным критерием оценки адаптивности изучаемых сортов сои к широтным и климатическим условиям Липецка служит продолжительность вегетационного периода (табл.1).

Изучение вегетационного периода развития растений имеет большое значение при подборе родительских пар для гибридизации. В наших исследованиях вегетационный период вызревших сортов варьировал в зависимости от генотипа от 100 до 114 суток. Самыми ранними, созревшими за 100 суток, были сорта Липчанка и Краса, а также сорт-стандарт Баргузин.

Наиболее позднеспелым среди сортообразцов сои был сорт Спарта, вегетационный период которого на 14 суток больше по сравнению с сортом-стандартом Баргузин.

Габитус растений должен обеспечивать высокую технологичность сорта сои и эффективность производственного процесса агроценоза, учитывая, что генотипические различия начального роста проростков сои оказывают слабое влияние на морфобиологические параметры взрослых растений, что позволяет

селекционеру вести по ним независимый целенаправленный отбор, как на начальных этапах развития, так и на более поздних.

Таблица 1 – Характеристика лучших сортообразцов сои, выделившихся по признаку раннего и среднераннего вегетационного периода на фоне типичных региональных погодных условий

Сорт	Вегетацион- ный период, сут	Высота, см		Кол-во ветвей, шт.	Урожайность	
		растения	прикрепления нижнего боба		т/га	откл. от стандарта, ± т/га
Баргузин – стандарт	100	102,5	15,5	2,1	2,00	-
Спарта	114	68,0	8,1	3,6	2,97	+0,97
Касатка	105	105,3	20,0	2,1	2,74	+0,74
СКЭлана	101	112,5	16,0	2,1	2,41	+0,41
Липчанка	100	118,8	20,0	1,8	2,31	+0,31
Краса	100	103,0	19,0	1,8	2,27	+0,27
Мезенка	110	107,5	18,0	2,5	2,25	+0,25
Аргента	102	93,5	18,0	2,0	2,24	+0,24
ЭНАргумент	105	105,0	18,0	2,1	2,24	+0,24
Аляска	105	89,0	16,5	2,1	2,01	+0,01
HCP <sub>05</sub>					0,17	

Особые требования для селекционной работы предъявляют к сортам сои на пригодность к механизированной уборке. Вновь созданный сорт должен иметь высокое прикрепление нижнего боба над уровнем почвы, быть устойчивым к полеганию, что обеспечит минимальные потери при уборке сои механизированным способом.

Высота растений связана с устойчивостью растения к полеганию. В условиях засухи в фазу налива семян, как правило, короткостебельные сорта снижают свою продуктивность. Максимальная высота растений (118,8 см) отмечалась у сорта сои Липчанка, минимальная (68 см) у сорта Спарта. У всех изучаемых сортов полегаемость не наблюдалась.

Высота прикрепления нижнего боба у изучаемых сортов в среднем составила 16,9 см, что позволяет произвести качественную механизированную уборку урожая. У сорта Спарта прикрепление нижнего боба было самым низким и составило 8,1 см.

Из всех изучаемых сортов сои, выделенных по признаку более раннего созревания, было выделено 8 сортообразцов, относящихся к ранней группе спелости, их урожайность статистически не уступала сорту стандарту Баргузин. Среди них наибольший интерес представляет сорт Касатка и СК Элана, сформировавшие урожайность 2,74 и 2,41 т/га, соответственно, и превысившие стандарт на 0,74 и 0,41 т/га. Урожайность сортов: Липчанка, Краса, Мезенка, Аргента и ЭНАргумент, варьирующая в пределах от 2,24 до 2,31 т/га, превышала сорт стандарт Баргузинна 0,24–0,31 т/га. Сорт сои Аляска несущественно превысил стандарт. Наибольшая урожайность отмечалась у среднераннего в

условиях Липецка сорта Спарта – 2,97 т/га, что на 0,97 т/га больше, чем у сорта Баргузин. При небольшой высоте и низком прикреплении бобов, этот сорт сформировал в среднем 3,6 ветви. Сорт Спарта может быть интересен как источник признака увеличенного количества ветвей.

**Вывод.** Таким образом, выделенные в ходе эксперимента 8 ранних и 1 среднеранний сорт могут сочетать с высокой урожайностью, что позволяет рассматривать их как перспективный исходный материал для селекции на повышенную адаптивность к условиям лесостепной зоны ЦФО РФ. Источниками короткого вегетационного периода могут выступать сорта Липчанка и Краса, а в качестве источника признака повышенной урожайности сорт сои Спарта.

### **Библиографический список**

1. Демьяненко, Е. В. Применения современных гуминовых удобрений в посевах сои сорта Георгия в условиях Калужской области / Е. В. Демьяненко // Научные труды по агрономии. – 2022. – № 1. – С. 5-9. – DOI 10.35244/2658-7963-2022-7-1-5-9.
2. Агробиологическая оценка масличных культур в условиях лесостепи ЦФО РФ / С. В. Зеленцов, В. В. Карпачев, А. А. Тевченков, Е. В. Мошненко // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2023. – № 4(30). – С. 83-90. – DOI 10.24888/2541-7835-2023-30-83-90.
3. Тевченков, А. А. Оценка адаптивности сортов сои разных агроэкотипов / А. А. Тевченков, Е. И. Сеничев, В. В. Трунов // Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвящённой дню основания Российского государственного аграрного университета - Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева, Калуга, 05–15 декабря 2022 года / Калужский филиал РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Том 1. – Калуга: ИП Якунина В.А., 2023. – С. 113-117.
4. Юрина, А. В. Методика государственного сортиспытания сельскохозяйственных культур / А. В. Юрина. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 1985. – 110 с.
5. Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 1. Исследования в опытах с соей) / В. М. Лукомец, Н. М. Тишков, М. В. Трунова [и др.] // Масличные культуры. – 2023. – № 1(193). – С. 33-52. – DOI 10.25230/2412-608X-2023-1-193-33-52.
6. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Соя Glycinemax (L.) Merrill) / Утв. Председателем ФГУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» В.В. Шмаль, № 12-06/21 от 30.10.2006 г. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://gossort.com/metodic/R0080.zip> (дата обращения: 07.11.2025).

## ПРАЙМИНГ СЕМЯН ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР: МЕХАНИЗМЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ К АБИОТИЧЕСКИМ СТРЕССАМ

*А.Д. Вусык, Л.А. Бердникова, студенты 3-го курса Института  
агробиотехнологии,*

*Научный руководитель – А.С. Симагина, ассистент кафедры генетики,  
селекции и семеноводства*

*ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва*

**Аннотация.** Зернобобовые культуры, которые имеют важное значение для мирового сельского хозяйства благодаря своей высокой питательной ценности и способности к азотфиксации, часто сталкиваются со значительным снижением урожайности из-за таких факторов стресса, как соленость, засуха и экстремальные температуры. Предварительная обработка семян является перспективной стратегией, применяемой перед посевом, которая позволяет повысить жизнеспособность семян, их устойчивость к стрессу и общую урожайность. В статье представлен обзор методов предпосевной обработки (прайминга) семян, включая гидро-, осмо- и биоприминг. Рассмотрено влияние обработки на прорастание, рост и продуктивность растений, с акцентом на зернобобовые культуры. Особое внимание удалено роли прайминга в повышении устойчивости к абиотическим (засуха, засоление) стрессам. Чтобы сделать продовольственные системы более устойчивыми к изменению климата, важно расширять практические исследования и внедрять в агротехнику различные виды прайминга бобовых.

**Ключевые слова:** предпосевная обработка семян, прайминг, зернобобовые культуры, устойчивость к стрессам, засухоустойчивость, солеустойчивость, «иммунная память» семян.

## PRIMING OF LEGUMINOUS SEEDS: MECHANISMS FOR INCREASING RESISTANCE TO ABIOTIC STRESSES

*A.D. Vusik, L.A. Berdnikova, 3rd year students of the Institute of Agrobiotechnology,  
Scientific adviser – A.S. Simagina, Assistant Professor of the Department of Genetics,  
Breeding and Seed Production*

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
Moscow, Russia

**Abstract.** Leguminous crops, which are important for global agriculture due to their high nutritional value and nitrogen fixation ability, often face significant yield declines due to stress factors such as salinity, drought, and extreme temperatures.

Pretreatment of seeds is a promising strategy applied before sowing, which allows to increase the viability of seeds, their resistance to stress and overall yield. The article provides an overview of the methods of pre-seed treatment (priming) of seeds, including hydro, osmotic and bioprimer. The effect of processing on germination, growth and productivity of plants is considered, with an emphasis on leguminous crops. Special attention is paid to the role of priming in increasing resistance to abiotic (drought, salinity) stresses. To make food systems more resilient to climate change, it is important to expand practical research and introduce various types of legume priming into agricultural technology.

**Keywords:** pre-sowing seed treatment, priming, leguminous crops, stress resistance, drought resistance, salt resistance, "immune memory" of seeds.

**Введение.** На протяжении всей истории сельское хозяйство имело основополагающее значение для развития человечества, обеспечивая продовольственную безопасность, экономическую стабильность и основу для цивилизаций, и продолжает играть решающую роль в решении текущих проблем, таких как устойчивость и изменение климата. Бобовые относятся к числу наиболее важных сельскохозяйственных культур благодаря их питательной ценности и способности связывать атмосферный азот, снижая потребность в синтетических удобрениях. Однако эти культуры часто подвергаются различным экологическим стрессам, включая засуху, засоление и экстремальные температуры, которые сильно ухудшают их рост и урожайность.

**Цель:** систематизировать и проанализировать современные данные о методах предпосевной обработки (прайминга) семян зернобобовых культур, оценить их влияние на повышение устойчивости к абиотическим стрессам (засоление, засуха, экстремальные температуры).

**Материалы и методы:** анализ научных публикаций за последние 10 лет, посвящённых методам прайминга семян зернобобовых культур (соя, нут, чечевица, фасоль, горох).

**Результаты и обсуждение.** Прайминг — это предпосевная подготовка семян, в ходе которой их доводят до определённой степени набухания. Ключевой принцип метода заключается в контролируемом поглощении влаги: процесс останавливают до того, как семя начнет прорастать, то есть до момента, когда корешок прорывает семенную оболочку. Предпосевная обработка семян заключается в их частичной гидратации для запуска метаболических процессов, при этом не допуская появления корешков. Прорастание семян обычно включает три фазы (рисунок): фаза I – гидратация семени (пассивное поглощение воды); фаза II – фаза активации, (восстановление метаболической активности); фаза III – начало процессов роста (прорастание радикулы).

На эффективность праймирования семян влияют различные факторы, включая вид и генотип культуры, используемый метод обработки, продолжительность и температура, качество семян и условия хранения, условия окружающей среды после праймирования [1]. За прошедшие годы были внедрены многочисленные методы предварительной обработки семян:

гидропрайминг, осмопрайминг, солевой прайминг, гормональный прайминг, биопрайминги нанопрайминг.

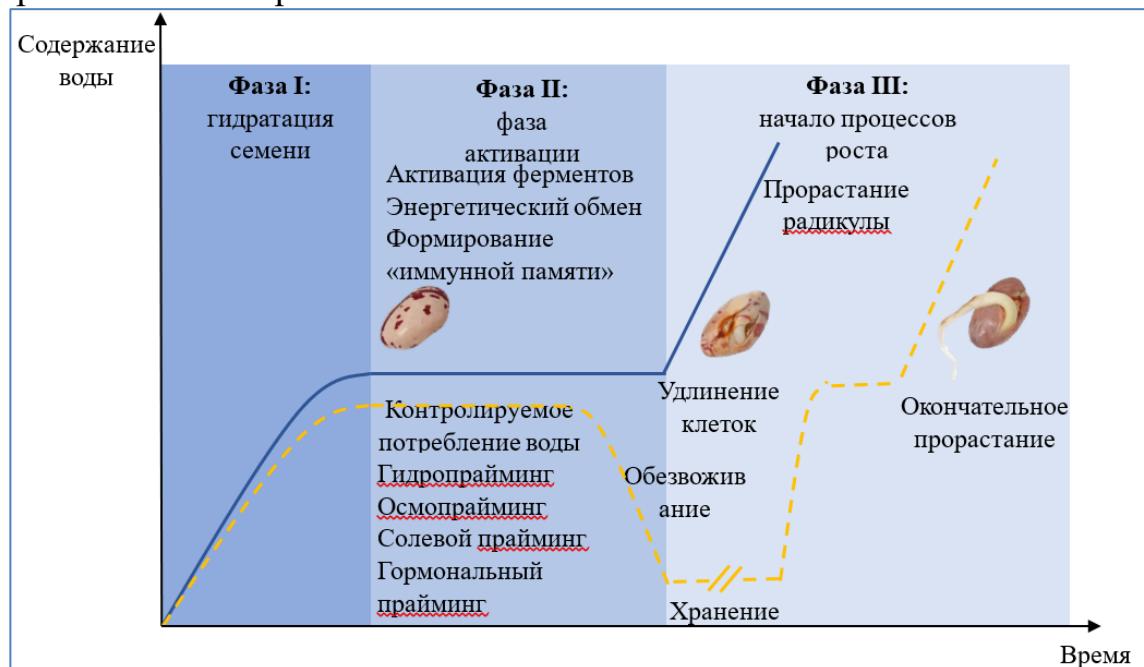


Рисунок. Фазы прорастания семян

Замачивание семян в воде, также известное как гидропрайминг, — это простой, но эффективный метод, позволяющий улучшить прорастание и повысить жизнеспособность рассады на ранней стадии. Этот метод предусматривает погружение семян в воду на определенный период времени с контролируемым обезвоживанием перед посевом. Его широкое распространение можно объяснить простотой, универсальностью и адаптируемостью. Гидропрайминг улучшает скорость прорастания и силу роста проростков, активируя метаболические процессы, необходимые для их развития.

Осмопрайминг — это метод замачивания семян в растворе, содержащем осмотические вещества: растворы сахаров с последующей просушкой перед посевом. К распространённым осмотическим агентам относятся сахара (сахароза, глюкоза), полиолы (глицерин, сорбит, маннит), полиэтиленгликоль и другие растворы. Применение полимера ВПК-402 (0,05-0,5%) для предпосевной обработки семян демонстрирует повышение всхожести до 90%, энергии прорастания до 70% и усиление стрессоустойчивости и продуктивности [7]. Семена также могут обрабатываться в растворах неорганических солей, таких как  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$  и др. Этот метод известен как солевой прайминг. Подобная обработка семян усиливает антиоксидантную активность и способствует ремонту клеточных мембран. Это актуально для бобовых (нут, чечевица, маш, соя) к водному, солевому и щелочному стрессу, что является распространенной проблемой в засушливых регионах [6]. Во многих случаях семена обрабатывают различными фитогормонами, такими как аскорбат, салициловая кислота, кинетин, гибберелловая кислота и другие, чтобы стимулировать рост проростков. Метод основан на активации специфических сигнальных путей. Исследования подтверждают, что этот метод является перспективным для повышения стрессоустойчивости растений. Определены

оптимальные концентрации регуляторов роста: абсцизовой кислоты ( $10^{-6}$  М), пирабактина ( $10^{-5}$  М) и эпибрасинолида ( $10^{-6}$  М), которые не оказывают негативного влияния на всхожесть семян и ростовые показатели [4].

Для защиты растений от патогенов и стимуляции роста используется обработка семян полезными микроорганизмами. Этот метод известен как биопрайминг. Распространёнными примерами являются ризобактерии полезные грибы, такие как *Trichoderma* и *Glomus*. Биопрайминг актуален для систем органического земледелия, где использование синтетических веществ ограничено. Результаты показывают, что обработка семян бобовых культур (люцерны) обеспечивает прибавку урожайности зеленой массы – 15,2 ц/га [3].

Нано-прайминг представляет собой нанесение наночастиц (серебра, цинка, меди), углеродных наноматериалов (графен) и наноматериалов (диоксид титана) путём замачивания, покрытия или инкапсуляции. Исследования показали, что обработка оказывает стимулирующее действие на посевные качества и ростовые параметры у бобовых культур. Установлено, что у сои (*Glycine max* L.), клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) и люцерны изменчивой (*Medicago × varia* Martyn) применение нанокремнезема способствовало повышению энергии прорастания (на 0.7–6.9%), лабораторной всхожести семян (на 0.7–12%) и накопления их надземной биомассы (на 14.6–31.1%) в зависимости от вида [2].

Сельскохозяйственный сектор постоянно сталкивается с проблемами, вызванными абиотическими стрессорами, такими как засоление, засуха, экстремальные температуры и избыток тяжелых металлов в почве. Эти неблагоприятные факторы наносят значительные потери продукции.

Солевой стресс остается главной проблемой, и ожидается, что его влияние усиливается из-за последствий различных методов орошения. По данным «Россельхозземмониторинг», в 2022 году в России было выявлено засоление на площади 262,09 тыс. га сельскохозяйственных угодий (2,8% от общей обследованной площади). Солевой стресс вызван осмотическим стрессом, возникающим в прикорневой зоне из-за высокой концентрации ионов в почвенном растворе. Аналогичным образом, засуха вызывает дефицит воды, провоцирует накопление абсцизовой кислоты (АБК), что дополнительно усиливает закрытие устьиц и стрессовые реакции. Различные исследования показали, что длительная засуха может привести к потерям урожайности от 27% до 87% у чечевицы [5]. Экстремальные температуры, например, тепловой стресс может вызывать денатурацию белков, нарушать функцию ферментов и ухудшать фотосинтез. Холодовой стресс делает клеточные мембранные против более жесткими и склонными к потере герметичности, замедляет ферментативные реакции и может привести к повреждению от охлаждения. Чрезмерное накопление тяжелых металлов в почве вызывает изменения в микробной активности, снижает плодородие и качество почвы.

Среди основных подходов, используемых для повышения устойчивости растений к солевому и водному стрессу, прайминг семян доказал свою эффективность в усилении резистентности к упомянутым абиотическим стрессам. Этот процесс вызывает эффект «памяти к стрессам». Семена

накапливают большее количество осмопротекторов и растворенных веществ, необходимых для облегчения осмотической адаптации. Эффективность прайминга семян в значительной степени зависит от различных факторов, включая природу растворённых веществ и содержание воды, тип прайминговых агентов, продолжительность, температуру и т.д. Обработанные семена также могут сталкиваться с проблемами хранения, поскольку имеют сокращённый срок годности и повышенную склонность к порче. При недостаточном контроле эти условия могут способствовать развитию патогенов. Для снижения этого риска большинство специалистов после обработки проводят воздушную сушку семян для предотвращения грибной поражения и сохранения их жизнеспособности.

**Заключение.** В заключении следует отметить, что прайминг — метод биохимической индукции, повышающий их посевные качества в стрессовых условиях. Он активирует защитные механизмы: антиоксидантную систему и осмотическую регуляцию, формируя «иммунную память» семян, что усиливает их устойчивость при прорастании. На примере зернобобовых культур доказано, что прайминг улучшает всхожесть, энергию прорастания и устойчивость к засолению, засухе и экстремальным температурам. В основе лежит запуск метаболических процессов и усиление экспрессии генов стрессоустойчивости. Однако эффективность метода зависит от вида культуры, методики обработки, внешних условий, продолжительности прайминга и используемых агентов. Несмотря на потенциал метода, важно учитывать его ограничения перед применением.

#### **Библиографический список:**

1. Бухаров, А. Ф. Прайминг - инновационное развитие методологии подготовки семян к посеву (обзор) / А. Ф. Бухаров, А. В. Янченко, А. Ю. Федосов // Овощи России. – 2023. – № 5. – С. 28-36. – DOI 10.18619/2072-9146-2023-5-28-36. – EDN RGDVQZ.
2. Зеленков В. Н. и др. ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН КРУПНО-И МЕЛКОСЕМЯННЫХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР ГИДРОТЕРМАЛЬНЫМ НАНОКРЕМНЕЗЕМОМ //Актуальная биотехнология. – 2022. – №. 1. – С. 292.
3. Смирнова И. Э., Саданов А. К. БИОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ВСХОЖЕСТИ КОРМО-БОБОВЫХ КУЛЬТУР //Актуальная биотехнология. – 2021. – №. 1. – С. 67-70.
4. Шерстнева О. Н. и др. Влияние фитогормонов и их аналогов на прорастание семян и морфометрические показатели проростков //Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №. 6. – С. 604-604.
5. Choukri H. et al. Heat and drought stress impact on phenology, grain yield, and nutritional quality of lentil (*Lens culinaris* Medikus) //Frontiers in Nutrition. – 2020. – Т. 7. – С. 596307.
6. Ibrahim EA. Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. J Plant Physiol. 2016 Mar 15;192:38-46. doi: 10.1016/j.jplph.2015.12.011. Epub 2016 Jan 16. PMID: 26812088.

7. Mouradi M. et al. Osmopriming improves seeds germination, growth, antioxidant responses and membrane stability during early stage of Moroccan alfalfa populations under water deficit //Chilean journal of agricultural research. – 2016. – T. 76. – №. 3. – C. 265-272.

## МОДЕЛЬ СЕМЕННОГО ТРАВОСТОЯ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

*В.Н. Золотарев, к.с.-х.н., доцент*

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», г. Лобня, Московская обл.

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию влияния полегания травостоя на семенную продуктивность клевера лугового сорта Агат. Проведены модельно-полевые опыты с использованием специальных конструкций для предотвращения полегания растений. Выявлены различия в структуре и распределении соцветий по ярусам травостоя, показавшие значительное повышение урожайности семян при отсутствии полегания. Полученные результаты имеют прикладное значение для оптимизации технологии выращивания клевера и повышения его семенной продуктивности.

**Ключевые слова:** клевер луговой, полегание, структура семенного травостоя, архитектоника ярусного расположения соцветий, полегание, урожайность, семена.

## THE MODEL OF THE SEED HERBAGE MEADOW CLOVER

*V.N. Zolotarev, PhD in Agriculture, Associate Professor*

Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Moscow region, Lobnya, Russia

**Abstract.** The article is devoted to the study of the effect of herbage lodging on the seed productivity of meadow clover of the Agate variety. Model field experiments were conducted using special structures to prevent plants from lodging. Differences in the structure and distribution of inflorescences across the grasslands were revealed, which showed a significant increase in seed yield in the absence of lodging. The results obtained are of practical importance for optimizing the technology of clover cultivation and increasing its seed productivity.

**Keywords:** meadow clover, lodging, structure of seed herbage, architectonics of the longline arrangement of inflorescences, lodging, yield, seeds.

**Введение.** В большинстве районов Нечерноземной зоны, в первую очередь, в Северо-Западном, Центральном и Волго-Вятском регионах европейской части РФ, клевер луговой является наиболее востребованной и ценной культурой из многолетних бобовых трав для полевого и лугопастбищного кормопроизводства [1-3]. Повышение эффективности использования клевера лугового во многом связана с обеспеченностью хозяйств семенами. Эта культура характеризуется широкой амплитудой варьирования величины урожайности. Так, сборы семян отличалась по годам большим

варьированием, от 0,15 до 0,511 т/га, разница между средними значениями за отдельные периоды составила 70,5% [4]. В зависимости от комплекса факторов биологического (эндогенных, генетически обусловленных) и экологического характера реальный коэффициент реализации потенциальной семенной продуктивности у клевера не превышает 20-45 % [5]. Среди агрофитоценотических причин негативного влияния на формирование высокой урожайности одной из главных причин является чрезмерное полегание травостоев [6]. Предрасположенность растений клевера к полеганию обусловлена биологическими особенностями их роста. В связи с тем, что у клевера по форме развития (с недерминантной или индетерминантной органообразовательной деятельностью верхушечной меристемы) репродуктивные побеги относятся к промежуточному типу и в культуре одновременно обеспечивают формирование как урожая зеленой массы, так и семенной продуктивности [7]. При этом у клевера тенденция к преобладанию вегетативного развития над генеративным размножением заложена эволюционно и проявляется при формировании органогенного потенциала. Но, тем не менее, клевер луговой с точки зрения видовой устойчивости характеризуется не только активной способностью к вегетативному возобновлению, но и сохраняет высокий потенциал семенного размножения.

Современные селекционные сорта клевера лугового отличаются широкой амплитудой хозяйствственно-полезных признаков и биологических свойств, высокой кормовой продуктивностью [8-10]. Изучение потенциальных возможностей по семенной продуктивности растений и влияние биотических и абиотических факторов на ее реализацию имеет большое значение для определения резервов урожая семян. В рамках этого направления исследований изучение особенностей формирования урожайности в зависимости от агротехнических факторов имеет не только теоретическое, но и практическое значение для повышения эффективности клеверосеяния.

**Цель работы** – в модельно-полевом опыте определить ярусность расположения репродуктивных органов на растениях клевера лугового и изучить влияние полегания травостоя на реализацию потенциала семенной продуктивности двуухосного сорта Агат в условиях Центрального Нечерноземья.

**Материалы и методы.** Исследования проводили в 2019-2020 гг. на опытном поле ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» с кислотоустойчивым сортом клевера лугового Агат. Новый сорт зарегистрирован в Госреестре с 2023 г., отличается высокой зимостойкостью, высокой продуктивностью. Длина вегетационного периода от отрастания до начала цветения составляет 64 дня. Второй укос формируется за 46–50 дней в зависимости от погодных условий года. Уборочная спелость семян наступает через 135 дней после начала вегетационного периода. Отличительной особенностью данного сорта при выращивании на семена является сравнительно небольшая масса подгона [11]. Средняя высота растений клевера сорта Агат достигает 63,7 см в 1-м и 44,3 см — во 2-м укосе, что на 1,8 и 1,1 см меньше, чем у стандарта. Важным хозяйствен-

биологическим свойством сорта является облиственность растений. Данный показатель у сорта Агат составляет 54,4 и 72,4% в зависимости от укоса, что выше стандарта на 6,8 и 3,3% соответственно.

В модельно-полевом опыте с целью поддержания стеблей в вертикальном положении в процессе их роста на травостой устанавливали специальные металлические каркасы в начале фазы весеннего отрастания растений клевера с размерами: длина 2,0 м погонных, ширина – 1,0 м и высота 1,0 м с проволочными клетчатыми поперечными поярусными перекрытиями по всей площади с шагом по высоте через каждые 0,10 м и размером каждой ячейки 0,10x0,10 м. По мере вертикального роста стеблей они опирались на проволочный каркас и не полегали.

Площадь одной опытной делянки составляла 2,0 м<sup>2</sup>, повторность 3-х кратная. Контролем служили делянки аналогичной площади на типичном травостое с естественной степенью складывающегося полегания в полевых условиях. Опыт закладывали на травостое 1-го г.п., густота стояния растений на опытных делянках составляла 72-78 растений на 1 м<sup>2</sup> при их равномерном расположении с шириной между рядами 15 см.

Учет количества головок, их обсемененность проводили поярусно, вручную срезая соцветия с последующим их структурным анализом и определением посевных качеств семян.

**Результаты и обсуждение.** Исследования показали, что в семенной культуре длина стеблей клевера сорта Агат в зависимости от густоты растений и погодных условий вегетационных сезонов в период активного роста (май-июль) находилась в диапазоне от 114,2 до 134,4 см. Исходя из таких параметров полегание травостоев составляло от 52 до 72%. Основным фактором, определяющим величину семенной продуктивности растений клевера, является структура травостоя, включающая количественные показатели соцветий, наличие семян в головке и их выполнленность. Анализ пространственной структуры таких посевов показал, что около 28 % соцветий располагаются в ярусе 0-20 см (табл.). В результате специфики системы донорно-акцепторных отношений саморегуляции ростовых процессов, перенаправляющей основной поток фотоассимиляントов и минеральных элементов на обеспечение ростовых процессов в верхнюю часть растений, в нижней части наблюдалось формирование головок клевера с меньшим количеством цветков, на 10 %. Кроме того, из-за более затрудненного доступа насекомых-опылителей к соцветиям в толще травостоя их обсемененность снижалась также на 10 %.

Результаты исследований показали, что при обеспечении условий для вертикального роста растений основное количество, 86 %, плодоносящих наиболее развитых соцветий располагалось на высоте 50-80 см (табл.). Эти головки характеризовались наибольшим количеством цветков, 93-98 шт., а также большим содержанием семян, 62-66 шт. При увеличении яруса расположения соцветий, в связи с более поздним их сроком формирования, в головках число цветков и семян снижалось. Следует отметить, что общее количество головок клевера в неполегшем травостое на 20 % было выше, чем естественно полегшем.

Таблица – Структура травостоя и распределение урожая семян по ярусам у позднеспелого сорта клевера лугового Агат (в среднем за 2019-2020 гг.).

Ярус травостоя, см	Кол-во головок, шт./м <sup>2</sup>		*Коли- чество цветков в головке, шт.	*Коли- чество семян в головке, шт.	Масса 1000 семян, г	Сбор семян, г/м <sup>2</sup>	Всхожесть, %	
	всего	в т.ч. цветущих, зеленых, шт./м <sup>2</sup>					всего	в т. ч. твердых
<b>Неполегший травостой</b>								
80–100 и >	42	9	86	52	1,72	2,6	88	10
70–80	201	26	93	62	1,88	12,2	96	14
60–70	408	35	98	64	1,90	29,9	97	12
50–60	332	20	96	66	1,84	23,4	95	16
40–50	84	4	92	60	1,78	5,2	93	16
30–40	23	1	88	54	1,71	1,0	89	20
0–30		-	-	-	-	-		
Всего:	1090					74,2		
<b>Полегший травостой</b>								
20–45	650	36	95	60	1,83	35,7	96	19
0–20	258	14	88	54	1,76	13,9	91	23
Всего:	907	49				47,1		

\*в бурых головках.

Учет распределения урожая по ярусам показал, что при вертикальном развитии растений 72 % семян от общей величины сформировалось на высоте побегов в ярусе 50-70 см, то есть в средней их части. В целом сбор урожая в неполегшем травостое на 36 % превысил этот показатель при полегании в естественных условиях.

**Заключение.** Полученные результаты позволили получить более полное представление о биологии развития клевера, особенностях формирования урожайности в зависимости от степени полегания. Изучение закономерностей реализации семенного потенциала клевера лугового двуухосного типа при создании условий для развития растений без фактора полегания имеет не только теоретическое, но и практическое значение для осуществления возможностей биологического регулирования за развитием и ростом с целью создания слабополегающих травостоев с заданными параметрами структуры с использованием агротехнических приемов.

#### Библиографический список

1. Донских Н.А., Михайлова А.Г., Пивень М.Г. Сравнительная продуктивность разных сортов клевера лугового при возделывании на кормовые цели в условиях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(62). – С. 17-26. DOI: 10.24412/2078-1318-2021-1-17-26
2. Касаткина Н. И., Нелюбина Ж. С. Продуктивность сортов клевера лугового в условиях Волго-Вятского региона // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2023. – № 1(66). – С. 39-45. – DOI 10.31677/2072-6724-2023-66-1-39-45.

3. Шихова И. В., Арзамасова Е. Г., Попова Е. В. Изучение семенной продуктивности селекционных популяций клевера лугового в условиях Кировской области // Таврический вестник аграрной науки. – 2023. – № 2(34). – С. 136-147. – DOI 10.5281/zenodo.8272097.
4. Феоктистова, Н. А. Соотношение кормовой и семенной продуктивности клевера лугового (*Trifolium pratense L.*) в Западной Сибири // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2025. – Т. 20, № 1(77). – С. 34-40. – DOI 10.12737/2073-0462-2025-1-34-40.
5. Колясникова Н. Л. Роль репродуктивной биологии в решении проблемы повышения семенной продуктивности кормовых бобовых трав // Пермский аграрный вестник. – 2015. – № 4 (12). – С. 60-64.
6. Золотарев В. Н. Сопряженность семенной продуктивности клевера лугового с полеганием травостоя // Адаптивное кормопроизводство. – 2022. – № 1. – С. 13-25. – DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2022-1-13-25.
7. Туркова Е. В. Морфогенетический цикл апикальных меристем. Типы онтогенеза побегов: 4. Многолетние травянистые бобовые растения // Вестник Московского университета. Серия 16: Биология. – 2005. – № 3. – С. 27–32.
8. Шихова И. В., Попова Е. В., Арзамасова Е. Г. Оценка семенной продуктивности сложногибридных популяций клевера лугового // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – 22(1) – С. 47-56. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.47-56>
9. Бушуева В.И., Ковалевская Л.И. Селекция клевера лугового различных типов спелости в Беларуси. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академии, 2021. – 127 с.
10. Касаткина Н.И., Нелюбина Ж.С. Оценка сортов клевера лугового в условиях среднего Предуралья // Вестник Казанского Государственного аграрного университета. – 2021. – Т.16. № 4 (64). – С. 15–18.
11. Новоселов М. Ю., Дробышева Л. В., Старшинова О. А., Одноворова А. А. Новый сорт клевера лугового Агат: селекция и основные хозяйствственные характеристики // - Кормопроизводство. – 2023. – № 9. – С. 30-33. – DOI 10.25685krm.2023.9.2023.004

## ОСОБЕННОСТИ СЕМЕНОВОДСТВА ЛЯДВЕНЦА РОГАТОГО (LOTUS CORNICULATUS L.) В ЛУГОПАСТБИЩНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*Андрей Романович Тяжкороб, заведующий лабораторией кафедры  
растениеводства и луговых экосистем Института агробиотехнологии  
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва  
Email: tyazhkorob@rgau-msha.ru*

**Аннотация.** В данной работе актуализирована роль лядвенца рогатого в лугопастбищных фитоценозах. Освещены основные проблемы семеноводства данной культуры и предложены пути их решения.

**Ключевые слова:** лядвенец рогатый, бобовые травы, вздутие рубца, семенная продуктивность, растрескивание бобов, твердокаменность семян, десикант.

## FEATURES OF SEED PRODUCTION OF BIRDS-FOOT TREFOIL (LOTUS CORNICULATUS L.) ON A GRASSLAND FARM

*Andrey Romanovich Tyazhkorob, Head of the Laboratory of the Department of Crop Production and Meadow Ecosystems at the Institute of Agrobiotechnology  
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
Moscow, Russia  
Email: tyazhkorob@rgau-msha.ru*

**Abstract.** In this work, the role of the hornworm in grassland phytocenoses is actualized. The main problems of seed production of this crop are highlighted and ways to solve them are proposed.

**Keywords:** hornworm, leguminous grasses, scar swelling, seed productivity, bean cracking, seed hardness, desiccant.

**Введение.** В центральном районе Нечерноземной зоны России огромное значение имеет отрасль животноводства. Укрепление кормовой базы – важнейшая задача современного кормопроизводства. Актуальная проблема заключается в том, что при растущей потребности в кормах их качество зачастую оставляет желать лучшего по причине низкого содержания протеина и других нутриентов. Это ведет к неоправданному повышению норм кормления сельскохозяйственных животных, а также к снижению их продуктивности. Улучшить качество кормов возможно благодаря включению в многолетние травостои бобовых трав, которые отличаются более высокой питательностью и продуктивным долголетием в отличие от злаков [1].

**Цель работы.** Выполнить обзор отечественной и зарубежной литературы по теме исследования. Обозначить преимущества лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) в лугопастбищном хозяйстве, обосновать необходимость расширения семеноводства данной культуры, указать на трудности при производстве семян и предложить пути их решения.

**Материалы и методы.** При анализе источников отечественной и зарубежной литературы по заданной теме применялись методы поиска, сравнительного анализа, структурирования информации.

**Результаты.** Лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.) на сегодняшний день не пользуется популярностью в травосеянии, хотя обладает рядом безусловных достоинств по сравнению с другими бобовыми травами(рисунок).



Рисунок. Лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.)

1) Лядвенец обладает незаурядной способностью к азотфиксации. Отмечено, что за вегетационный период он способен связать в надземной массе до 140 кг/га биологического азота. Следовательно, данный вид не требует внесения азотных удобрений, за исключением стартовых доз при посеве.

2) Лядвенец является весьма неприхотливой культурой. Он способен расти на обедненных фосфором почвах, переносить непродолжительное переувлажнение. Считается засухоустойчивой и зимостойкой культурой. Способен выдерживать существенное подкисление почв.

3) Растение обладает высоким продуктивным долголетием. Известно, что при 2-х или 3-х кратном скашивании на сено держится в травостое до 10 лет.

4) Может использоваться как элемент зеленого конвейера, т.к. дает ранний и поздний сочный корм.

5) Лядвенец рогатый способен аккумулировать в зеленой массе конденсированные танины в количестве от 10 до 40 г на 1 кг сухого вещества. Роль этих метаболитов состоит в том, чтобы сместить место переваривания протеина у КРС из рубца в кишечник, тем самым предотвращая вздутие первого (явление тимпании).

6) Ввиду вышеописанных особенностей переваривания протеина животные выделяют меньше азота в составе мочи, что снижает денитрификацию азота в атмосферу, а также выбросы парниковых газов.

7) За счет более полного усвоения белка в ЖКТ сельскохозяйственных животных, лядвенец способствует отложению полиненасыщенных жирных кислот, в частности Омега-3, в молочных продуктах и мясе, что улучшает органолептические показатели этих продуктов.

8) Содержащиеся в лядвенце конденсированные танины стимулируют рост шерсти, увеличивают секрецию молока, а значит в целом повышают эффективность преобразования корма [2].

Такой обширный перечень достоинств лядвенца рогатого обуславливает необходимость его повсеместного внедрения в лугопастбищные травостои Нечерноземной зоны РФ. Основой для широкого распространения лядвенца является организация его семеноводства в передовых травосеющих хозяйствах. Однако этот процесс скрывает в себе определенные проблемы.

Известно, что генетически урожайность семян лядвенца рогатого находится на уровне 1200 кг/га, в то время как средняя мировая урожайность семян составляла менее 200 кг/га в конце прошлого столетия. При соблюдении интенсивной технологии возделывания и оптимальных погодно-климатических условиях на практике можно получать до 400-600 кг/га семян. Но если уборка происходит в условиях резкого изменения влажности воздуха – потери семян могут составить до 50 кг/га. Основной причиной этого является растрескивание бобов и осыпание семян. В сухом климате потери от растрескивания могут доходить до 50% и более [3]. Ученые из ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса определили, что растрескивание бобов начинается при относительной влажности воздуха 62–64 % и температуре воздуха 21–23 °C, а наиболее интенсивно — при снижении этого показателя до 48–50 %.

Как видно из приведенных исследований, растрескивание бобов во многом зависит от влажности воздуха. Однако этот показатель можно отчасти регулировать густотой посева: в более разреженных посевах воздух суще, а значит создается больше предпосылок к неравномерному высыханию и растрескиванию бобов. Таким образом, одним из решений данной проблемы можно считать рекомендацию возделывать лядвенец в смеси с многолетними злаковыми травами (овсяницей луговой и райграсом пастбищным). Эта мера позволила получить урожайность в 216 кг/га за счет того, что злаковый компонент стал «биологической опорой» для прорастающих или полустоячих генеративных стеблей лядвенца. Однако, выращивание лядвенца рогатого на семена в травосмесях со злаками не позволяет основной культуре раскрыть весь свой потенциал урожайности ввиду создаваемой конкуренции за влагу и элементы питания. Кроме того, смешанные посевы непригодны для проведения апробации, а значит годятся только для внутрихозяйственного обеспечения семенами.

Еще один способ решения проблемы растрескивания бобов – создание сортов, устойчивых к этому фактору. Имеются данные о связи формы бобов со степенью их растрескивания. А именно, круглые бобы лопаются чаще и раньше, чем более плоские.

Весьма многообещающим является практика применения перед уборкой специальных препаратов, созданных на основе специальных смол или искусственного латекса. Они уже широко применяются в культуре гороха и некоторых крестоцветных с целью склеивания створок плодов и предотвращения их вскрытия при высыхании.

Существенные потери семян при уборке лядвенца рогатого также вызваны техническими трудностями его комбайнирования. Проблему представляет обширная листовая поверхность, которая остается зеленой до момента уборки. Попадая в зерновой ворох, зеленые листья измельчаются в молотильно-сепарирующем устройстве и повышают общую влажность убираемой массы. Это делает практически невозможным оптимальную настройку комбайна. Потери семян увеличиваются в 2-3 раза, их содержание в полове может достигать 60%. В то же время потери семян при прямом комбайнировании сухой массы не превышают 10%.

Для решения данной проблемы в хозяйствах активно практикуют применение десикантов – специальных препаратов, которые подсушивают зеленую массу и ускоряют созревание семян за счет реутилизации элементов питания из вегетативных органов растения в генеративные. Хорошие результаты показывает использование десикантов на основе диквата [4].

Особенностью многих бобовых многолетних трав является твердокаменность семян. Это явление обусловлено наличием особых клеток в оболочке семени, непроницаемых для воды. Такие семена не набухают, но и не загнивают при проращивании в эталонных условиях за установленное время. Урожай семян лядвенца может на 96% состоять из твердокаменных семян. Отчасти это является преимуществом с точки зрения хранения семенного материала. Однако твердокаменность превращается в серьезную проблему в период посева лядвенца.

Для предпосевной подготовки твердых семян применяют способ под названием прайминг (SeedPriming). Существует множество видов этой процедуры, но в любом случае ее цель – повышение энергии прорастания и всхожести семян. Наиболее привычным способом прайминга является скарификация – механическое нарушение оболочки семян с целью облегчения доступа влаги к зародышу и как следствие ускорения прорастания [5].

**Выводы.** Лядвенец рогатый – действительно перспективная культура для отечественного кормопроизводства. Неоспорима необходимость ее повсеместного внедрения. Однако для этого требуется наращивать мощности по семеноводству данной культуры. Ввиду особенностей биологии лядвенца рогатого имеются некоторые трудности в получении урожая его семян. Но уже сегодня агрономическая наука готова предложить решения этих проблем, которые в дальнейшем будут совершенствоваться.

#### **Библиографический список**

1. Иванова, С.И. Влияние возрастающих доз азота на кормовую продуктивность многолетних трав / С.И. Иванова [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2019. - № 12. – С. 19-24.

2. Лазарев, Н.Н. Лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.) в органическом пастбищном хозяйстве / Н.Н. Лазарев, Е.М. Куренкова, О.В.Кухаренкова [и др.] // Кормопроизводство. – 2023. – № 1. – С. 3-11.
3. Winch J. E., Macdonald H. A. Flower, pod and seed development relative to the timing of the seed harvest of vikingbirdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) // Canadian Journal of Plant Science. – 1961. – Т. 41. – №. 3. – Рр. 523–532.
4. Золотарев, В.Н. Биологическое обоснование способов уборки семенных травостоев лядвенца рогатого / В. Н. Золотарев // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Сборник научных трудов. Том 22 (70). – Москва: Угрешская типография, 2020. – С. 78-90.
5. Золотарев, В.Н. Прайминг как фактор повышения эффективности семеноводства лядвенца рогатого / В.Н. Золотарев // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Сборник научных трудов. Том 24 (72). – Москва: Угрешская типография, 2020. – С. 94-105.

## ОСОБЕННОСТЬ ПЕРЕДАЧИ СОРТОВЫХ ПРИЗНАКОВ СЛЕДУЮЩЕМУ ПОКОЛЕНИЮ ЛЮЦЕРНОЙ ИЗМЕНЧИВОЙ СОРТА ВЕГА 87

*И.С. Зайцев, Г. В. Степанова, к.с.-х.н., доцент*  
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», Московская обл., г. Лобня

**Аннотация.** Исследована стабильность проявления хозяйственно ценных признаков люцерны изменчивой сорта Вега 87, полученного из семян урожаев разных лет. Установлено, что погодные условия формирования семян влияют незначительно на последующую продуктивность, облиственность и содержание сырого протеина. Показано, что сорт Вега 87 способен сохранять стабильные сортовые признаки независимо от климатических колебаний. Результаты подтверждают перспективность использования сорта Вега 87 в качестве генетического материала для селекции новых высокопродуктивных сортов люцерны.

**Ключевые слова:** люцерна изменчивая, сорт Вега 87, сортовые свойства, продуктивность, сухое вещество, облиственность, сырой протеин.

## THE PECULIARITY OF THE TRANSFER OF VARIETAL CHARACTERISTICS TO THE NEXT GENERATION OF THE ALFALFA VARIABLE VEGA 87 VARIETY

*I.S. Zaitsev, G. V. Stepanova, PhD in Agriculture, Associate Professor*  
Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Moscow  
region, Lobnya, Russia

**Abstract.** The stability of the manifestation of economically valuable traits of variable alfalfa of the Vega 87 variety obtained from seeds of crops of different years has been studied. It was found that the weather conditions of seed formation have little effect on subsequent productivity, foliage, and crude protein content. It has been shown that the Vega 87 variety is able to maintain stable varietal characteristics regardless of climatic fluctuations. The results confirm the prospects of using the Vega 87 variety as a genetic material for breeding new highly productive alfalfa varieties.

**Keywords:** variable alfalfa, Vega 87 variety, varietal properties, productivity, dry matter, foliage, crude protein.

**Введение.** Сорт люцерны изменчивой Вега 87 создан во ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, включен в Государственный реестр в 1988 году [1]. Высокую урожайность, пластичность и адаптивную способность сорта отмечают многие исследователи по всей стране, регистрируя урожайность сухого вещества от 6,47

т/га до 9,9 т/га [2-6]. За рубежом исследователи фиксируют урожайность от 3,6 т/га до 7,5 т/га [7, 8]. Однако во многих исследованиях отмечается, что сорт Вега 87 уступает более современным сортам по урожайности и облиственности [5, 9].

В общем, сорт Вега 87 обладает высокой пластичностью, но урожайностью ниже современных сортов. Потому сорт Вега 87 можно использовать как донора признака пластичности, а также стабильности передачи сортовых признаков [10].

**Цель работы** – выявить степень стабильности экспрессии основных хозяйствственно-ценных признаков растениями люцерны изменчивой сорта Вега 87, выросшими из оригинальных семян урожая разных лет, существенно различавшихся погодными условиями.

**Материал, методы и условия проведения исследований.** Опыт заложен в 2022 году семенами сорта Вега 87 из питомников сортосохранения (ПСС) разных лет урожая, всхожесть которых была выше 50%. Семена образца 2010 г. формировались в условиях (по классификации Г.Т. Селянинова [11, 12]) сильной засухи, ГТК= 0,49. Образец урожая 2011 г. сформировался в условиях недостаточной влажности, ГТК= 0,92. Урожаи 2007, 2012, 2016 и 2017 гг. сформировались в условиях достаточного увлажнения, ГТК равен соответственно 1,09; 1,11; 1,50; 1,27.

Оценку образцов люцерны изменчивой сорта Вега 87 проводили на Опытном поле ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в селекционном севообороте люцерны. Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая, средне окультуренная: содержание гумуса по Тюрину 2,04%, рН солевой вытяжки 5,14, содержание общего азота 0,11 %, фосфора 140,86, калия 50,69 мг на кг почвы. Опыт заложен в 3-х кратной повторности, площадь делянок 5 м<sup>2</sup>, посев сплошной, рядовой, междуурядья 0,15 м. Учеты и наблюдения – по общепринятой методике [11]. Сравнение частных значений хозяйствственно-ценных признаков отдельных образцов проводили со средним значением всех испытываемых образцов. Статистическая обработка сделана методами дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа [14]. В 2023, в первых циклах 2024 и 2025 годов укосы проводили в фазу начала цветения. Во вторых циклах 2024 и 2025 годов люцерну скашивали в фазу начала бутонизации, а в третьем укосе 2024 г. – в фазу стеблевания. В 2023 и 2025 годах не сформировался травостой третьего укоса из-за дефицита влаги во второй половине августа и сентябре (ГТК <0,40), была очень сильная засуха.

Во все годы исследований травостой первого и второго укосов рос и развивался при сравнительно благоприятных погодных условиях (ГТК 0,79-1,92), а третьего – в условиях дефицита влаги (ГТК 0,10-0,37). Поэтому в первый (ГТК 0,10) и третий (ГТК 0,24) годы пользования травостой, достаточный для хозяйственного использования, совсем не сформировался, а во второй год пользования (ГТК 0,37) был небольшим.

**Обсуждение результатов исследований.** Урожаи семян, полученных в 2007, 2010, 2011 и 2016 годы варьировали от 430 до 650 кг/га. Урожаи семян 2012

и 2017 годов достигали 120-180 кг/га со значительно более низкой урожайностью.

В исследовании оценивали стабильность сорта люцерны изменчивой Вега 87 на примере оригинальных семян из питомников сортосохранения урожая разных лет (2007, 2010, 2011, 2012, 2016, 2017). Посев осуществлен в 2022 году, наблюдения проводились в 2023-2025 гг. (первый-третий годы пользования).

В 2023 году продуктивность образцов колебалась от 1,30 до 1,61 кг/м<sup>2</sup>, среднее значение составило  $1,46 \pm 0,28$  кг/м<sup>2</sup>. Различия между отдельными образцами оказались статистически не существенными. В 2024 году продуктивность образцов выровнялась, находясь в пределах 1,52-1,68 кг/м<sup>2</sup>, среднее значение составляло  $1,62 \pm 0,17$  кг/м<sup>2</sup>. В 2025 году продуктивность возросла, достигнув 1,66-1,99 кг/м<sup>2</sup>, в среднем  $1,81 \pm 0,22$  кг/м<sup>2</sup>, что, как мы полагаем, связано с лучшей влагообеспеченностью. В среднем за три года (табл. 1) продуктивность образцов составила 1,63 кг/м<sup>2</sup>. Существенных различий между образцами разных лет урожая не выявлено, за исключением значительного превышения на 0,16 кг/м<sup>2</sup> образца 2011 года над образцом 2010 года.

Таблица 1 – Продуктивность образцов люцерны изменчивой сорта Вега 87 по годам пользования, посев 2022 г.

Год уборки семян образцов люцерны	Сухое вещество, кг/м <sup>2</sup>			
	2023	2024	2025	Средняя 2023-2025 гг.
2007	1,61	1,52	1,66	1,60
2010	1,31	1,62	1,78	1,57
2011	1,54	1,66	1,99	1,73
2012	1,30	1,65	1,83	1,59
2016	1,41	1,68	1,80	1,63
2017	1,60	1,56	1,79	1,65
Среднее	1,46	1,62	1,81	1,63
HCP <sub>05</sub>	0,28	0,17	0,22	0,15

Продуктивность по сухой массе существенно колебалась по укосам и годам в зависимости от погодных условий. Первый укос был наиболее урожайным. В среднем за три года продуктивность составила  $0,94 \pm 0,07$  кг/м<sup>2</sup>. Наивысшие показатели (1,11-1,22 кг/м<sup>2</sup>) зафиксированы в 2025 году при благоприятных условиях (осадки 125,4 мм, сумма температур 1164,0 °C, ГТК 1,08). Образец 2007 года в этом году обладал наименьшей продуктивностью. Во втором укосе средняя продуктивность была ниже и составила  $0,63 \pm 0,07$  кг/м<sup>2</sup>. В виду погодных условий, третий укос сформировался только в 2024 году, и средняя продуктивность составила  $0,18 \pm 0,02$  кг/м<sup>2</sup>.

Таким образом, продуктивность первого укоса в среднем на 49% превышала продуктивность второго. Статистически значимых различий между средним значением продуктивности и значениями отдельных образцов не выявлено.

Качество кормовой массы оценивали по облиственности и содержанию сырого протеина в разные фазы развития (табл. 2). В фазу начала цветения средняя облиственность образцов составила  $47,1 \pm 1,0\%$ , содержание сырого протеина варьировало в пределах  $19,29 \pm 0,63\%$ . Существенных различий между образцами не было выявлено. В фазу начала бутонизации показатели несколько возросли. Облиственность составила  $50,0 \pm 0,8\%$ , содержание протеина –  $23,76 \pm 0,47\%$ . Образцы 2010 и 2012 годов по этим показателям значительно лучше других образцов.

В фазу стеблевания мы наблюдали наибольший процент облиственности за все фазы в  $68,8\% \pm 1,2\%$  и, как следствие, высокое содержание протеина в  $28,81\% \pm 0,56\%$ . Статистически образец 2017 года превосходил все остальные образцы.

Таблица 2 – Качество кормовой массы образцов люцерны изменчивой сорта Вега 87 в зависимости от фазы развития, среднее 2023-2024 гг.

Год уборки семян образца	Начало цветения		Начало бутонизации		Стеблевание			
	Содержание, %							
	Облиственность	Сырой протеин	Облиственность	Сырой протеин	Облиственность	Сырой протеин		
2007	46,3	18,63	49,8	23,27	67,9	27,96		
2010	49,4	20,73	51,3	24,54	67,9	28,27		
2011	46,0	19,26	49,7	23,78	69,4	29,10		
2012	46,5	18,56	51,0	24,28	67,1	28,61		
2016	46,9	19,28	49,2	23,46	70,0	29,17		
2017	47,3	19,26	48,8	23,20	70,5	29,76		
Сред.	$47,1 \pm 1,0$	$19,29 \pm 0,63$	$50,0 \pm 0,8$	$23,76 \pm 0,47$	$68,8 \pm 1,2$	$28,81 \pm 0,56$		
r	$0,89$		$0,93$		$0,85$			
$b_{yx}$	$0,57$		$0,51$		$0,40$			
$t_r$	$4,06$		$5,04$		$3,17$			
$t_{05}$	$2,57$							
$t_{01}$	$4,03$							

Корреляционно-регрессионный анализ показал высокую зависимость содержания сырого протеина от облиственности. В фазы начало цветения и начало бутонизации выявлена высоко существенная связь между облиственностью и содержанием сырого протеина: коэффициенты корреляции  $r = 0,89$  и  $0,93$ , фактические критерии существенности корреляции  $t_r = 4.06$  и  $5.04 > t_{01} = 4.03$ . В фазу стеблевания отмечена существенная зависимость содержания протеина от облиственности:  $r = 0,85$ ,  $t_r = 3,17 > t_{05} = 2,57$ . Коэффициенты регрессии ( $b_{yx}$ ) показывают, что при увеличении облиственности на 1% содержание сырого протеина в фазу начала цветения возрастает на 0,57 %, в фазу начало бутонизации – на 0,51 %, в фазу стеблевания – на 0,40 % (табл. 2).

**Заключение.** Оценка оригинальных образцов люцерны изменчивой сорта Вега 87, выращенных в разных погодных условиях, в питомниках сортосохранения разных лет посева позволила установить:

1. Погодные условия года получения семян не оказывают существенного влияния на продуктивность, облиственность, содержание сырого протеина в сухом веществе растений, выращенных из этих семян;

2. Образцы люцерны сорта Вега 87, имея сравнительно низкую облиственность в фазу начало бутонизации (49-51%), в условиях повышенной теплообеспеченности синтезировали в сухом веществе 23,20-24,54 % сырого протеина.

Следовательно, сорт люцерны изменчивой Вега 87 является ценным исходным материалом для создания новых сортов со стабильно устойчивым сохранением сортовых качеств в процессе размножения семян в разных погодных условиях.

### **Библиографический список**

1. Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2024.- 624 с. [C.79].
2. Лазарев Н. Н. Продуктивное долголетие новых сортов люцерны (*Medicago sativaL.*) при интенсивном скашивании / Н. Н. Лазарев, Д. В. Пятниский // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2016. – №5. – С. 39-52.
3. Лазарев Н. Н. Луговые травы в Нечерноземье: урожайность, долголетие, питательность / Н. Н. Лазарев, А. Н. Исаков, А. М. Стародубцева. // Издательство РГАУ-МСХА, 2015. – 219 с.
4. Камова А. И. Формирование смешанных и одновидовых фитоценозов с люцерной изменчивой (*MedicagovariaMart.*) в республике Карелия / А. И. Камова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2024. – №4. – С. 37-46.
5. Мингалев С. К. Сравнительная продуктивность сортов многолетних бобовых трав в условиях среднего урала / С. К. Мингалев // Аграрный вестник Урала. – 2016. – №12. – С. 57-61
6. Иванова Е. П. Влияние способа посева на развитие и продуктивность люцерны при долголетнем использовании в условиях приморского края / Е. П. Иванова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – №9. – С. 23-26.
7. Introduction of Russian alfalfa varieties in Mongolian forest steppe zone / M. Uuganzaya, N. Dashlkundev, N. Khishigsuren [et al.] // Adaptive Fodder Production. – 2023. – No. 4. – P. 15-23. – DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2023-4-15-23.
8. Мочалов, Д. А. Продуктивность сортов люцерны на супесчаной почве Центральной зоны Беларуси / Д. А. Мочалов, Д. Н. Володькин, Н. Ф. Надточай // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2022. – № 58. – С. 232-237.
9. Сорта люцерны для северных регионов возделывания / Г. В. Степанова, А. А. Ионов, Н. М. Барсуков, А. В. Пьянков // Кормопроизводство. – 2023. – № S11. – С. 32-36.- DOI: 10.25685/krm.2023.11.2023.004
10. Золотарев В.Н. Методы исследования посевых качеств и динамики прорастания семян люцерны/ В.Н. Золотарев, Т.Н. Козлова // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных наукаў. – 2025.-т.63. №4.- С. 315-325.<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2025-63-4-315-325>

11. Галеева, Э. М. Анализ изменения значений гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова в пределах Башкирского Зауралья / Э. М. Галеева, В. В. Баринов, Е. Н. Сайфуллина // Астраханский вестник экологического образования. – 2023. – № 2(74). – С. 71-77. – DOI 10.36698/2304-5957-2023-2-71-77.
12. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценки климата// Труды по сельскохозяйственной метеорологии- Л.: Гидрометеоиздат, 1928.-вып. 20.-С. 165-177.
13. Методические указания по селекции и первичному семеноводству многолетних трав.-М.: Россельхозакадемия, 1993.-112 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта.- М.: «Колос», 1979.- 416 с.

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ СВОЙСТВА МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ ЛЮЦЕРНЫ СЕРПОВИДНОЙ И ИЗМЕНЧИВОЙ

*A.C. Шабля, Г.В. Степанова, к.с–х.н., доцент  
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»*

**Аннотация.** Проведен сравнительный анализ морфологических особенностей и хозяйственных свойств межвидовых гибридов люцерны серповой и изменчивой. Рассмотрены такие важные характеристики, как интенсивность отрастания, высота растений, продуктивность зеленой массы и сена, а также содержание сырого протеина и устойчивость к заболеваниям. Особое внимание уделено влиянию происхождения родительских форм на выраженность ключевых признаков. Выделены перспективные комбинации гибридов, обладающие повышенными хозяйствственно полезными свойствами, такими как улучшенная продуктивность и качество корма, что позволяет рекомендовать их для дальнейшего изучения и возможного внедрения в производство.

**Ключевые слова:** люцерна серповидная (желтая), люцерна изменчивая, гибрид, интенсивность отрастания, зеленая масса, сырой протеин, сено.

## MORPHOLOGICAL FEATURES AND ECONOMIC PROPERTIES OF INTERSPECIFIC HYBRIDS OF ALFALFA SICKLE AND VARIABLE

*A.S. Shablya, G. V. Stepanova, PhD in Agriculture, Associate Professor  
Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Moscow  
region, Lobnya, Russia*

**Abstract.** A comparative analysis of the morphological features and economic properties of interspecific hybrids of alfalfa sickle and variable has been carried out. Such important characteristics as the intensity of regrowth, plant height, productivity of green mass and hay, as well as the content of crude protein and resistance to diseases are considered. Special attention is paid to the influence of the origin of parental forms on the severity of key features. Promising combinations of hybrids with increased economically useful properties, such as improved productivity and feed quality, have been identified, which makes it possible to recommend them for further study and possible introduction into production.

**Keywords:** sickle-shaped (yellow) alfalfa, variable alfalfa, hybrid, regrowth rate, green mass, crude protein, hay.

**Введение.** Люцерна серповидная (*Medicago falcata* L.)— одно из наиболее ценных кормовых растений. Дикорастущая люцерна серповидная встречается практически на всей территории европейской и азиатской части Российской Федерации. Она обладает высокой зимостойкостью, повышенной солевыносливостью и засухоустойчивостью по сравнению с люцерной изменчивой. Окраска венчика желтая разных оттенков, серповидная форма боба [2, 6]. В Государственном реестре селекционных достижений зарегистрировано 9 сортов люцерны серповидной. Сорта люцерны серповидной значительно превышают дикорастущие формы этого вида по урожайности, а по качеству зеленой массы, поедаемости и усвоемости корма— сорта люцерны изменчивой и посевной [10]. Сорта серповидной люцерны, в основном, созданы для использования в специфических условиях, в которых сорта изменчивой и посевной люцерны не в состоянии обеспечить в полной мере экспрессию своих хозяйствственно-ценных признаков. Например, в жестких погодно–климатических условиях Якутии или сухостепных регионах юга и юго-востока России [3, 7, 9, 10]. При возделывании сортов желтой люцерны в более благоприятных погодно–климатических и эдафических условиях значительно повышается их урожайность [1,7,9].

Подводя итог вышесказанному, появляется интерес использовать ценные свойства люцерны серповидной в селекции сортов люцерны для центральных и северных регионов Нечерноземной зоны.

**Цель работы.** Оценка морфологических особенностей и связанная с ними экспрессия хозяйственных признаков межвидовыми гибридами.

**Материалы и методы.** Были созданы и изучены межвидовые гибриды с использованием экотипов люцерны серповидной (*Medicago falcata* L.), адаптированных к условиям высокого увлажнения, и сортов люцерны изменчивой (*M. varia* Mart.). В качестве материнской формы, использовали серповидную люцерну сорт Павловская 7, пойменного экотипа, сорта Сааремаа Коллане и Карлу (остров Сааремаа), и белорусский перспективный селекционный номер Т425. В качестве отцовской формы –сорта люцерны изменчивой Агния ВИК (ФНЦ«ВИК им. В.Р. Вильямса»), Марусинская 425 (Моршанская селекционная станция), Скриверу (Литва).Оценивали три гибрида четвертого поколения (F4), полученные путем однократного свободного опыления в условиях поля:Л15/18 (♀ Павловская 7 × ♂ Скриверу(Литва));Л24/18(♀Карлу(Эстония)×♂Марусинская425);Л26/16(♀Сааремаа Коллане (Эстония) × ♂ Агния). Сложногибридную популяцию (Syn5) Л12/20, полученную свободным опылением люцерны серповидной Т425 (Беларусь) и люцерны изменчивой Пастбищная 88. Изначально, вSyn 0, растений люцерны серповидной было 80 % и 20 % изменчивой. Тетрапloidную ( $2n = 32$ ) форму люцерны северной ТБ5/20 (C5), создали колхицинированием методом вакуумной инфильтрации дикорастущей диплоидной люцерны северной (*M. borealis* L.,  $2n = 16$ ). Основной стандарт – сорт люцерны серповидной Павловская 7. Вторым стандартом взят сорт люцерны изменчивой Вега 87 [8].Испытание проводили в контролльном питомнике: площадь делянок 5 м<sup>2</sup>, повторность

трехкратная, расположение делянок в одном ярусе, размещение систематическое, посев сплошной рядовой, межурядья 0,15 м, норма высева из расчета 12 кг/га люцерны изменчивой и ТБ5/20 (тетрабореалис), а также 10,4 кг/га семян межвидовых гибридов и сортов желтой люцерны. Фенологические наблюдения и учеты зеленой массы в фазу начала цветения проводили согласно общепринятой методике [8]. В год посева (2022 г.) содержание гумуса по Тюрину — 1,94%, pH солевой вытяжки — 5,6, содержание фосфора по Кирсанову — 14,0 мг, калия по Масловой — 9,14 мг, легкогидролизуемого азота — 5,04 мг на 100 г почвы. Вегетационные периоды 2023 и 2024 гг. характеризовались отклонениями от среднемноголетних климатических показателей. В 2023 и 2024 годах погода в период с марта по ноябрь была теплее обычного: в 2023 г. температура превышала средние многолетние значения на 1,0–4,8 °С, в 2024 г. — на 2,9–6,7 °С. При этом осадков выпадало меньше нормы, особенно весной (май–июнь) и осенью (август–сентябрь). Так, в 2023 г. осадков выпало меньше на 37 мм весной и 110 мм осенью, а в 2024 г. — 52 мм и 97 мм соответственно. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по методике дисперсионного анализа, описанного Б.А. Доспеховым [4].

**Результаты.** Тетрапloidная популяция ТБ5/20 ( $2n = 32$ ) получена путем перевода 5 растений *M. borealis* ( $2n = 16$ ) на тетрапloidный уровень. По габитусу близка к люцерне изменчивой, с жестким и толстым четырехгранным полым внутри стеблем, меньше склонна к полеганию. Преимущественно окраска цветков светло–желтая и зеленовато–желтая (70–85%), бобы крупные, серповидной формы, встречаются также с одним или даже с полутора оборотами. Л12/20 синтетическая популяция (Syn5) создана свободным опылением люцерны серповидной с изменчивой и гибридами, полученными от их скрещивания (5 поколений). В Syn0: 80% растений серповидной люцерны (Т425) и только 20% растений сорта Пастбищная 88. В Syn185 — 90% растений серповидной люцерны, а в Syn5 — не более 5% растений серповидной люцерны. По габитусу растения синтетической популяции Л12/20 соответствуют растениям люцерне изменчивой. Скорее всего это связано с тем, что сорт Пастбищная 88 (*M. varia* Mart.) более высокорослый и скороспелый, закрывает люцерну серповидную в момент цветения, затрудняя ее опыление. С каждым поколением в собранных семенах преобладало потомство люцерны изменчивой. Популяция Л26/16 преимущественно (на 90–95 %) представлена типичными растениями серповидной люцерны, жёлтые цветки и серповидная форма боба. Растения гибрида Л15/18 имеют габитус как у серповидной люцерны, с окраской венчика жёлтой (85–90 %), сиреневой (2–5 %) и пёстрой (5–10 %), редкая терракотовая. Остальные морфологические признаки у растений сходны. Популяции гибрида Л24/18 представлена типичными растениями серповидной люцерны, основная окраска венчика желтая (93–97%), бобы мелкие, серповидные. Пёстроцветковые растения не отличаются от желтоцветковых по мощности и морфологическим особенностям.

Сорт Вега 87 и синтетическая популяция Л12/20 начали отрастать первыми (24 и 25 апреля), затем сорта серповидной люцерны и межвидовые гибриды (28–

30 апреля), после сорт Павловская 7 (9 мая). Интенсивность отрастания у всех номеров была выше (4,2–5,0 балла), чем у сорта–стандарта Павловская 7 в 2023–2024 годах. Исключение сорт Карлу и гибрид Л24/18, созданный на основе этого сорта. Гибриды превышали сорт Павловская 7 по интенсивности отрастания на 0,6 балла (2023) и 0,7 балла (2024). За два года исследований средняя интенсивность отрастания межвидовых гибридов после первого укоса составила 4,7 балла, на 0,2 балла выше, чем сорта Павловская 7. После второго укоса интенсивность отрастания снизилась: 3,8 балла – межвидовые гибриды, 2,8 балла – сорт–стандарт Павловская 7. Отмечено, что интенсивное восстановление травостоя после первого и второго укосов было у ТБ5/20, синтетической популяции Л12/20, сходной с люцерной изменчивой по морфологическим признакам (4,8–5,0 баллов) и сорта Вега 87 (4,1–4,2 балла). Серповидная люцерна относится к двуукосному виду, но большинство испытуемых номеров сформировали травостой третьего укоса в 2024 году, благодаря теплому сентябрю – октябрю. Исключение составил сорт Павловская 7 и гибрид Л24/18. Для межвидовых гибридов средняя продолжительность периода от первого и второго укосов до начала отрастания составила 6 суток, у номеров ТБ5/20, Л12/20 (морфологически близких к люцерне изменчивой) и сорта Вега 87 период сокращался до 4–5 суток. Отрастание у гибрида Л15/18 (создан на основе сорта Павловская 7) началось на 3–4 дня раньше сорта Павловская 7, а гибриды, в основу которых легли эстонские сорта, отрастали после укосов одновременно. Все испытуемые номера отрастали раньше сорт–стандарт Павловская 7 на 2–5 суток, после первого укоса, и на 4–7 суток, после второго укоса. При этом формирование травостоя от весеннего отрастания до первого укоса (фаза цветения) у межвидовых гибридов серповидного типа продолжалось 50–52 суток, номеров с преобладанием растений люцерны изменчиво – 55–60 суток. После первого укоса растения вступали в фазу цветения на 12–18 суток быстрее, чем при формирование первого укоса. Растения сорта Павловская 7 во время формирования второго укоса не достигали фазы начала цветения. Сорт Павловская 7 уступал остальным номерам по высоте травостоя в первом и втором укосе на 4–16 см, в третьем на 2–17 см. Средняя высота гибридов (83 и 77 см) в двух укосах находилась на уровне второго сорта–стандарта Вега 87 (85 и 81 см). Высота гибридов Л26/16 и Л24/18 в двух укосах уступала сорту Вега 87 на 4–9 и 6–8 см. На уровне сорта Вега 87 (24 см) была синтетическая популяция Л12/20 в третьем укосе. Продуктивность межвидовых гибридов была на 5–20% выше продуктивности сорта Павловская 7 по зеленой массе и на 5–25% сену. Межвидовые гибридные популяций Л12/20, Л26/16 и тетраплоидная люцерна северная ТБ5/20 на 10–20 % по зеленой массе и на 14–25% по сену оказались продуктивнее сорта серповидной люцерны Павловская 7 и на уровне сорта люцерны изменчивой Вега 87. Их продуктивность составила 4,83–5,29 кг/м<sup>2</sup> зеленой массы, 1,42–1,56 кг/м<sup>2</sup> сена. Продуктивность на уровне сорта Павловская 7 была у гибридов Л15/18 и Л24/18, на 9–14% уступала сорту Вега 87. Эстонские сорта люцерны серповидной незначительно уступали сорту Павловская 7 по зеленой массе на 3% и 10%, сену на 1% и 9%.

К ключевым преимуществам, при возделывании в Нечерноземной зоне, серповидной люцерны относятся технологичность, высокая облиственность, содержание белка и устойчивость к поражению грибными болезням. У гибридных номеров в фазу полного цветения средняя облиственность составила: первый укос – 46,7% (колебания по отдельным номерам 43,6–48,1%), второй – 48,1% (колебания 46,3–51,0%), третий – 73,3% (колебания 69,6–80,0%). Гибриды Л26/16, Л15/18, Л24/18, морфологически сходные с серповидной люцерной, а также сорт Павловская 7, выделялись наибольшей облиственностью в течение всего сезона. Селекционные номера ТБ5/20 и Л12/20, которые морфологически сходны с люцерной изменчивой, незначительно (на 0,3–2,3%) превышали сорт люцерны изменчивой Вега 87 по облиственности. В первом и во втором укосах содержание сырого протеина в сухом веществе гибридов составило 19,26% и 22,41%, соответственно, что на уровне сорта Павловская 7 (19,26% и 22,21%).

Хозяйственно значимый объём третьего укоса был сформирован у селекционных номеров ТБ5/20, Л12/20 и сорта Вега 87. Содержание сырого протеина в сухом веществе исследуемых селекционных номеров (23,56% и 23,96%) было почти одинаковым с сортом Вега 87 (23,36%). Развитие бурой пятнистости было не значительным в 2023 (0,2–2,5) и 2024 (0,1–2,0 балла) года. Устойчивость всех селекционных номеров к бурой пятнистости в среднем за два года пользования уступала сорту Павловская 7 на 0,7–1,8 балла, но превосходили на 0,6–1,1 балла сорт Вега 87.

Популяции, полностью соответствующие люцерне изменчивой (1 группа), формировались путем переопыления пяти генераций люцерны серповидной с люцерной изменчивой и перевода на тетраплоидный уровень ( $2n = 32$ ) *Medicago borealis* L. ( $2n = 16$ ), к ней относится гибридные популяции Л12/20, ТБ5/20 и сорт Вега 87. Популяции, морфологически соответствующие серповидной люцерне (2 группа) формировались при однократном свободном опылении люцерны серповидной (материнская форма) с люцерной изменчивой (отцовская форма) к ней относятся гибриды Л15/18, Л24/18, Л26/16 и сорта Карлу, Сааремаа Коллане, Павловская 7. Интенсивность ростовых процессов была выше у 1 группы, чем у 2 группы. У первой группы вегетация весной начинается раньше остальных, затем отрастали гибриды 2 группы, последним начинал отрастать сорт Павловская 7. Интенсивность отрастания весной и после укосов в среднем у 1 группы была самая высокая из всех, у 2 группы была ниже чем у 1 группы, но растениям обеих групп сорт Павловская 7 уступал. Средняя высота в фазу цветения в первом и во втором укосах была выше у 1 группы. Средняя продуктивность сена у 1 группы выше на 14-25 %, а у 2 группы на 5–14% сорта Павловская 7. По облиственности, содержанию сырого протеина, устойчивости к поражению бурой пятнистостью все селекционные номера, а также сорт Павловская 7 превосходили сорт Вега 84.

#### **Библиографический список**

1. Бурцева Н.И., Кулик Д.К., Молоканцева Е.И., Головатюк О.В. Кормовая продуктивность многолетних бобовых трав на орошаемых землях Нижнего Поволжья //Известия Нижневолжского агроуниверситетского

комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023.– № 3(71). – С. 86–96.

2. Гончаров П.Л., Лубенец П.А. Биологические аспекты возделывания люцерны. – Новосибирск: Наука, 1985. – 191 с.

3. Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию: официальное издание. – М.:Росинформагротех,2024.–620 с.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 4–е, перераб. и доп. – М.: «Колос», 1979. – 416 с.

5. Классификация и диагностика почв СССР / Сост.чл.–кор. ВАСХНИЛ В.В. Егоров, профессора В.М. Фридланд, Е.Н. Иванова [и др.]; Почв. ин–т им. В.В. Докучаева. – М.: Колос, 1977. – 221 с.

6. Кормовые растения естественных сенокосов и пастбищ СССР / под ред. проф., д–ра И.В. Ларина. – Ленинград: Издательство Всесоюзной академии с.–х. наук им. В.И. Ленина, 1937. – 945 с.

7. Ледяева Н.В. Экологическое испытание сортов многолетних трав селекции «Северо–Кавказский ФНАЦ» в условиях Республики Алтай // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 9 (203). – С. 20–25.

8. Методические указания по селекции и первичному семеноводству многолетних трав / РАСХН. ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М.: Россельхозакадемия, 1993. – 112 с.

9. Сапыкин С.В., Сапрыкина Н.В., Любцева О.Н., Цейко Л.М. Новый сорт люцерны желтой—Донская // Сборник докладов V Международной научно–практ. конф. «Проблемы и перспективы научно–инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов». – Курск. – 2023. – С. 56–61.

10. Чумакова В.В., Чумаков В.Ф., Деревянникова М.В. Адаптивные сорта кормовых трав и их семеноводство в Северо–Кавказском регионе // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сборник научных трудов. Часть II. – М.: Угрешская типография, 2022. – вып. 29 (77). – С. 58–63.

## НОВЫЙ ГИБРИД ЯРОВОГО РАПСА СМЕНА ТМ С УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ТРИБЕНУРОН-МЕТИЛУ

*Д.В. Кравченко к.с.-х.н., Ю.В. Сёмина к.б.н., В.Т. Воловик к.с.-х.н., М.В. Чирков  
к.б.н., В.В. Ромахина, Д.С. Тигинян, Д.В. Шумилина, к.б.н.*  
ООО Селекционная Компания «АСТРА»

**Аннотация.** В условиях интенсивного земледелия одной из ключевых задач остается повышение урожайности масличных культур при минимизации потерь от сорняков. Особую актуальность приобретает создание гибридов, устойчивых к современным гербицидам. Ярким примером такого решения стал новый гибрид ярового рапса Смена ТМ, обладающий устойчивостью к действующему веществу трибенурон-метилу.

**Ключевые слова:** яровой рапс, трибенурон-метил, устойчивость к гербицидам, гибрид, урожайность, масличность, адаптивность

## A NEW HYBRID OF SPRING RAPESEED, SMENA TM, WITH RESISTANCE TO TRIBENURON-METHYL

*D.V. Kravchenko, PhD in Agriculture, Yu.V. Semina, PhD in Biology,  
V.T. Volovik, PhD in Agriculture, M.V. Chirkov, PhD in Biology,  
V.V. Romakhina, D.S. Tiginyan, D.V. Shumilina, PhD in Biology  
ASTRA Breeding Company LLC, Russia*

**Abstract:** in conditions of intensive agriculture, one of the key tasks remains to increase the yield of oilseeds while minimizing losses from weeds. The creation of hybrids resistant to modern herbicides is of particular relevance. A striking example of this solution is the new hybrid of spring rapeseed, Smena TM, which is resistant to the active substance tribenuron-methyl.

**Keywords:** spring rape, tribenuron-methyl, herbicide resistance, hybrid, yield, oil content, adaptivity.

**Введение.** Ключевым фактором для увеличения производства ярового рапса является использование новых сортов и гибридов с высоким потенциалом урожайности и масличности [1]. При правильном агротехническом сопровождении и выборе технологий, адаптированных к местным условиям, современные сорта и гибриды позволяют повысить урожай и выход масла с гектара [2], одновременно снижая потери от сорных растений. Исследования подтверждают, что яровой рапс на ранних стадиях развития подвержен угнетению роста в присутствии сорных растений [3, 4]. На участках с сильным засорением, особенно крестоцветными сорными растениями, наиболее эффективным решением является применение гербицидов, позволяющих

эффективно контролировать широкий спектр сорных растений, в сочетании с возделыванием сортов или гибридов рапса с устойчивостью к таким гербицидам.

На сегодняшний день в производстве ярового рапса широко используются две схемы возделывания. Первая схема классическая, при которой возделывается любой сорт или гибрид рапса, а для его защиты от сорных растений используются гербициды, не оказывающие фитотоксического влияния на растения рапса. Для борьбы с однодольными сорными растениями используют гербициды в основном на основе галоксифопа и клетодима. Для защиты рапса от двудольных сорных растений применяют гербициды на основе клопирагида и пиклорамида. Недостатком классической схемы применения гербицидов является невозможность подавления роста сорных крестоцветных растений в посевах рапса. Вторая схема, получившая широкое распространение, включает в себя выращивание сортов и гибридов рапса с устойчивостью к имидазолинонам и применение гербицидов на их основе. Данная схема эффективно защищает посевы от двудольных и однолетних однодольных сорных растений. Недостатком этой схемы является наличие последействия имидазолинонов на последующие культуры севооборота, что приводит к ограничениям в выборе последующей за рапсом культуры, а также негативным экологическим последствиям.

Создание гибридов рапса с новым типом устойчивости к гербицидам на основе трибенурон-метила позволит возделывать данную культуру с применением гербицидов, с одной стороны эффективно защищающих от сорных растений, с другой стороны, не оказывающих влияния на последующие культуры севооборота.

Трибенурон-метил – это гербицид класса сульфонилмочевин, эффективно подавляющий многие виды двудольных сорных растений, таких как бодяк, осот, горцы, горчица, редька дикая, ромашка, марь белая, подмаренник цепкий и другие. Период распада трибенурон-метила в почве до 10 дней, что полностью исключает возможность его последействия на культурные растения севооборота.

**Цель исследования** – создание гибрида рапса с устойчивостью к трибенурон-метилу и разработка технологии его возделывания.

**Материалы и методы.** Чистые линии ярового рапса с устойчивостью к трибенурон-метилу были получены в культуре микроспор. В результате селекционной работы отобраны линии, сочетающие хозяйственno-ценные признаки с устойчивостью к трибенурон-метилу. Получение гибридных семян F1 было проведено методом химической стерилизации материнской линии в полевых условиях. Работы по разработке технологии выращивания проводились по методикам полевого опыта.

**Результаты.** Для получения сортообразцов с устойчивостью к трибенурон-метилу был использован химический мутагенез. Отбор растений с устойчивостью проводился как в условиях  *invitro* на селективных средах, так и в вегетационных опытах. Было отобрано более 50 сортообразцов с высокой степенью устойчивости к данному гербициду (рисунок 1).



Рис. 1. Линия рапса с устойчивостью к трибенурон-метилу. Вокруг растений рапса – погибающие после обработки трибенурон-метилом сорные растения

Для получения чистых линий использовали технологию культивирования микроспор *in vitro* с последующей регенерацией из них растений. Средний выход растений удвоенных гаплоидов составлял 100 штук на 0,5 млн культивируемых микроспор.

Для получения гибридов использовали ручную кастрацию потенциальных материнских растений и ручное опыление отцовскими линиями. Полученные гибридные семена (более 70 комбинаций) высевались на опытных делянках для первичной оценки на хозяйственное полезные свойства. Из изучаемых комбинаций была отобрана одна с наиболее высокими показателями. Родительские линии гибрида были размножены и для дальнейшей гибридизации использована система с применением химической стерилизации материнской линии.

Полученный гибрид ярового рапса Смена ТМ – результат целенаправленной селекционной работы, направленной на сочетание генетической устойчивости к трибенурон-метилу (Аргамак, ВДГ), высокой масличности, стабильной урожайности и адаптивности к различным почвенно-климатическим условиям (рисунок 2).

Смена ТМ относится к гибридам 00-типа (безруковье, низкоглюкозилатные).

Морфологические особенности гибрида: растение среднерослое, лист зелёный с множеством долей и средне-сильной зубчатостью края. Цветок имеет лепесток средней длины, средней ширины. Высота прикрепления нижней ветви 42-64 см. Стручок без носика средней длины, носик средний – длинный, цветоножка средняя – длинная.



Рис. 2 Общий вид посева рапса ярового Смена ТМ в фазу массового цветения



Рис. 3 Семена гибрида рапса ярового Смена ТМ

В 2024 году гибрид Смена ТМ включён в Государственный реестр допущенных к использованию сортов по семи регионам РФ: Северо-Западному (2), Центральному (3), Волго-Вятскому (4), Центрально-Чернозёмному (5), Северо-Кавказскому (6), Уральскому (9), Западно-Сибирскому (10) регионам, что подтверждает его высокую адаптивность к различным почвенно-климатическим условиям. Наибольшая урожайность была получена в Волго-Вятском регионе в 2022 году -37,9 ц/га. Потенциальная урожайность на высоких агрофонах может составлять 60-70 ц/га.

Семена гибрида Смена ТМ крупные (масса 1000 семян до 5 грамм), цвет семян гибрида варьируется от светло-коричневого до тёмно-коричневого, что служит отличительным сортовым признаком (рисунок 3). Содержание жира в семенах составляет 41,31-45,45%. Наивысшая масличность в 2025 году получена при выращивании в Свердловской (45,14%) и Челябинской (44,59%) областях. Содержание олеиновой кислоты в масле – до 68%. Содержание протеина в семенах – 20,31-25,37 %, клетчатки -12-13%. Очень хорошо гибрид зарекомендовал себя в 2025 году в Сибирском регионе. Так, в Новосибирской области при урожайности 31,7 ц/га масличность достигала 44,2%, что обеспечивает выход масла с 1 га на уровне 1,4 тонны. В Курганской и Кемеровской областях гибрид показал масличность 44,9% и 44,5%, соответственно.

Гибрид Смена ТМ обладает высокой устойчивостью к полеганию (4,4-5,0 балла) и осыпанию (3,9-5,0) баллов, а также среднеустойчив к переноносспорозу и альтернариозу.

Для получения высоких и стабильных урожаев для гибрида ярового рапса Смена ТМ разработаны технологии возделывания и защиты посевов от болезней, вредителей и сорной растительности. Рекомендуемая норма высева в зависимости от сроков сева гибрида Смены ТМ – от 60 до 70 всхожих семян/м<sup>2</sup>. В борьбе с сорными растениями важно не пропустить время применения гербицидов – гербокритический период рапса в фазу «всходы - 4 настоящих листа», когда у рапса происходит процесс формирования корневой системы и в фазу «4 - 8 настоящих листьев», когда у рапса происходит закладка будущего потенциала урожайности. Обработку гербицидом Аргамак, ВДГ(750 г/кг трибенурон-метила) рекомендуется проводить в фазу 4-6 листьев у рапса, доза применения - 25 г/га. При сильном засорении и критически неравномерном созревании рапса рекомендуется проводить десикацию.

**Выводы.** Гибрид ярового рапса Смена ТМ, полученный с применением новейших биотехнологических подходов, представляет собой уникальное технологическое решение для современных агропредприятий и сочетает в себе агрономическую эффективность, экономическую выгоду и универсальность использования. Устойчивость гибрида к трибенурон-метилу не только упрощает систему защиты растений, но и способствует повышению экологической безопасности за счет сокращения числа обработок. В условиях роста конкуренции на рынке масличных культур такой гибрид может стать ключевым элементом рентабельного рапсового производства.

#### **Библиографический список**

1. Олейникова Е. Н., Янова М. А., Пыжикова Н. И., Рябцев А. А., Бопп В. Л. Яровой рапс - перспективная культура для развития агропромышленного комплекса Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2019. №1 (142). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/yarovoy-raps-perspektivnaya-kultura-dlya-razvitiya-agropromyshlennogo-kompleksa-krasnoyarskogo-kraya> (дата обращения: 09.11.2025).
2. Гарбар Л. А. Влияние элементов технологии возделывания на формирование продуктивности рапса ярового // Вестник АГАУ. 2015. №3 (125). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-elementov-tehnologii-vozdelyvaniya-na-formirovanie-produktivnosti-rapsa-yarovogo> (дата обращения: 11.11.2025).
3. Зубкова Т. В., Гулидова В. А. Влияние гербицидов на продуктивность ярового рапса // Защита и карантин растений. 2013. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-gerbitsidov-na-produktivnost-yarovogo-rapsa> (дата обращения: 11.11.2025).
4. Булавин Л.А. Совершенствование мер борьбы с сорняками в посевах ярового рапса: аналитический обзор / Л.А. Булавин, Я.Э. Пилюк, С.С. Небышинец, Ф.Н. Леонов, В.А. Куликовский, С.И. Юргель. – Гродно: ГГАУ, 2009. – 42 с.

## ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕМЯН ЯРОВОГО РАПСА

*Д.С. Тигинян, В.Т. Воловик, к.с.-х.н.*  
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

**Аннотация.** В работе оценены физические характеристики семян (масса тысячи семян, объем и насыпная плотность) и их взаимосвязь с биохимическими показателями (масличность, содержание белка и клетчатки). Исследование проводилось на материале 25 линий удвоенных гаплоидов и трех контрольных линий. Определены корреляционные зависимости между признаками и выявлены перспективные линии для дальнейшей селекции, отличающиеся высокими показателями масличности, массы тысяч семян и низкого содержания клетчатки. Результаты исследования представляют значительный интерес для селекционной практики и позволяют повысить эффективность возделывания рапса.

**Ключевые слова:** рапс, масличность, масса тысячи семян, насыпная плотность семян, биохимическая оценка семян, масло, белок, корреляция характеристик семян.

## ASSESSMENT OF THE MAIN ECONOMICALLY VALUABLE AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF SPRING RAPE SEEDS

*D.S. Tiginyan, V.T. Volovik, PhD in Agriculture*  
Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Moscow  
region, Lobnya, Russia

**Abstract.** The paper evaluates the physical characteristics of seeds (mass of thousands of seeds, volume and bulk density) and their relationship with biochemical parameters (oil content, protein and fiber content). The study was conducted on the material of 25 lines of doubled haploids and three control lines. Correlations between the traits were determined and promising lines for further breeding were identified, characterized by high oil content, the mass of thousands of seeds and low fiber content. The results of the study are of considerable interest for breeding practice and will improve the efficiency of rapeseed cultivation.

**Keywords:** rapeseed, oil content, mass of thousands of seeds, bulk density of seeds, biochemical assessment of seeds, oil, protein, correlation of seed characteristics.

**Введение.** *Brassica napus* L., (рапс) масличная культура, занимающая второе место по производству растительного масла в мире и являющаяся

ключевым источником белкового шрота [1]. Возделывание рапса важно для экономики многих стран, обеспечивая различные цели – от производства продуктов питания до применения в промышленности в зависимости от качества продукции.

Важным этапом в селекции *Brassica napus* стало создание 00 сортов рапса [4]. Эти сорта содержат менее 2% эруковой кислоты в масле и менее 30 мкмоль глюкозинолатов на грамм безмасляного шрота.

Масса семян, их объём и насыпная плотность являются значимыми физическими характеристиками, имеющими непосредственное значение для сельскохозяйственной переработки, селекции и понимания генетических и физиологических основ урожайности. Сама масса тысячи семян является компонентом урожайности и может быть направлением селекции на продуктивность. При этом признаки качества семян могут варьировать от условий среды [3].

**Цель работы:** оценка хозяйствственно ценных и основных биохимических параметров семян ярового рапса, определение потенциально ценных вариантов

**Материалы и методы.** Оцениваемым материалом являются пробы 25 линий удвоенных гаплоидов и 3 контролей ярового рапса, полученных в результате полевого опыта. Полевой опыт оценки линий удвоенных гаплоидов ярового рапса был выполнен по рандомизированной блочной схеме в трёх повторностях.

С урожая каждой делянки были взяты по 3 пробы семян объемом 7,5 мл. Для каждой пробы были произведены взвешивания, подсчет количества семян в пробе автоматическим счётчиком семян и оценка биохимического состава инфракрасным анализатором ИнфраЛЮМ ФТ-12 [2].

**Результаты.** Оценка средней массы семян, объем и насыпная плотность приведена в Таблице 1. Средняя масса тысячи семян (м.т.с.) варьировалась от 2,59 грамм (Линия 1) до 5,54 грамм (Линия 21) со средним значением по опыту 3,35 грамм, это говорит о значительной вариативности оцениваемых генотипов. Значения м.т.с. линий выступающих в роли контролей равнялись: К.1=2,9 г; К.2=2,47 г; К.3=3,07 г, что ниже среднего значения.

При биохимической оценке (таблица 2) среди оцененных генотипов масличность варьировалась от 38,55% (Линия 1) до 44,15% (Линия 8) со средним значением по опыту 41,58%. Значения вариантов, выступающих в виде контролей, были близки к средним значениям по опыту: К.1=41,10%, К.2=40,49%, К.3=39,69%.

В результате предварительной оценки можно выделить 5 линий значительно отличных по показателю масличности (линии 8, 7, 19, 14, 9), 4 — по содержанию протеина (линии 1, 24, 18, 10), 5 — по высокому (линии 18, 1, 10, 14) и низкому (контроль 3) содержанию клетчатки, по массе тысячи семян — 4 линии (21, 24, 25, 11), по среднему объему — 2 линии (21, 7) и 3 варианта по насыпной плотности (24, 15, контроль 3). Также стоит отметить, что некоторые линии (7, 14, 10, 1, 18, 21, 24, контроль 3) превышали значения сразу по некоторым характеристикам, так, например, можно отметить линию 24 с

комбинацией 3 признаков: содержанием протеина, м.т.с. и высокой насыпной плотностью; линию 14 как нетипичную комбинацию высокой масличности и содержания клетчатки.

Линии, значительно выделяющиеся от средних значений выборки, отмечены \*, также отмечены выделяющиеся значения.

Оценка корреляции признаков объёма, массы тысячи семян и насыпной плотности с биохимическими показателями (таблица 3) даёт основания для следующих предположений: объем тысячи семян и масса тысячи семян слабо коррелируют с масличностью ( $r = 0,28$  и  $0,24$  соответственно) и средне с эруковой кислотой ( $0,59$  и  $0,57$  соответственно), средняя отрицательная корреляция отмечается с содержанием клетчатки ( $-0,31$  и  $0,33$  соответственно). Насыпная плотность семян ( $-0,38$ ), будучи разностью массы тысячи семян ( $0,24$ ) и объема ( $0,28$ ), близка к обратно пропорциональной характеристике объема и массе тысячи семян, но тем не менее ее значительность выше. Корреляция содержания клетчатки с насыпной плотностью по данным опыта оцениваемых генотипов незначительно ( $-0,08$ ), также присутствует средняя отрицательная корреляция с масличностью и эруковой кислотой ( $-0,38$  и  $0,31$  соответственно) и слабая положительная в отношении протеина ( $0,25$ ). Самой значимой является отрицательная корреляция масличности и клетчатки:  $r = -0,66$ , также по отношению к масличности стоит отметить среднюю корреляцию содержания глюкозинолатов ( $0,44$ ) и слабую корреляцию эруковой кислоты ( $0,25$ ).

Таблица 1 – Оценка массы тысячи семян и насыпной плотности

Наименование	Среднее количество семян в пробе объёмом 7,5 мл	Средняя масса семян в пробе объёмом 7,5 мл	Средний объём тысячи семян, мл	Масса тысячи семян, г	Насыпная плотность тыс. семян, г/мл
Линия 1	1994,7±203,4	5,13±0,08	3,79±0,40	2,59±0,27	0,68
Линия 2	1729,3±87,6	5,07±0,27	4,35±0,10	2,93±0,08	0,67
Линия 3	1366±21,0	5,03±0,03	5,49±0,08	3,69±0,04	0,67
Линия 4	1561,2±91,6	5,08±0,25	4,95±0,13	3,37±0,02	0,68
Линия 5	1894,3±147,7	5,01±0,26	3,98±0,05	2,65±0,01	0,67
Линия 6	1335,3±59,6	5,13±0,20	5,63±0,15	3,84±0,13	0,68
Линия 7*	1263,2±64,0	4,82±0,18	6,08±0,06*	3,91±0,07	0,64
Линия 8	1598,4±70,9	5,13±0,23	4,7±0,06	3,21±0,03	0,68
Линия 9	1359,5±48,7	5,16±0,16	5,52±0,05	3,8±0,08	0,69
Линия 10	1540,2±148,5	5,07±0,21	4,91±0,08	3,31±0,10	0,67
Линия 11*	1325±42,5	5,2±0,25	5,66±0,18	3,93±0,16*	0,69
Линия 12	1648±67,5	4,93±0,20	4,56±0,19	2,99±0,06	0,66
Линия 13	1845,4±174,6	5,11±0,16	4,1±0,05	2,79±0,08	0,68

*Продолжение таблицы 1*

Линия 14	1912,4±120,4	5,08±0,26	3,94±0,04	2,66±0,02	0,68
Линия 15*	1821,3±377,9	5,11±0,41	3,72±0,00	2,62±0,03	0,7*
Линия 16	1651,7±45,6	5,17±0,10	4,54±0,13	3,13±0,12	0,69
Линия 17	1420±129,9	4,91±0,32	5,32±0,08	3,48±0,02	0,66
Линия 18	1559,1±149,6	5,07±0,28	4,85±0,11	3,27±0,09	0,67
Линия 19	1429,3±74,5	4,92±0,20	5,26±0,27	3,44±0,05	0,65
Линия 20	1451±75,3	5,14±0,23	5,18±0,05	3,55±0,06	0,68
Линия 21*	897,3±8,3	4,97±0,03	8,36±0,08*	5,54±0,04*	0,66
Линия 22	1778±112,4	5,22±0,41	4,23±0,28	2,93±0,05	0,69
Линия 23	1411,7±124,0	5,1±0,05	5,34±0,46	3,63±0,30	0,68
Линия 24*	1335,8±66,0	5,33±0,17	5,63±0,25	3,99±0,04*	0,71*
Линия 25*	1300±103,0	5,16±0,21	5,8±0,00	3,98±0,05*	0,69
Контроль 1	1849,2±267,0	5,21±0,25	4,19±0,08	2,9±0,06	0,69
Контроль 2	2062,3±237,0	4,96±0,27	3,71±0,10	2,47±0,06	0,66
Контроль 3	1709±187,3	5,23±0,22	4,42±0,09	3,07±0,06	0,7*
Среднее	1573,16±266,76	5,09±0,11	4,94±0,97	3,35±0,64	0,68±0,016

Таблица 2 – Оценка основных биохимических параметров семян рапса исследуемых линий

Наименование	Масличность, %	Клетчатка, %	Протеин, %	Эруковая кислота, %	Глюкозинолаты, %	Влажность, %
Линия 1*	38,55	20,38*	28,28*	0,00	5,38	6,22
Линия 2	42,51	14,80	24,04	0,05	12,02	7,05
Линия 3	42,35	14,80	24,69	0,04	8,58	7,36
Линия 4	41,08	14,96	25,32	0,00	11,05	6,76
Линия 5	40,94	14,02	24,17	0,00	0,00!	6,07
Линия 6	42,55	14,67	24,45	0,14	7,96	6,38
Линия 7*	44,08*	15,13	24,37	0,40	0,00!	5,12
Линия 8*	44,15*	15,59	22,56	0,12	0,00!	5,77
Линия 9*	43,01*	15,26	24,11	0,21	5,24	7,04
Линия 10	40,15	18,02*	26,36*	0,28	1,37	6,35
Линия 11	42,72	16,61	24,53	0,20	2,80	6,32
Линия 12	42,13	20,87	25,02	0,07	2,33	5,51
Линия 13	42,78	16,72	23,67	0,06	0,69	5,96
Линия 14*	43,33*	17,85*	22,15	0,00	10,35	6,80

*Продолжение таблицы 2*

Линия 15	40,73	16,37	25,52	0,00	3,85	6,43
Линия 16	41,46	15,02	25,06	0,13	0,00!	5,62
Линия 17	41,10	13,98	25,97	0,00	7,19	5,64
Линия 18	39,84	14,35*	26,41*	0,01	9,52	7,11
Линия 19*	43,42*	15,05	23,09	0,04	10,06	6,53
Линия 20	41,58	15,27	25,35	0,00	7,82	6,61
Линия 21	41,80	14,40	24,76	0,26	7,73	8,51
Линия 22	40,21	15,59	25,71	0,01	8,03	6,48
Линия 23	41,49	15,17	24,35	0,00	6,41	7,62
Линия 24	39,89	15,21	26,78*	0,01	1,67	6,58
Линия 25	41,17	14,40	25,30	0,11	0,00!	5,44
Контроль 1	41,10	15,18	23,40	0,01	3,27	6,58
Контроль 2	40,49	16,17	24,43	0,00	9,09	7,30
Контроль 3**	39,69	11,49**	26,05	0,01	10,21	6,56
Среднее	41,58±1,40	15,62±1,88	24,85±1,31	0,08±0,11	5,45±4,02	6,49±0,73

Примечание. Низкие значения глюкозинолатов, отмеченные «!», находятся вне шкалы инфракрасного анализатора.

Таблица 3 – Корреляционный анализ характеристик семян

r	Масличность, %	Клетчатка, %	Протеин, %	Глюкозинолаты, мкмоль	Эруковая кислота, %	Влажность, %
Объем тыс.семян, мл	0,28	-0,31	0,01	-0,01	0,59	0,29
Масса тыс. семян, г	0,24	-0,33	0,04	-0,03	0,57	0,31
Насыпная плотность тыс. семян, г/мл	-0,38	-0,08	0,25	-0,11	-0,31	0,07
Масличность, %		-0,66	-0,12	0,44	0,25	-0,55

**Выводы.** В результате проведения первичной оценки линий удвоенных гаплоидов ярового рапса были выделены потенциально перспективные варианты, отличающиеся по следующим ценным сельскохозяйственным признакам, представляющим интерес в селекционном плане: массы тысячи семян, объёму тысячи семян, насыпной плотности, масличности и содержанию протеина.

Содержание клетчатки отрицательно коррелирует с масличностью, объёмом и массой, может быть задачей для отбора линий с низким содержанием клетчатки среди линий с высоким объемом и массой. Содержание

антипитательных веществ положительно коррелировало с масличностью, средняя с глюкозинолатами и слабо с эруковой кислотой.

#### **Библиографический список**

1. Соломонова Е.В., Ембатурова Е.Ю., Черятова Ю.С., Монахос С.Г. Масличность рапса : ботаническая природа , биохимические особенности и пищевой потенциал // Известия ТСХА. 2023. №4.
2. Ефименко С.Г., Ефименко С.К., Усатенко Л.О. Определение содержания масла и основных жирных кислот семян рапса озимого с помощью ИК-спектрометрии // Масличные культуры. 2023. Вып. 2 (194). С. 40–50.
3. Горлова Л. А., Бочкирева Э. Б., Сердюк В. В., Ефименко С. Г. Направления и результаты селекции рапса и сурепицы во ВНИИМК
4. Stefansson B.R. and Kondra Z.P. 1975. Tower summer rape. Can. J. Plant Sci. 55: 343–344. doi:10.4141/cjps75-053

## ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ЯРОВОГО РАПСА ПРИ РАЗНОЙ ГУСТОТЕ ПОСЕВА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ РОССИИ

*C. E. Сергеева, к.с.-х.н., В. Т. Воловик, к.с.-х.н.,*  
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», г. Лобня, Московская обл.  
*mesvetlanka@mail.ru*

**Аннотация.** Результаты исследований, представленные в статье, показывают влияние густоты стояния растений на элементы структуры урожая, продуктивность и качество семян ярового рапса сорта Новосел. Густота стояния напрямую влияет на величину урожайности, высокая семенная продуктивность культуры делает ее ценным источником для получения семян, что, в свою очередь, ведет к увеличению производства высококачественного растительного масла и кормового белка.

**Ключевые слова:** яровой рапс, сорт, густота, структура урожая, продуктивность, качество семян.

## ELEMENTS OF THE CROP STRUCTURE AND QUALITY OF SPRING RAPESEED SEEDS AT DIFFERENT SOWING DENSITIES IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL NON- CHERNOZEM REGION OF RUSSIA

*S. E. Sergeeva, PhD in Agriculture, V. T. Volovik, PhD in Agriculture*  
Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Moscow  
region, Lobnya, Russia  
*mesvetlanka@mail.ru*

**Annotation.** The research results presented in the article show the influence of plant density on the elements of the crop structure, productivity and quality of spring rape seeds of the Novosel variety. The density of vegetation directly affects the yield, and the high seed productivity of a crop makes it a valuable source for obtaining seeds, which, in turn, leads to an increase in the production of high-quality vegetable oil and feed protein.

**Keywords:** spring rape, variety, density, crop structure, productivity, seed quality.

**Введение.** Рапс является значимой культурой в контексте кормопроизводства. Сорта, характеризующиеся отсутствием эруковой кислоты и низким содержанием глюкозинолатов, используются для получения высокоэнергетического белкового корма в виде жмыха и шрота. Выход продукта

при переработке семян составляет 55-58%, при этом содержание белка достигает 38-45%, демонстрируя аминокислотный профиль, сопоставимый с соевым [1].

Добавление рапсового жмыха и шрота в рационы кормления жвачных и птицы способствует улучшению продуктивности животных, повышению качества мяса и молока, а также снижению затрат на кормление. Повышенный интерес к рапсу обусловлен не только его высокой продуктивностью, но и его относительной неприхотливостью. Рапс хорошо адаптируется к различным климатическим условиям, хотя оптимальные условия для его выращивания – умеренный климат с достаточным количеством осадков. Прогрессивные агротехнические приемы, включая оптимизацию густоты посева, использование высокоэффективных удобрений и средств защиты растений, позволяют значительно увеличить урожайность рапса [2].

Определение оптимального пространственного размещения растений в агрофитоценозе кормовых культур, регламентируемого нормами высева и способами посева, относится к числу наименее теоретически и практически освоенных аспектов семеноводства. Данная проблема обусловлена ценотической характеристикой отдельных видов и сортов, влиянием зональных почвенно-климатических условий, а также применяемыми технологическими подходами, включающими биологические и эколого-агротехнические детерминанты [3-4].

Дальнейшие исследования, направленные на оптимизацию технологии возделывания рапса, включая изучение взаимодействия разных сортов с разными условиями выращивания, будут способствовать повышению эффективности и устойчивости рапсосеяния. При определении оптимальных норм высева рапса необходимо учитывать как присущие ему сортовые биологические свойства, так и специфику зональных условий, в которых он будет выращиваться, поскольку эти факторы играют ключевую роль в достижении максимальной эффективности [5].

**Цель работы:** изучить зависимость элементов структуры урожая, величины продуктивности, качества семян и валовый выход протеина с гектара ярового рапса сорта Новосел от густоты стояния растений в условиях Центрального Нечерноземья.

**Методика проведения исследований.** Исследования проводились в 2019-2023 гг. в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». В опыте использовали районированный в условиях Центрального района сорт ярового рапса селекции ВНИИ кормов Новосел (№ патента 7891). Площадь учетной делянки 10 м<sup>2</sup>, повторность 4-кратная.

Уборка семян ярового рапса сорта Новосел проводилась в фазу полной спелости, при полном побурение стручков и их легком растрескивании. Полученные результаты обрабатывались дисперсионным методом.

Химический состав семян был исследован в лаборатории аналитических методов ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса. Для определения ключевых элементов, таких как азот, фосфор и калий, применялись фотометрические методы, причем содержание калия уточнялось с помощью плазменного фотометра. Сырая зола

была определена методом озоления, а содержание жира – путем анализа обезжиренного остатка. Сырая клетчатка была измерена по методике Геннеберга и Штомана. Содержание глюкозинолатов устанавливалось с использованием метода «глюкотест» и точного палладиевого метода на спектрофотометре. Жирно-кислотный состав семян был проанализирован методом газожидкостной хроматографии.

**Результаты:** Агрометеорологические условия в ходе полевого опыта были умеренно теплыми, с неравномерным выпадением осадков. Несмотря на определенную вариативность, в целом они оказались благоприятными для вегетационного периода и продуктивности рапса.

Анализ структуры урожая сорта Новосел показал интересную зависимость элементов структуры от густоты стояния растений (таблица). Увеличение густоты посева привело к конкуренции растений за ресурсы (свет, воду, питательные вещества), что вызвало снижение количества ветвей на растении (с 8 до 5шт.), числа стручков на растение (с 65 до 47 шт.), количества семян в стручке (с 24 до 19 шт.) и, как следствие, массы 1000 семян (с 4,2-3,9 г.). Структура урожая ярового рапса сорта Новосел (с точки зрения его составляющих) представлены в таблице ниже.

Уменьшение густоты посева, на первый взгляд, кажется благоприятным, но и здесь есть свои нюансы. Редкие посевы рапса, ослабленные конкуренцией с сорняками, демонстрируют дальнейшее снижение численности растений. Однако, это приводит к повышению урожайности каждого отдельного растения. Исследования подтверждают, что при уменьшении плотности посева растения рапса компенсируют это за счет более активного развития боковых побегов и образования стручков. В противоположность этому, в условиях высокой плотности посева, внутривидовая конкуренция приводит к существенному сокращению числа растений и снижению их индивидуальной продуктивности.

В условиях загущенных посевов растения испытывают стресс, что проявляется в уменьшении размеров отдельных элементов урожая – более мелкие стручки, меньшее количество семян в них, и, в итоге, снижение общей урожайности. При более высокой густоте и выпадении обильных осадков посевы полегают и поражаются болезнями [1]. Поэтому оптимальная густота посева является важным агротехническим приемом, позволяющим получить максимальный урожай семян.

В опыте было обнаружено, что основная часть урожая (70-75%) формируется на боковых побегах, что подтверждает важность обеспечения оптимального развития боковых побегов рапса.

Кроме того, влияние густоты посева на качество семян заслуживает отдельного внимания. Высокая густота может привести к уменьшению размера семян и снижению содержания масла и других ценных компонентов. Поэтому оптимизация густоты должна учитывать не только количественные, но и качественные показатели урожая.

Масса 1000 семян является важным показателем качества семян. Снижение массы 1000 семян при высокой густоте посева свидетельствует о негативном

влиянии конкуренции на качество семян. Оценка качества семян включает в себя не только их массу, но и такие показатели, как содержание масла и белка, а также уровень эруковой кислоты и глюкозинолатов. В зависимости от погодных условий и агротехнических приемов возделывания изменяется химический состав рапса. Практически одновременно образуются и накапливаются в семенах жир и белок. Максимальное количество масла 0,82 и 0,75 т/га получили при густоте 65-72 шт./м<sup>2</sup>. Наибольший сбор белка 0,42 т/га также наблюдался на этих же вариантах.

Таблица – Структура урожая ярового рапса сорта Новосел (среднее за 2019–2023 гг.)

Вариант	Густота, шт./м <sup>2</sup>	Высота растений, см	Количество побегов, шт.			Количество стручков, шт./раст.			Длина стручка, см	Кол-во семян в 5 стручке, шт.	Масса 1000 семян, г
			I порядка	II порядка	всего	на главной ветви	на боковой ветви	всего			
1	56	98,0	4,0	4,0	8,0	21,0	64,0	85,0	6,7	24,0	4,1
2	65	116,0	4,0	3,0	7,0	25,0	65,0	90,0	6,0	21,0	4,2
3	72	120,0	3,0	2,0	5,0	23,0	61,0	84,0	5,8	22,0	4,0
4	82	122,0	3,0	2,0	5	21,0	47,0	68,0	5,7	19,0	3,9
Сред. ± ст. откл.	68,75± 10,99	114± 10,95	3,5± 0,58	2,75± 0,96	6,25± 1,50	22,50± 1,91	59,25± 8,34	81,75± 99,54	6,05± 0,45	21,50± 2,08	4,05± 0,13

Независимо от густоты посадки, семена демонстрировали стабильное содержание глюкозинолатов (12,3–12,9 %) и клетчатки (8,1–9,8 %). Низкое содержание этих компонентов открывает возможности для применения семян в качестве энергетической добавки в кормах для птиц [6].

Яровой рапс сорта Новосел характеризуется благоприятным биохимическим составом семян. Отсутствие эруковой кислоты и низкое содержание глюкозинолатов, наряду с высоким содержанием липидов и протеинов, обуславливают высокое качество масла. Липидный профиль масла характеризуется преобладанием олеиновой и линолевой жирных кислот, составляющих около 81% от общего содержания жирных кислот [7,8].

**Выводы.** По результатам наших исследований наибольшая урожайность 1,85 т/га получена при густоте стояния 65 шт./м<sup>2</sup>, количестве стручков 90 шт./раст., и массе 1000 семян 4,2 г.

Таким образом, повлиять на величину урожайности ярового рапса можно регулируя густоту стояния растений. Рапс, благодаря своей высокой semenной продуктивности, является ценной культурой для производства растительного масла высокого качества и кормового белка, что позволяет значительно увеличить их сборы.

#### Библиографический список

1. Новоселов Ю.К., Воловик В.Т., Рудоман В.В., Ян Л.В. Технологические основы возделывания ярового рапса в Нечерноземной зоне// Земледелие. – 2009. -№2. – С.27-29.

2. Зыбалов В. С., Сергеев Н. С., Запевалов М. В. Рациональное использование семян рапса в сельскохозяйственном производстве // АПК России. – 2019. – Т. 26. – С. 222-228.
3. Золотарев В. Н., Переправо Н. И. Оптимизация норм высева и способов посева диплоидной и тетрапloidной овсяницы луговой при возделывании на семена // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 1. – С. 26-31.
4. Золотарев В. Н., Переправо Н. И. Создание высокопродуктивных семенных травостоев овсяницы луговой пастбищно-газонного экотипа // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4. – С. 25-35.
5. Сорта кормовых культур селекции ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса» : монография / ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». – М.: ООО «Угрешская Типография», 2019. – 92 с.
6. Косолапов В. М., Гаганов А. П., Арасланова А. И. Использование комбикормов, содержащих семена рапса, в кормлении цыплят-бройлеров // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 3. – С.25–27.
7. Новые сорта капустных культур селекции ВНИИ кормов / В. Т. Воловик, С. Е. Медведева, Т. В. Леонидова, Л. М. Коровина, Н. А. Докудовская // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сборник научных трудов, посвящ. памяти академика РАСХН Б.П. Михайличенко (г. Лобня, 27 августа 2011 г.) / Всерос. науч.-исслед. ин-т кормов им. В.Р. Вильямса. – М.: Угрешская типография, 2011. – С.212-222.
8. Воловик В. Т., Новоселов М. Ю., Прологова Т. В. Рапсосеяние в Нечерноземной зоне и его роль в производстве растительного масла и высокобелковых концентрированных кормов //Адаптивное кормопроизводство. – 2013. – № 1 (13). – С. 14-20.

## CRISPR/CAS-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К ЗАСУХЕ И БОЛЕЗНЯМ В СТРАНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

*M. Эркинова, студент,*

*A. Сувханбердиев, студент,*

*C.A. Балтаева, старший преподаватель*

Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан.

E-mail: narmemedowa09@gmail.com

**Аннотация.** Статья посвящена применению CRISPR/Cas-технологий для повышения устойчивости сельскохозяйственных растений к засухе и болезням в странах Центральной Азии (Узбекистан, Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан). Рассмотрены механизмы работы Cas9 и Cas12a, ключевые гены-мишени (DREB, NCED, R-genes, WRKY) и их роль в стрессоустойчивости растений. Приведены данные о повышении урожайности и снижении поражения патогенами в местных культурах. Обсуждаются перспективы интеграции биотехнологий для адаптации сельского хозяйства региона к изменению климата и снижению применения химических средств защиты растений.

**Ключевые слова:** CRISPR/Cas, редактирование генома, засухоустойчивость, устойчивость к болезням, Центральная Азия, сельскохозяйственные культуры.

## CRISPR/CAS TECHNOLOGIES FOR INCREASING PLANT RESISTANCE TO DROUGHT AND DISEASE IN CENTRAL ASIAN COUNTRIES

*M. Erkinova, student,*

*A. Suvkhanberdiev, student,*

*S.A. Baltaeva, senior lecturer*

Turkmen Agricultural University, Dashoguz, Turkmenistan

E-mail: narmemedowa09@gmail.com

**Abstract.** This article discusses the application of CRISPR/Cas technologies to improve crop resistance to drought and diseases in Central Asian countries (Uzbekistan, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Turkmenistan). The mechanisms of Cas9 and Cas12a nucleases, as well as key target genes (DREB, NCED, R-genes, WRKY), are described. The study presents results on increased yield and reduced pathogen infection in local crops. Prospects for integrating biotechnology to adapt agriculture in the region to climate change and reduce chemical plant protection are discussed.

**Keywords:** CRISPR/Cas, genome editing, drought tolerance, disease resistance, Central Asia, crops.

**Введение.** Сельское хозяйство стран Центральной Азии сталкивается с комплексом проблем: ограниченные водные ресурсы, высокая засоленность почв, деградация земель и частые вспышки заболеваний сельскохозяйственных культур. Засухи и патогены являются основными факторами снижения урожайности [13,14].

Традиционные методы селекции часто не успевают за быстро меняющимися климатическими условиями региона. В этой связи CRISPR/Cas-технологии предоставляют возможность точного и быстрого редактирования генов, повышающих устойчивость к засухе и болезням, что особенно важно для стран Центральной Азии [15,16].

**Цель работы** — проанализировать применение CRISPR/Cas-технологий для повышения устойчивости растений к засухе и болезням, определить ключевые гены-мишени и оценить их эффективность на примере сельскохозяйственных культур Центральной Азии.

**Материалы и методы исследования.** Исследование основано на обобщении современных публикаций 2015–2024 гг., а также данных лабораторных и полевых экспериментов по редактированию генов сельскохозяйственных культур в странах Центральной Азии.

Методы исследования включали: CRISPR/Cas9 и Cas12a — точечное редактирование генов; выбор мишней — DREB, NCED (засуха), R-genes, WRKY (устойчивость к патогенам); трансформация растений — Agrobacterium-mediated и particle bombardment; оценка устойчивости — измерение биомассы, хлорофилла, осмотических регуляторов, уровня поражения патогенами; статистический анализ — ANOVA, тест Тьюки,  $p < 0,05$  [4,5].

**Результаты и обсуждение.** В ходе анализа собранной информации получены следующие результаты.

**Повышение устойчивости к засухе.** Редактирование генов DREB и NCED в пшенице, рисе и кукурузе показало: увеличение устойчивости к засухе на 25–40 %; снижение потери воды на 15–20 %; повышение фотосинтетической активности [6–8]. Примеры по Центральной Азии: Узбекистан: редактирование DREB в пшенице — прирост урожайности на 20–30 % [15]; Казахстан: модифицированные сорта кукурузы — уменьшение потерь воды и повышение урожайности на 15–25 % [16].

**Повышение устойчивости к болезням.** Редактирование R-genes и WRKY в культуре томата и риса показало: снижение поражения грибками и бактериальными инфекциями на 35–50 %; повышение экспрессии защитных генов [9–11]. Примеры по Центральной Азии: Кыргызстан и Таджикистан: редактирование R-genes в местных сортах томата и картофеля снижает поражение грибковыми инфекциями до 40–45 % [17].

*Мультигенное редактирование.* Использование CRISPR/Cas для редактирования нескольких генов одновременно позволяет: повышать устойчивость к засухе и патогенам одновременно; в полевых испытаниях кукуруза показала 30–35 % прирост урожайности и 40 % снижение поражения патогенами [12]. Перспективы для Центральной Азии: интеграция CRISPR с галофитными растениями для выращивания на засоленных почвах Туркменистана [18].

**Выводы.** CRISPR/Cas-технологии эффективны для повышения устойчивости растений к засухе и болезням. Ключевые гены-мишени: DREB, NCED, R-genes, WRKY. Мультигенное редактирование обеспечивает комплексную устойчивость. Для стран Центральной Азии CRISPR/Cas открывает перспективы адаптации сельского хозяйства к климатическим изменениям. Использование технологий снижает химическую нагрузку и повышает продовольственную безопасность региона.

#### **Библиографический список**

1. Jinek M. et al. A programmable dual-RNA–guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity // *Science*. — 2012. — 337(6096). — P. 816–821.
2. Ma X. et al. CRISPR/Cas-mediated targeted genome editing in plants: advances and applications // *Plant Biotechnology Journal*. — 2016. — 14(1). — P. 8–20.
3. Li T. et al. Precision genome editing in crops using CRISPR/Cas // *Trends in Plant Science*. — 2019. — 24(3). — P. 207–219.
4. Zhang Y. et al. Applications of CRISPR/Cas9 in improving crop resistance // *Frontiers in Plant Science*. — 2020. — 11:580.
5. Belhaj K. et al. Genome editing in plants: CRISPR/Cas9 and beyond // *Biotechnology Advances*. — 2015. — 33(1). — P. 41–52.
6. Qin F. et al. DREB transcription factors and their roles in abiotic stress tolerance // *Trends in Plant Science*. — 2007. — 12(10). — P. 457–463.
7. Tang X. et al. CRISPR/Cas-mediated genome editing for drought resistance in rice // *Plant Cell Reports*. — 2019. — 38(6). — P. 749–758.
8. Gao C. The future of CRISPR technologies in agriculture // *Nature Reviews Molecular Cell Biology*. — 2021. — 22(5). — P. 261–276.
9. Chen L. et al. WRKY transcription factors: key players in plant immunity // *Molecular Plant*. — 2019. — 12(2). — P. 210–222.
10. Brooks C. et al. Targeted mutagenesis of disease resistance genes in tomato using CRISPR/Cas9 // *Plant Physiology*. — 2014. — 166(2). — P. 1517–1525.
11. Li M. et al. Engineering disease resistance in rice with CRISPR/Cas9 // *Plant Biotechnology Journal*. — 2018. — 16(4). — P. 756–765.
12. Wang Y. et al. Multiplex genome editing for enhanced stress tolerance in maize // *Journal of Experimental Botany*. — 2020. — 71(6). — P. 1603–1615.
13. Akramov K. et al. Climate change and agriculture in Central Asia: challenges and adaptation // *Central Asian Journal of Agricultural Science*. — 2021. — 12(3). — P. 45–56.

14. Rakhmatullaev S., et al. Drought stress and crop productivity in Uzbekistan and Kazakhstan // Environmental and Agricultural Studies. — 2020. — 18(2). — P. 101–115.
15. Karimov B. et al. Improving wheat drought tolerance in Uzbekistan using modern biotechnologies // Journal of Plant Biotechnology. — 2022. — 9(1). — P. 22–31.
16. Tursunov A. et al. CRISPR/Cas applications in maize resistance breeding in Kazakhstan // Central Asian Agriculture Research. — 2023. — 7(2). — P. 55–63.
17. Sadykova D. et al. Gene editing in local tomato and potato varieties of Kyrgyzstan and Tajikistan // Plant Science Advances. - 2021. - 5(4). - P. 77–86.
18. Gurbanov T. et al. Halophytes and biotechnological approaches for salinized soils in Turkmenistan // Agricultural Biotechnology Journal. — 2022. — 8(3). — P. 33–45.

## ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ БИОПРЕПАРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

*M. Чарыева, Г. Чарыева, студенты,  
С.А. Балтаева, старший преподаватель,*

Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан.

E-mail: narmemedowa09@gmail.com

**Аннотация.** Статья посвящена использованию микробиологических биопрепаратов для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Рассматриваются виды биопрепаратов, их влияние на рост растений, азотфикссирующие и фосфатомобилизующие микроорганизмы, а также микоризные грибы. Приведены примеры применения биопрепаратов в условиях стран Центральной Азии (Узбекистан, Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан) и инструкции по их применению.

**Ключевые слова:** микробиологические биопрепараты, урожайность, азотфикссирующие бактерии, фосфатомобилизующие микроорганизмы, микориза, Центральная Азия, сельскохозяйственные культуры.

## THE USE OF MICROBIOLOGICAL BIOLOGICS TO INCREASE CROP YIELDS IN CENTRAL ASIA

*M. Charyeva, G. Charyeva, students,  
S.A. Baltaeva, senior lecturer*

Turkmen Agricultural University, Dashoguz, Turkmenistan

E-mail: narmemedowa09@gmail.com

**Abstract.** The article focuses on the application of microbiological biofertilizers to improve crop yield. Types of biofertilizers, their effects on plant growth, nitrogen-fixing and phosphate-solubilizing microorganisms, and mycorrhizal fungi are discussed. Examples of biofertilizer use in Central Asia (Uzbekistan, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Turkmenistan) and application instructions are provided.

**Keywords:** microbiological biofertilizers, crop yield, nitrogen-fixing bacteria, phosphate-solubilizing microorganisms, mycorrhiza, Central Asia, crops.

**Введение.** Одной из актуальных задач современного сельского хозяйства является повышение урожайности без увеличения химической нагрузки на почву. Микробиологические биопрепараты — это живые микроорганизмы или

их консорциумы, способные фиксировать атмосферный азот, растворять фосфаты и калий, синтезировать фитогормоны и подавлять фитопатогены.

В условиях Центральной Азии, где сельское хозяйство ограничено засушливым климатом и деградацией почв, микробиологические биопрепараты могут стать эффективным инструментом для повышения урожайности и устойчивости растений.

**Цель работы** — оценить эффективность применения микробиологических биопрепаратов на урожайность сельскохозяйственных культур в Центральной Азии и определить наиболее перспективные микроорганизмы и способы их применения.

**Материалы и методы исследования.** Для исследования использовались следующие микробиологические препараты.

*Азотфикссирующие бактерии* (*Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*). Применение: инокуляция семян перед посевом (замачивание семян в суспензии  $10^8$ – $10^9$  КОЕ/мл на 2–4 часа), внесение в почву в прикорневую зону (50 мл суспензии на растение). Эффект: повышение биомассы корней, улучшение азотного питания, стимулирование роста.

*Фосфатмобилизующие микроорганизмы* (*Bacillus*, *Pseudomonas*). Применение: обработка семян (замачивание 1–2 часа) или полив растений 1–2 раза за сезон (50–100 мл на растение). Эффект: улучшение усвоения фосфора, повышение устойчивости к стрессам.

*Микоризные грибы* (*Glomus* spp., *Rhizophagus* spp.). Применение: внесение мицелия в почву при посадке (10–20 г/квадратный метр), обработка корней рассады перед высадкой. Эффект: улучшение поглощения воды и микроэлементов, повышение засухоустойчивости, снижение поражения патогенами.

*Комбинированные препараты (консорциумы)* — сочетание азотфикссирующих и фосфатмобилизующих бактерий с микоризными грибами. Применение: обработка семян + прикорневое внесение. Эффект: синергетический ростовой эффект, увеличение урожайности на 10–30 %.

Методы оценки эффективности: прирост биомассы и урожайности (т/га); содержание хлорофилла и азота в листьях; оценка устойчивости к болезням и стрессовым условиям.

Региональные примеры опытов (Центральная Азия): Узбекистан — обработка пшеницы консорциумом *Azotobacter* + *Bacillus*; Казахстан — применение микоризных грибов в кукурузе; Кыргызстан и Таджикистан — использование биопрепаратов на овощных культурах; Туркменистан — применение галофитных растений совместно с микробиологическими препаратами повышает адаптацию культур к засоленным почвам.

**Результаты и обсуждение.** В опытах получены следующие результаты.

В Узбекистане обработка пшеницы консорциумом *Azotobacter* + *Bacillus* дала прирост урожайности 15–20 %. В Казахстане применение микоризных грибов на кукурузе обеспечило увеличение урожайности культуры на 10–15 %; В Кыргызстане и Таджикистане использование биопрепаратов на овощных

культурах повысило устойчивость к патогенам и урожайность на 12–18 %. В Туркменистане применение галофитных растений совместно с микробиологическими препаратами повысило адаптацию культур к засоленным почвам.

Применение биопрепаратов позволило повысить урожайность зерновых и овощных культур на 10–30 %. При применении биопрепаратов происходит стимуляция роста растений: синтез ауксинов, цитокининов и гиббереллинов улучшает корнеобразование и развитие надземной массы. Также повышается устойчивость к стрессам: снижается поражаемость фитопатогенами на 30–40 %, повышается засухоустойчивость и адаптация к солонцеватым почвам.

### **Выводы:**

1. Микробиологические биопрепараты являются эффективным и экологически безопасным способом повышения урожайности.
2. Наиболее перспективны комбинации азотфикссирующих, фосфатмобилизующих микроорганизмов и микаоризных грибов.
3. Применение биопрепаратов особенно актуально для стран Центральной Азии с ограниченными водными ресурсами и проблемными почвами.
4. Использование биопрепаратов способствует снижению применения химических удобрений, повышает устойчивость к стрессам и улучшает качество продукции.

### **Библиографический список**

1. Bashan Y., de-Bashan L.E. How the plant growth-promoting bacterium Azospirillum promotes plant growth: mechanisms and applications. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 2010, 29(2): 77–99.
2. Vessey J.K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil*, 2003, 255(2): 571–586.
3. Glick B.R. Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications. *Scientifica*, 2012, Article ID 963401.
4. Tilak K.V.B.R. et al. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): progress and prospects. *Curr. Sci.*, 2005, 88(9): 1394–1403.
5. Lucy M., Reed E., Glick B.R. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. *Antonie van Leeuwenhoek*, 2004, 86(1): 1–25.
6. Bhattacharyya P.N., Jha D.K. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 2012, 28(4): 1327–1350.
7. Akramov K. et al. Climate change and agriculture in Central Asia: challenges and adaptation. *Cent. Asian J. Agric. Sci.*, 2021, 12(3): 45–56.
8. Rakhmatullaev S., et al. Drought stress and crop productivity in Uzbekistan and Kazakhstan. *Environ. Agric. Stud.*, 2020, 18(2): 101–115.
9. Karimov B. et al. Biofertilizer applications for wheat in Uzbekistan. *J. Plant Biotechnol.*, 2022, 9(1): 22–31.
10. Tursunov A. et al. Mycorrhizal fungi in maize cultivation in Kazakhstan. *Cent. Asian Agric. Res.*, 2023, 7(2): 55–63.

11. Sadykova D. et al. Microbial inoculants in vegetable crops in Kyrgyzstan and Tajikistan. *Plant Sci. Adv.*, 2021, 5(4): 77–86.
12. Gurbanov T. et al. Halophytes and microbial approaches for salinized soils in Turkmenistan. *Agric. Biotechnol. J.*, 2022, 8(3): 33–45.

УДК 631.95; 579.64; 632.9

## БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ (НА ПРИМЕРЕ СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ)

*Д. Душемова, преподаватель,*

*А. Дурдыева, преподаватель,*

*С.А. Балтаева, старший преподаватель*

Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан.

E-mail: narmemedowa09@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассматриваются биотехнологические подходы к снижению применения химических пестицидов в сельском хозяйстве стран Центральной Азии — Узбекистана, Казахстана, Кыргызстана и Таджикистана. Изучены региональные данные о пестицидной нагрузке, наличии устаревших пестицидов и тенденциях в агропроизводстве. Представлены возможности применения биопестицидов, микробиологических препаратов, энтомопатогенных микроорганизмов, биостимуляторов и методов биоконтроля. Показано, что внедрение биотехнологий может существенно сократить химическую нагрузку, повысить устойчивость агроэкосистем в регионе и снизить риски для здоровья и окружающей среды. Даны рекомендации по интеграции биотехнологий и государственным стратегиям для устойчивого развития сельского хозяйства.

**Ключевые слова:** биотехнологии, биопестициды, биоконтроль, микробиологические препараты, Центральная Азия, устойчивое земледелие, пестицидная нагрузка.

## BIOTECHNOLOGICAL SOLUTIONS TO REDUCE THE USE OF CHEMICAL PESTICIDES (USING THE EXAMPLE OF CENTRAL ASIAN COUNTRIES)

*D. Dushemova, lecturer,*

*A. Durdyeva, lecturer,*

*S.A. Baltaeva, senior lecturer*

Turkmen Agricultural University, Dashoguz, Turkmenistan

E-mail: narmemedowa09@gmail.com

**Abstract.** This article explores biotechnological approaches to reducing chemical pesticide use in agriculture in Central Asian countries — Uzbekistan, Kazakhstan, Kyrgyzstan, and Tajikistan. Regional data on pesticide burden, obsolete pesticide stockpiles, and agricultural trends are analyzed. The potential for applying biopesticides, microbial formulations, entomopathogenic microorganisms,

biostimulants, and biological control methods is presented. It is demonstrated that the implementation of biotechnology can significantly reduce chemical load, enhance the resilience of agro-ecosystems, and mitigate health and environmental risks in the region. The study provides recommendations for integrating biotechnologies into state strategies for sustainable agricultural development.

**Keywords:** biotechnology, biopesticides, biocontrol, microbial inoculants, Central Asia, sustainable agriculture, pesticide load.

**Введение.** Химические пестициды остаются ключевым инструментом защиты растений в сельском хозяйстве, включая страны Центральной Азии. Однако их интенсивное использование ведёт к значительным экологическим и социальным проблемам: деградации почв, загрязнению водных ресурсов, накоплению токсичных веществ и росту устойчивости вредителей. Особенно остро эта проблема проявляется в странах Центральной Азии, где исторически применялись высокотоксичные соединения, в том числе хлорорганические пестициды (ХОП) в советский период.

В Узбекистане, по данным, в стране скопилось от 14 до 40 тысяч тонн устаревших пестицидов, многие из которых относятся к классу особо опасных. В Казахстане обнаружено более 6 000 тонн непригодных к использованию пестицидов, что создаёт долгосрочные риски для экосистем и здоровья населения. В Кыргызстане доступность химических пестицидов также остаётся проблемой: по состоянию на середину 2024 года было завезено 467 тонн из необходимых 615 тонн, что составляет примерно 76 % потребности фермеров.

Учитывая эти вызовы, становится особенно актуальным внедрение биотехнологических методов защиты растений. Биотехнологии могут помочь снизить химическую нагрузку, повысить устойчивость агроэкосистем и способствовать устойчивому развитию сельского хозяйства в регионе.

**Методы исследования.** В данной статье используется системный и сравнительный анализ, основанный на следующих источниках:

1. публикации за период 2015–2024 гг., касающиеся биоконтроля, биопестицидов, микробиологических препаратов.
2. региональные отчёты и новостные источники, отражающие статистику пестицидов и аграрной политики в Узбекистане, Казахстане, Кыргызстане и Таджикистане.
3. государственные стратегические документы (например, национальные стратегии сельского хозяйства).
4. анализ механизмов внедрения биотехнологий на основе мировых и региональных примеров.

Сравниваются преимущества биотехнологических решений и традиционных химических методов с точки зрения эффективности, экологии и устойчивости.

**Результаты и обсуждение.** Ниже приведена региональная пестицидная нагрузка (статистика и проблемы) в некоторых странах Центральной Азии.

**Узбекистан.** В Узбекистане существуют значительные запасы старых, токсичных пестицидов, накопленных с советских времен: по разным оценкам, от 14 до 40 тысяч тонн. Многие из этих соединений — стойкие органические загрязнители (ХОП), опасные для здоровья человека и окружающей среды. В стратегическом плане сельского хозяйства Узбекистана (до 2030 года) включены меры по контролю использования пестицидов и усилению биологической безопасности.

**Казахстан.** Республиканские данные свидетельствуют о наличии более 6 000 тонн устаревших пестицидов, требующих безопасной утилизации. По информации Союза органического земледелия, примерно 38 % зарегистрированных пестицидов содержат особо опасные активные вещества. Это говорит о растущей зависимости от токсичных химикатов и необходимости перехода к менее вредным методам защиты растений.

**Кыргызстан.** Потребность Кыргызской Республики в пестицидах для сельского хозяйства оценивается в 615,4 тонн, из которых на 2024 год было завезено 467,15 тонн (около 76 % от необходимого объёма). Эта ситуация создаёт дефицит действующих веществ и потенциальную уязвимость фермеров, что может стимулировать чрезмерное применение или неправильное использование химикатов. В то же время часть фермеров Кыргызстана начинает переход к органическому земледелию: более 100 хозяйств уже работают без химических пестицидов, при поддержке Министерства сельского хозяйства.

**Таджикистан.** Точные современные данные по объёму используемых пестицидов в Таджикистане менее доступны, однако страна наследует экологическое бремя от советского периода, особенно в аграрных районах. Таджикистан — преимущественно аграрная страна, где сельскохозяйственные угодья занимают значительную часть территории. Высокий риск токсического загрязнения остаётся актуальным, учитывая историческое применение агрохимикатов и недостаточную инфраструктуру для безопасной утилизации старых пестицидов.

**Экологические и социальные риски.** Использование особо опасных пестицидов повышает риски для здоровья населения и биоразнообразия. В Кыргызстане, как отмечено в СМИ, сельхозпроизводители сталкиваются с потерей конкурентоспособности из-за пестицидной зависимости и растущих стандартов качества экспорта. Устаревшие пестициды, хранящиеся без адекватной защиты, представляют долгосрочный риск загрязнения почв и вод, особенно в сельскохозяйственных зонах.

#### **Биотехнологические решения для снижения пестицидной нагрузки.**

**Биопестициды на основе микроорганизмов.** *Bacillus thuringiensis* (Bt) — один из наиболее изученных биопестицидов. В Центральной Азии его можно применять против чешуекрылых вредителей на хлопковых и зерновых культурных системах; *Bacillus subtilis*, *B. amyloliquefaciens* — бактерии, обладающие противогрибковой активностью, могут заменять химические

фунгициды, особенно при хронических грибных заболеваниях; грибы рода *Trichoderma*, например *Trichoderma harzianum*, особенно перспективны: они подавляют корневые гниения, стимулируют рост растения и улучшают устойчивость к патогенам.

**Микробиологические препараты.** Применение штаммов *Pseudomonas fluorescens*, *Azotobacter*, *Streptomyces* позволяет конкурировать с фитопатогенами, производить антибиотики и активировать иммунитет растений. В условиях Центральной Азии такие препараты можно адаптировать под специфические почвенные и климатические условия. Пример: в других регионах отмечено, что *Pseudomonas fluorescens* существенно снижает поражение томатов грибковыми болезнями — этот подход может быть трансферирован в тепличные хозяйства Центральной Азии.

**Биологический контроль вредителей.** Выпуск энтомофагов: *Trichogramma evanescens* — яйцепаразиты, подходят для контроля чешуекрылых вредителей хлопка и зерновых. Использование хищных клещей (*Phytoseiulus persimilis*) может эффективно контролировать паутинного клеща в теплицах. Комбинация биоконтроля с микробиологическими препаратами усиливает эффект защиты и снижает необходимость химической обработки.

**Биостимуляторы растений.** Препараты на основе экстрактов водорослей, аминокислот и гуминовых веществ улучшают физиологическое состояние растений, повышая их устойчивость к стрессам (засуха, патогены). В Центральной Азии — с её климатическими эпизодами засухи и жаркого лета — такие стимуляторы могут уменьшить частоту фунгицидных обработок на 20–40 %. Биостимуляторы активируют антиоксидантную защиту растений, что поддерживает их здоровье и снижает потери урожая.

**Генетическая биотехнология и селекция.** Применение CRISPR/Cas-технологий для выведения устойчивых сортов культур (например, пшеницы, хлопка), стойких к грибным и бактериальным инфекциям, а также к засухе. Такие сорта могут значительно снизить потребность в фунгицидах и инсектицидах. В долгосрочной перспективе интеграция молекулярной селекции и классических биопрепараторов обеспечивает устойчивое управление агроэкосистемами.

**Практические рекомендации для Центральной Азии.**  
**Государственная поддержка:** разработка программ субсидий и грантов для фермеров, внедряющих биопрепараторы и биоконтроль; включение биотехнологических решений в национальные стратегии сельского хозяйства (например, в планах до 2030 года, как у Узбекистана); регистрация и сертификация безопасных биопрепараторов местного происхождения, адаптированных к климату региона.

**Утилизация устаревших пестицидов:** создание инфраструктуры безопасного сбора и уничтожения запасов старых, токсичных пестицидов (хранилищ, могильников); привлечение международных организаций (например, ФАО) для финансирования проектов по ликвидации опасных отходов. В Казахстане такой подход уже обсуждается.

**Обучение и распространение знаний:** проведение семинаров и тренингов для фермеров по применению биопрепаратов, биоконтроля и биостимуляторов; создание демонстрационных участков для показа эффективности биотехнологий в реальных условиях Центральной Азии; сотрудничество с научными институтами для адаптации штаммов микроорганизмов и методов биоконтроля к местным почвам и климату.

**Мониторинг и оценка рисков:** внедрение систем мониторинга остатков пестицидов в почве, воде и биоте; исследование долгосрочных эффектов применения биопрепаратов и их взаимодействия с традиционными методами; разработка нормативных актов по поэтапному отказу от особо опасных пестицидов и переходу к биологическим методам защиты.

**Заключение.** Биотехнологические решения представляют собой перспективную и практически осуществимую стратегию для уменьшения зависимости сельского хозяйства Центральной Азии от химических пестицидов. Биопестициды, микробные препараты, биостимуляторы, а также методы биоконтроля могут существенно сократить пестицидную нагрузку, повысить устойчивость агроэкосистем и снизить риски для здоровья и окружающей среды.

Учитывая специфику региона — историческую проблему устаревших токсичных пестицидов и экстремальные климатические условия — интеграция биотехнологий в национальные сельскохозяйственные стратегии становится особенно актуальной. Государственная поддержка, образование фермеров и создание институтов для безопасной утилизации опасных химикатов могут стимулировать массовое внедрение экологически безопасных решений.

Долгосрочные выгоды включают: снижение затрат на синтетические пестициды, повышение качества продукции, уменьшение экологических последствий и усиление продовольственной безопасности. Дальнейшие исследования должны сосредоточиться на адаптации биопрепаратов к местным условиям, оценке экономической эффективности биотехнологий и совершенствовании нормативной базы.

#### **Библиографический список**

1. Алиев К. М. Экологические последствия применения пестицидов в агроэкосистемах Центральной Азии // Агрохимия. — 2021. — № 4. — С. 22–28.
2. Рахимов Ш. К. Применение *Bacillusthuringiensis* в хлопководстве Узбекистана // Защита растений. — 2020. — № 5. — С. 15–19.
3. Almagambetova A. Efficiency of *Bacillus subtilis*-based biofungicides in Kazakhstan greenhouses // Agricultural Biotechnology. — 2022. — Vol. 14(3). — P. 55–62.
4. Назаров Д. Native *Trichoderma harzianum* isolates from Tajikistan soils // Mycology Reports. — 2021. — Vol. 9(2). — P. 40–47.
5. Юсупов А. Р. Эффективность *Pseudomonasfluorescens* в защите томата от фузариоза // Микробиология и биотехнология. — 2022. — № 3. — С. 45–52.

6. Mukhamedzhanov B. Genome editing for disease-resistant wheat in Kazakhstan // Central Asian Biotechnology Journal. — 2023. — Vol. 5(1). — P. 21–30.
7. Экологические риски старых пестицидов в Центральной Азии // DialogueEarth. — 2019.
8. В Казахстане обнаружено более 6 тыс. тонн устаревших пестицидов // AgroSearch.kz. — 2024.
9. Без пестицидов: Кыргызстан переходит на органическое сельское хозяйство // Союз органического земледелия. — 2022.
10. Стратегия развития сельского хозяйства Узбекистана на 2020–2030 гг. // SREDA.UZ.
11. 38 % зарегистрированных пестицидов содержат особо опасные вещества в Казахстане // Союз органического земледелия. — 2021.
12. Сельхозпроизводители теряют конкурентоспособность из-за пестицидов (Кыргызстан) // TUZ.KG. — 2022.

## БИОТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬХОЗОТХОДОВ (СОЛОМА ПШЕНИЦЫ И РИСА) В БИОГАЗ И ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

*M. Акбаев, студент*

*Ж. Назаров, студент*

*C.A. Балтаева, старший преподаватель*

Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан

E-mail: narmemedowa09@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассматриваются современные биотехнологические методы переработки сельскохозяйственных отходов, включая солому пшеницы и риса, в биогаз и органические удобрения. Приведены данные о применении анаэробного брожения и компостирования с использованием метанобразующих архей и компостных микроорганизмов. Представлены примеры из стран Центральной Азии (Узбекистан, Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) с приблизительной статистикой по выходу биогаза, урожайности и снижению потребления химических удобрений. Результаты показывают, что использование биотехнологий позволяет одновременно решать экологические проблемы и повышать эффективность сельского хозяйства.

**Ключевые слова:** сельхозотходы, солома пшеницы, солома риса, биогаз, органические удобрения, анаэробное брожение, компостирование, Центральная Азия.

## BIOTECHNOLOGIES FOR PROCESSING AGRICULTURAL WASTE (WHEAT AND RICE STRAW) IN BIOGAS AND ORGANIC FERTILIZERS IN CENTRAL ASIA

*M. Akbaev, student*

*J. Nazarov, student*

*S.A. Baltaeva, senior lecturer*

Turkmen Agricultural University, Dashoguz, Turkmenistan

E-mail: narmemedowa09@gmail.com

**Abstract.** The article discusses modern biotechnological methods of processing agricultural waste, including wheat and rice straw, into biogas and organic fertilizers. Data on the use of anaerobic fermentation and composting using methane-forming archaea and composting microorganisms are presented. Examples from Central Asian countries (Uzbekistan, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan) with approximate statistics on biogas output, yields, and reduced consumption of chemical fertilizers are

presented. The results show that the use of biotechnologies makes it possible to simultaneously solve environmental problems and increase agricultural efficiency.

**Keywords:** agricultural waste, wheat straw, rice straw, biogas, organic fertilizers, anaerobic fermentation, composting, Central Asia.

**Введение.** Сельскохозяйственное производство в Центральной Азии генерирует значительные объемы отходов, включая солому пшеницы и риса, овощные и фруктовые остатки, а также навоз животных. Традиционное сжигание или оставление отходов на полях ведёт к потерям питательных веществ, загрязнению воздуха и почвы.

Применение биотехнологий позволяет перерабатывать отходы в биогаз — источник возобновляемой энергии, и органические удобрения, которые повышают плодородие почвы. Для стран Центральной Азии, где ресурсы воды и энергии ограничены, это особенно актуально [1–3].

**Цель исследования:** разработать методы биотехнологической переработки сельхозотходов (солома пшеницы и риса) в биогаз и органические удобрения; оценить влияние различных видов отходов и микроорганизмов на выход биогаза и качество удобрений; применить технологии в условиях Центральной Азии и оценить их эффективность для повышения урожайности.

**Материалы и методы исследования.** Сырьё: солома пшеницы и риса, измельчённая до 2–5 см; остатки овощей и фруктов; навоз крупного рогатого скота и птицы.

Микроорганизмы: метанобразующие археи (*Methanobacterium*, *Methanosarcina*); компостные бактерии (*Bacillus subtilis*, *Pseudomonas* spp., *Streptomyces* spp.); молочнокислые бактерии для ускорения ферментации.

Параметры брожения: анаэробное (температура 35–38 °C, pH 6,8–7,2; время ферментации 20–30 дней; выход биогаза 150–250 м<sup>3</sup> на 1 тонну смеси соломы и навоза [4]),

Параметры компостирования: смешение осадка после брожения с измельчённой соломой и овощными остатками; использование компостных бактерий; продолжительность 30–60 дней; органическое удобрение содержит N – 1,2–1,5 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,8–1,0 %, K<sub>2</sub>O – 0,6–0,8 %.

Показатели оценки эффективности: выход биогаза (м<sup>3</sup>/тонну сырья); метановое содержание (%); питательная ценность удобрения; рост растений и урожайность при внесении удобрения; снижение потребления химических удобрений (%) [5–6].

**Результаты и обсуждение.** Биотехнологическая переработка соломы пшеницы и риса позволяет эффективно использовать сельхозотходы для производства биогаза и органических удобрений. Применение микроорганизмов ускоряет процессы ферментации и компостирования, повышая выход биогаза и качество удобрений. Органические удобрения улучшают структуру почвы, водоудерживающую способность и устойчивость сельхозкультур к засухе. Использование отходов в качестве источника энергии снижает выбросы CO<sub>2</sub> и уменьшает потребление химических удобрений.

Таблица 1 – Примеры применения в странах Центральной Азии

Страна	Сырьё	Выход биогаза, м <sup>3</sup> /т	Прирост урожайности, %	Снижение хим. удобрений, %
Узбекистан	Пшеничная солома + навоз	200	15–20	25
Казахстан	Рисовая солома + овощные остатки	180	10–15	20
Кыргызстан	Солома + навоз + овощные остатки	160	12–18	30
Таджикистан	Солома + навоз	170	12–16	28

**Выводы.** Солома пшеницы и риса — ценный ресурс для производства биогаза и органических удобрений. Комбинированные биотехнологии (анаэробное брожение + компостирование) наиболее эффективны. Применение данных технологий в Центральной Азии позволяет одновременно решать экологические проблемы, повышать энергетическую автономность фермерских хозяйств и улучшать урожайность сельхозкультур.

#### Библиографический список

1. Сидоров В.И., Иванова Н.П. Биотехнологии переработки сельхозотходов. — М., 2020.
2. Zhang Y., et al. Anaerobic digestion of crop residues: a review. RenewableEnergy, 2019; 135: 241–256.
3. Karim K., et al. Biogas production from agricultural residues in Central Asia. J. Clean Prod., 2021; 298: 126742.
4. Li F., et al. Methane yield from wheat and rice straw: experimental data. Bioresour. Technol., 2018; 249: 395–402.
5. Петрова А.А., Иванов И.И. Органические удобрения из сельхозотходов. — Ташкент, 2021.
6. Khan M., et al. Composting techniques for crop residues. WasteManagement, 2020; 104: 123–132.
7. Акимов Р.Т. Энергетическая эффективность биогазовых установок в Узбекистане. — Самарканд, 2019.
8. Nurgaliyev S., et al. Composting rice straw in Kazakhstan: field results. Agric. Sci., 2020; 12(4): 215–224.
9. Rahmonov D., et al. Sustainable agriculture through biogas and organic fertilizers in Tajikistan. J. Environ. Manage., 2021; 288: 112410.

УДК 631.95; 579.64; 628.54

## БИОРЕМЕДИАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТЕНИЙ И МИКРООРГАНИЗМОВ В ТУРКМЕНИСТАНЕ

*A. Нарбаева, У. Базарбаев – преподаватели  
С.А. Балтаева - старший преподаватель,*

Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан  
E-mail: narmemedowa09@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассмотрены современные биотехнологические подходы к биоремедиации загрязнённых почв Туркменистана с использованием растений и микроорганизмов. Основное внимание уделено нефтезагрязнению, засолению и накоплению тяжёлых металлов. Проанализирована эффективность фиторемедиации и микробиологической ремедиации в условиях пустынного климата и засолённых земель. Представлены результаты применения растений (*Phragmites australis*, *Atriplex* spp., *Salsola soda*) и микроорганизмов (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azotobacter*), а также галофитов (*Halocnemum strobilaceum*, *Suaeda salsa*, *Salicornia europaea*, *Atriplex halimus*). Работа демонстрирует перспективы внедрения устойчивых биотехнологических решений для восстановления деградированных земель Туркменистана.

**Ключевые слова:** биоремедиация, фиторемедиация, микробиологическая ремедиация, галофиты, загрязнённые почвы, Туркменистан, нефтепродукты, тяжёлые металлы.

## BIOREMEDIATION OF POLLUTED SOILS USING PLANTS AND MICROORGANISMS IN TURKMENISTAN

*A. Narbayeva, U. Bazarbayev – lecturers,  
S.A. Baltaeva, senior lecturer*

Turkmen Agricultural University, Dashoguz, Turkmenistan  
E-mail: narmemedowa09@gmail.com

**Abstract.** The article analyzes modern biotechnological approaches to soil bioremediation in Turkmenistan using plants and microorganisms. The main sources of soil contamination—oil hydrocarbons, heavy metals, and salinity—are identified. The effectiveness of phytoremediation and microbial remediation under arid and saline conditions is evaluated. Regional studies demonstrate the potential of plants such as *Phragmites australis*, *Atriplex* spp., *Salsola soda*, as well as halophytes (*Halocnemum strobilaceum*, *Suaeda salsa*, *Salicornia europaea*, *Atriplex halimus*), and microorganisms of the genera *Pseudomonas*, *Bacillus*, and *Azotobacter*. The findings highlight the prospects of integrating sustainable biotechnologies to restore degraded soils in Turkmenistan.

**Keywords:** bioremediation, phytoremediation, microbial remediation, halophytes, soil pollution, Turkmenistan, hydrocarbons, heavy metals.

**Введение.** Проблема загрязнения почв Туркменистана становится одной из наиболее актуальных в условиях интенсивного нефтегазодобывающего сектора, высокой минерализации грунтовых вод и засушливого климата. В западных регионах, таких как Балканский велаят, распространены нефтезагрязнённые участки, где содержание углеводородов превышает допустимые нормы [1]. В восточных и центральных районах наблюдается накопление солей и тяжёлых металлов, что связано как с природной засолённостью, так и с последствиями ирригации [2].

Биоремедиация — экологически безопасный метод восстановления почв, основанный на использовании растений и микроорганизмов, способных разлагать токсики или аккумулировать их в тканях. Для Туркменистана, где высокие температуры и засолённые почвы ограничивают применение традиционных методов рекультивации, биотехнологические подходы особенно перспективны.

**Цель работы.** Оценить эффективность и возможности применения растений, микроорганизмов и галофитов для биоремедиации загрязнённых почв Туркменистана и определить наиболее перспективные биотехнологические решения для условий засушливого и засолённого климата.

**Материалы и методы исследования.** Исследование основано на анализе научных публикаций 2010–2024 гг., региональных отчетов, данных лабораторных и полевых исследований в западных (Балканский велаят) и центральных (Ахалский велаят) регионах Туркменистана.

Использовались следующие методы: фитоиндикация и фитотестирование устойчивости растений к углеводородам и солям; определение биомассы и коэффициента накопления тяжёлых металлов; микробиологический анализ нефтеразлагающих бактерий; газохроматографические измерения уровня нефтепродуктов; моделирование деградации углеводородов под действием микробиоты [3].

**Результаты и обсуждение.** Наиболее распространённые загрязнители в Туркменистане: нефтепродукты и углеводороды — результат добычи и транспортировки нефти и газа. В Балканском регионе содержание нефти достигает 15–20 г/кг почвы [1]; тяжёлые металлы (*Ni, Cr, Pb, Cd*) — повышенные концентрации отмечены в районах промышленных предприятий [4]; солевое загрязнение (*NaCl, MgSO<sub>4</sub>*) — характерно для пустынных районов и ирригационных систем [2]. Эти условия требуют использования стрессоустойчивых биоремедиаторов.

Растения, применяемые для фиторемедиации: *Phragmites australis* — устойчив к засолению и нефтепродуктам, снижает содержание углеводородов на 30–45 % за 6 месяцев [5]; *Atriplex canescens* и *Atriplex dimorphostegia* — галофиты, накапливают  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  и тяжёлые металлы; *Salsola soda* — растёт на засолённых почвах, снижает концентрацию  $\text{Cr}$  и  $\text{Pb}$  на 20–35 % [6].

Микроорганизмы, применяемые для фиторемедиации: *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens* — разлагают нефть, бензин, дизель [7]; *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* — производят ферменты и ПАВ, ускоряющие деградацию углеводородов; *Azotobacter chroococcum* — улучшает структуру почвы и стимулирует рост растений.

Галофиты обладают высокой устойчивостью к засолённым и деградированным почвам, и их применение в биоремедиации Туркменистана эффективно [8–12]: *Halocnemum strobilaceum* — стабилизирует почву, аккумулирует  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  [9]; *Suaeda salsa* — снижает  $\text{Cr}$  и  $\text{Pb}$  на 25–40 %, стимулирует микробиоту [10]; *Salicornia europaea* — устойчив к  $\text{NaCl}$  до 600 мМ, аккумулирует тяжёлые металлы, ускоряет разложение нефтепродуктов [11]; *Atriplex halimus* — увеличивает биомассу на 70 %, снижает засоление на 15–25 % [12]. Использование галофитов совместно с микроорганизмами повышает эффективность биоремедиации на 40–60 %.

Эффективность совместного применения растений и микроорганизмов была показана в полевых экспериментах (Балканский и Ахалский велаяты, 2019–2023 гг.): *Phragmites australis* + *Pseudomonas* spp. — снижение нефтепродуктов на 65 % за 8 месяцев; *Atriplex* spp. + *Bacillus subtilis* — снижение солевого стресса, увеличение биомассы на 40 %; комплексное применение галофитов и микроорганизмов — ускорение минерализации углеводородов в 2–3 раза [5,7,10].

**Выводы.** Почвы Туркменистана характеризуются нефтезагрязнением, засолением и накоплением тяжёлых металлов. Наиболее устойчивыми фиторемедиаторами являются *Phragmites australis*, *Atriplex* spp., *Salsola soda* и галофиты (*Halocnemum strobilaceum*, *Suaeda salsa*, *Salicornia europaea*, *Atriplex halimus*). Микроорганизмы *Pseudomonas*, *Bacillus* и *Azotobacter* обладают высокой потенцией в разложении углеводородов и улучшении почвенной структуры. Наибольшая эффективность достигается при совместном использовании растений и микроорганизмов, что увеличивает скорость детоксикации почвы на 40–60 %. Биоремедиация является экологически и экономически оправданным методом восстановления деградированных земель Туркменистана.

### Библиографический список

1. Ovezov M. Assessment of petroleum-contaminated soils in western Turkmenistan // Environmental Monitoring Reports. — 2020. — Vol. 18(2). — P. 44–51.
2. Atayev S. Soil salinity dynamics in irrigated lands of Turkmenistan // Arid Zone Journal. — 2019. — Vol. 11(3). — P. 25–33.
3. Джумаев А. Методы анализа углеводородного загрязнения почв // Почвоведение. — 2021. — №6. — С. 77–85.
4. Kurbanov R. Heavy metal concentrations in central Turkmenistan soils // GeoScience Studies. — 2022. — Vol. 9. — P. 12–20.
5. Annageldiev H. Phytoremediation potential of *Phragmites australis* in oil-contaminated soils // Desert Research Bulletin. — 2021. — Vol. 5(1). — P. 33–39.

6. Muradova G. Accumulation of metals by halophytes in saline soils // Journal of Central Asian Ecology. — 2020. — Vol. 14(2). — P. 18–27.
7. Berdyev B. Hydrocarbon-degrading bacteria isolated from Turkmenistan soils // Microbial Biotechnology. — 2023. — Vol. 7(4). — P. 54–62.
8. Omarov T. Halophytic vegetation and soil salinity in Turkmenistan // Arid Ecosystems. — 2018. — Vol. 24(3). — P. 44–52.
9. Atdayeva A. Remediation potential of *Halocnemum strobilaceum* on saline oil-polluted soils // Desert Ecology Journal. — 2021. — Vol. 7(1). — P. 29–36.
10. Yagshimuradov B. Phytoremediation activity of *Suaeda salsa* in heavy metal-contaminated soils of western Turkmenistan // Environmental Biotechnology. — 2023. — Vol. 6(2). — P. 58–66.
11. Amanov R. *Salicornia europaea* as a halophyte for hydrocarbon phytoremediation // Central Asian Botanical Studies. — 2022. — Vol. 13(4). — P. 78–85.
12. Geldyev M. Adaptation and remediation potential of *Atriplex halimus* under saline conditions // Journal of Soil Restoration. — 2020. — Vol. 5(3). — P. 14–22.