

**Главный редактор:**

А. Ф. Туманян – д. с.-х. н., проф.

**Редакционный совет:**

Н. Н. Дубенок – академик РАН, д.с.-х.н., проф.; В. М. Косолапов – академик РАН, д.с.-х.н., проф.; А. Л. Иванов – академик РАН, д.б.н., проф.; К. Н. Кулик – академик РАН, д.с.-х.н., проф.; И.М. Куликов – академик РАН, д.эконом.н., проф.; В. Ф. Пивоваров – академик РАН, д.с.-х.н., проф.; М. С. Гинс – член–корреспондент РАН, д.б.н., проф.; Н. В. Тютюма – д.с.-х.н., член–корреспондент РАН; В. Г. Плющиков – д.с.-х.н., проф.; Ш. Б. Байрамбеков – д.с.-х.н., проф., заслуженный агроном РФ; С. Н. Еланский – д.б.н.; М. М. Оконов – член–корр. РАЕН, д.с.-х.н., проф.; Ю. В. Трунов – д.с.-х.н., проф.; А. Н. Арилов – д.с.-х.н., проф.; Ю. А. Ватников – д.в.н., проф.; Н. В. Донкова – д.в.н., проф.; Т. С. Кубатбеков – д.б.н., доцент; Е. М. Ленченко – д.в.н., проф.; В. Е. Никитченко – д.в.н., проф.; Н. Н. Балашова – д.э.н., проф.; В. М. Пизенголец – д.э.н., проф.; Н. Н. Скитер – д.э.н., проф.; Т. В. Папаскири – д.э.н., проф.; М.И. Сложенкина – д.б.н., проф. РАН, проф.; В. Ф. Гороховский – д.с.-х.н., доцент; Аль-Азауи Нагам Маджид Хамид, проф.

**Head editor:**

А. F. Tumanyan – Dr. Agr. Sci., Prof.

**Editorial Board:**

N. N. Dubenok – RAS memb., V. M. Kosolapov – RAS memb.; A. L. Ivanov – RAS memb.; K. N. Kulik – RAS memb.; I.M. Kulikov – RAS memb.; V. F. Pivovarov – RAS memb.; M. S. Gins – RAS cor.m.; N. V. Tyutyuma – RAS cor.m.; V. G. Plyushchikov – Dr.Sc. agr.; H. B. Bajrambekov – Dr. Sc.agr.; S. N. Elanskij – Dr.Sc.biol.; M. M. Okonov – RAEN cor.m.; Yu. V. Trunov – Dr.Sc.agr.; A. N. Arilov – Dr.Sc.agr.; Yu. A. Vatnikov – Dr.Sc.vet.; N. V. Donkova – Dr.Sc.vet.; T. S. Kubatbekov – Dr.Sc.biol.; E. M. Lenchenko – Dr.Sc.vet.; V. E. Nikitchenko – Dr.Sc.vet.; N. N. Balashova – Dr.Sc.econ.; V. M. Pizengol'c – Dr.Sc.econ.; N. N. Skiter – Dr.Sc.econ.; T. V. Papaskiri – Dr.Sc.econ.; M.I. Slozhenkina – Dr.Sc.biol.; V. F. Gorokhovskiy – Dr.Sc.agr.; Nagham Majeed Hameed, Prof.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ и ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

**№1 (59) 2024**

DOI: 10.32935/2221-7312-2024-59-1

**Содержание****Общее земледелие, растениеводство**

- Ю.Н. Плескачѳв, И.Б. Борисенко, Н.И. Сѳмина, М. Н. Сытилин*  
Продуктивность подсолнечника в зависимости от приемов основной обработки почвы..... 3
- Н. В. Тютюма, Н. Ю. Петров, Г. Н. Зверева, А. А. Шершнев*  
Возделывание зерновых культур на юге России..... 8
- Н. Ю. Петров, И. А. Беляев, А. А. Шершнев, Е. Н. Ефремова*  
Особенности возделывания ярового ячменя на юге России.....12
- Барри Мамаду, Александр Чонгера, В. В. Введенский, Д. С. Тегесов, Аллен Дуаньо,*  
Влияние минеральных удобрений на некоторые показатели урожайности трех сортов тритикале на дерново-подзолистой почве .....16
- Ю. Н. Плескачѳв, С. А. Цветков*  
Продуктивность сои в центральном Черноземье .....20
- Насир Фарадж Шачай, Хамид Калаф Хрбит, И. Р. Манукян, Е. В. Романова*  
Влияние концентрации цикоцела и сроков обработки на ростовые признаки, урожайность зерна и ее компонентов у сорго (сорт Bohooth 70).....24

**Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры**

- М. И. Дулов, М. И. Антипенко, А. С. Заика*  
Биохимический состав плодов жимолости в условиях лесостепи Среднего Поволжья.....32
- М. И. Дулов, М. И. Антипенко*  
Биохимический состав ягод сортов малины обыкновенной в условиях Среднего Поволжья .....37
- М. И. Дулов, М. И. Антипенко, А. С. Заика*  
Биохимический состав плодов смородины черной в условиях лесостепи Среднего Поволжья.....43
- М. И. Дулов, М. С. Сергеев*  
Изменение биохимического состава ягод земляники садовой при хранении в неохлажденном состоянии.....48

**Селекция, семеноводство и биотехнология растений**

- М. И. Дулов*  
Полиморфизм генов биосинтеза этилена Md-ACS1 и Md-ACO1 у сортов яблони российской селекции зимнего срока созревания плодов .....53

**Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология**

- И. Е. Прозоровский, Е. А. Кротова, Г.А. Ветошкина, С. Б. Селезнев*  
Морфологическая оценка формирования печени у японских перепелов .....61

**Редактор**  
О. В. Любименко

**Оформление и верстка**  
В. В. Земсков

Адрес редакции:  
105318, г. Москва,  
Измайловское шоссе, д. 20-1Н

е-mail: agrobio@list.ru.  
Интернет: <http://www.nitu.ru>

При перепечатке любых материалов ссылка на журнал «Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса» обязательна.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций.  
Свидетельство о регистрации СМИ ПИ ФС77-35867 от 31 марта 2009 года.

**ISSN 2221-7312**

Включен в перечень изданий Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ

Формат 60 × 84 1/8

Тираж 1000 экз.

Редакция не несет ответственности за достоверность информации в материалах, в том числе рекламных, предоставленных авторами для публикации. Материалы авторов не возвращаются.

Отпечатано в ООО ИПФ «СТРИНГ»  
424006, Республика Марий Эл,  
г. Йошкар-Ола, ул. Строителей, 95

# THEORETICAL & APPLIED PROBLEMS OF AGRO-INDUSTRY

## №1 (59) 2024

### Contents

#### General Agriculture, Crop Production

*Yu. N. Pleskachev, I. B. Borisenko, N. I. Semina, M. N. Sytilin*  
Sunflower Productivity Depending on the Methods of Basic Tillage ..... 3

*N. V. Tyutyuma, N. Yu. Petrov, G. N. Zvereva, A. A. Shershnev*  
Cultivation of Grain Crops in the South of Russia ..... 8

*N. Yu. Petrov, I. A. Belyaev, A. A. Shershnev, E. N. Efremova*  
Features of Spring Barley Cultivation in the South of Russia.....12

*Barry Mamadou, Alexandre Congera, V. V. Vvedensky, D. S. Tegesov, Allen Duanyo*  
Effect of Mineral Fertilizers on Some Yield Parameters of Three Triticale Varieties on Sod -Podzolic Soil .....16

*Yu. N. Pleskachev, S. A. Tsvetkov*  
Soybean Productivity in the Central Chernozem Region .....20

*Naseer Faraj Shachai, Hameed Khalaf Khrbeet, I. R. Manukyan, E. V. Ramanova*  
Influence Cycocel Concentration and Spraying Stages on Growth Traits, Grains Yield and Its Components in Sorghum (Var. Bohooth 70).....24

#### Gardening, Vegetable, Viticulture and Medicinal Crops

*M. I. Dulov, M. I. Antipenko, A. S. Zaika*  
Biochemical Composition of Honeysuckle Fruits in the Conditions of the Forest-Steppe of the Middle Volga Region .....32

*M. I. Dulov, M. I. Antipenko*  
The Biochemical Composition of Berries of Raspberry Varieties in the Conditions of the Middle Volga Region .....37

*M. I. Dulov, M. I. Antipenko, A. S. Zaika*  
Biochemical Composition of Black Currant Fruits in the Conditions of the Forest-Steppe of the Middle Volga Region .....43

*M. I. Dulov, M. S. Sergeev*  
Changes in the Biochemical Composition of Strawberry Berries When Stored in a Chilled State .....48

#### Selection and Seed Farming of Agricultural Plants

*M. I. Dulov*  
Polymorphism of Genes for Ethylene Biosynthesis Md-ACS1 and Md-ACO1 in Russian Apple Varieties of Winter Fruit Ripening.....53

#### Pathology of Animals, Morphology, Physiology, Pharmacology and Toxicology

*I. E. Prozorovsky, E. A. Krotova, G. A. Vetoshkina, S. B. Seleznev*  
Morphological Assessment of Liver Formation in Japanese Quail .....61

## Продуктивность подсолнечника в зависимости от приемов основной обработки почвы

УДК 631.51

DOI: 10.32935/2221-7312-2024-59-1-3-7

Ю. Н. Плещачёв<sup>1</sup> (д.с.–х.н.), И. Б. Борисенко<sup>2</sup> (д.т.н.),  
Н. И. Сёмина<sup>2</sup> (к.с.–х.н.), М. Н. Сытилин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»,

<sup>2</sup>Волгоградский государственный аграрный университет,  
pleskachiov@yandex.ru

С 2019 по 2022 годы на черноземах обыкновенных в Волгоградской области изучалось влияние приёмов основной обработки почвы на продуктивность различных гибридов подсолнечника, возделываемых по технологии Экспрессан. Схема опыта включала изучение двух факторов: Фактор А — процессы основной обработки почвы (4 варианта): А1 — отвальная вспашка (ПН-8-35) на глубину 0,25–0,27 м, контроль; А2 — чизелевание (ПН-8-35 с рабочими органами РАНЧО) на 0,35–0,37 м; А3 — щелевание с поверхностным уширителем (ПН-8-35 с рабочими органами РАНЧО через 0,7 м, в комплектации «узкое долото» + уширитель) на 0,35–0,37 м; А4 — поверхностная обработка на 0,10–0,12 м (БДМ — 6 м). Фактор В — гибриды подсолнечника, предназначенные под технологию с гербицидом Экспресс. Наименьшая плотность почвы в среднем за вегетационный период оказалась на варианте отвальной вспашки ПН-4-35 на глубину 0,25–0,27 м и равнялась в среднем за 2020–2022 гг. в слое 0–0,4 м 1,18 т/м<sup>3</sup>. На варианте рыхления чизельными рабочими органами «Ранчо» на глубину 0,35–0,37 м с оборотом пласта на 0,15–0,17 м в среднем за вегетационный период, плотность почвы составляла 1,11 т/м<sup>3</sup>. На варианте поверхностной обработки на 0,10–0,12 м (БДМ — 6 м) в среднем за вегетационный период плотность почвы была наибольшей и составляла 1,3 т/м<sup>3</sup>. Наибольшая влажность от всходов подсолнечника до формирования маслосемян устанавливалась на вариантах чизельного рыхления рабочим органом «Ранчо» на 0,35–0,37 м с оборотом пласта на 0,15–0,17 м. Наименьшая влажность оказалась на вариантах поверхностной обработки на 0,10–0,12 м (БДМ — 6 м). Наибольший фотосинтетический потенциал подсолнечника формировался у гибрида П 64ЛЕ 25 на варианте чизельного рыхления рабочим органом «Ранчо» на 0,35–0,37 м с оборотом пласта на 0,15–0,17 м. Наибольшее количество сухой биомассы 7,84 т/га в среднем за 2020–2022 годы оказалось на варианте чизельного рыхления рабочим органом «Ранчо» на 0,35–0,37 м с оборотом пласта на 0,15–0,17 м у гибрида ЛГ 59580. Наибольшая урожайность подсолнечника в среднем за 2020–2022 гг. формировалась у гибрида ЛГ 59580 на варианте чизельного рыхления «Ранчо» на глубину 0,35–0,37 м с оборотом пласта на 0,15–0,17 м равнялась 3,56 т/га. Наименьшая урожайность подсолнечника в среднем за 2020–2022 гг. формировалась у гибрида Сумико на варианте поверхностной обработки на 0,10–0,12 м (БДМ — 6 м) и равнялась 1,53 т/га.

**Ключевые слова:** вспашка, чизелевание, щелевание, дискование, подсолнечник, технология Экспрессан.

### Введение

Подсолнечник, на сегодняшний день, является одной из самых рентабельных масличных культур в Российской Федерации. В мире в последнее время, в связи со стремительным развитием научно-технического прогресса в части инновационных средств защиты растений от сорной растительности, болезней и вредителей, все чаще появляются новые технологии возделывания сельскохозяйственных культур на основе современных пестицидов [1–3].

Широкое развитие в производстве, в том числе и российских аграриев, уже начинают получать такие системы, применяемые при возделывании подсолнечника, как Клиофилд, Клиофилд Плюс, Ангеленге, Экспрессан и другие технологии [4–6].

Ранее подсолнечник возделывался по обычной, так называемой традиционной технологии. Сначала это были сорта. Затем появились гибриды, которые отмечались повышенной продуктивностью по сравнению с сортами, более высокой технологичностью, выровненностью [7–9].

Гибриды подсолнечника, как и других культур, в свою очередь требовательны к созданию благоприятных условий, плодородию почвы, пищевому, тепловому и водному режимам почвы, агрофизическим показателям, оптимальной обработке почвы [10–12].

### Материал и методы исследования

С 2019 по 2022 годы на черноземах обыкновенных в Волгоградской области изучалось влияние приёмов основной обработки почвы на продуктивность различных гибридов подсолнечника, возделываемых по технологии Экспрессан.

Схема опыта включала изучение двух факторов: Фактор А — процессы основной обработки почвы (четыре варианта): А<sub>1</sub> — отвальная вспашка (ПН-8-35) на глубину 0,25–0,27 м, контроль; А<sub>2</sub> — чизелевание (ПН-8-35 с рабочими органами РАНЧО) на 0,35–0,37 м; А<sub>3</sub> — щелевание с поверхностным уширителем (ПН-8-35 с рабочими органами РАНЧО через 0,7 м, в комплектации «узкое долото» + уширитель) на 0,35–0,37 м; А<sub>4</sub> — поверхностная обработка на 0,10–0,12 м (БДМ — 6 м).

Фактор В - гибриды подсолнечника, предназначенные под технологию с гербицидом Экспресс.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Плотность почвы, среднее в слое 0–0,4 м в среднем за вегетационный период, в среднем за 2020–2022 гг. при отвальной вспашке плугом ПН-4-35 на глубину 0,25–0,27 м равнялась 1,18 т/м<sup>3</sup> (табл. 1). На варианте рыхления чизельными рабочими органами «Ранчо» на глубину 0,35–0,37 м с оборотом пласта на 0,15–0,17 м в среднем за вегетационный период, плотность почвы составляла 1,11 т/м<sup>3</sup>. На варианте щелевания на глубину 0,35–0,37 м с поверхностным уширителем с рабочими органами РАНЧО через 0,7 м на глубину 0,1–0,12 м в среднем за вегетационный период, плотность почвы равнялась 1,15 т/м<sup>3</sup>. На варианте поверхностной обработки на 0,1–0,12 м (БДМ — 6 м) в среднем за вегетационный период плотность почвы составляла 1,3 т/м<sup>3</sup>.

В среднем за 2020–2022 гг. весной к моменту сева подсолнечника наибольшая влажность слоя почвы 0–0,4 м фиксировалась на вариантах чизельного рыхления рабочим органом «Ранчо» на 0,35–0,37 м с оборотом пласта на 0,15–0,17 м и составляла 80,4 %. Большее накопление влаги в течение осенне-зимнего периода на чизельных вариантах объясняется величиной глубины рыхления, разрушением плужной подошвы, а отсюда - улучшением водопроницаемости, скважности и других агрофизических свойств почвы.

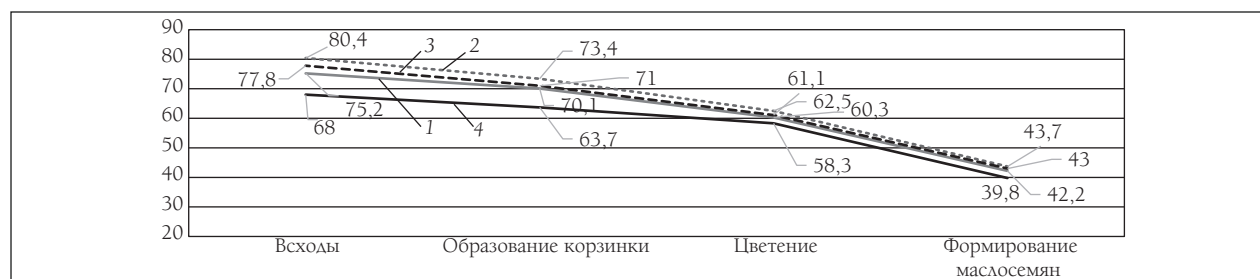
Наименьшая влажность слоя почвы 0–0,4 м отмечалась на варианте поверхностной обработки на 0,10–0,12 м (БДМ – 6 м) что, очевидно, происходило из-за увеличения плотности почвы и уменьшения порозности (рис. 1). Разница во влажности слоя почвы 0–0,4 м с наибольшим значением составляла 12,4%, влажность равнялась 68%.

В результате, наибольшая влажность слоя почвы 0–0,4 м все годы исследований от всходов подсолнечника до формирования маслосемян устанавливалась на вариантах чизельного рыхления рабочим органом «Ранчо» на 0,35–0,37 м с оборотом пласта на 0,15–0,17 м. Наименьшая влажность слоя почвы 0–0,4 м все годы исследований от всходов подсолнечника до формирования маслосемян устанавливалась на вариантах поверхностной обработки на 0,1–0,12 м (БДМ – 6 м).

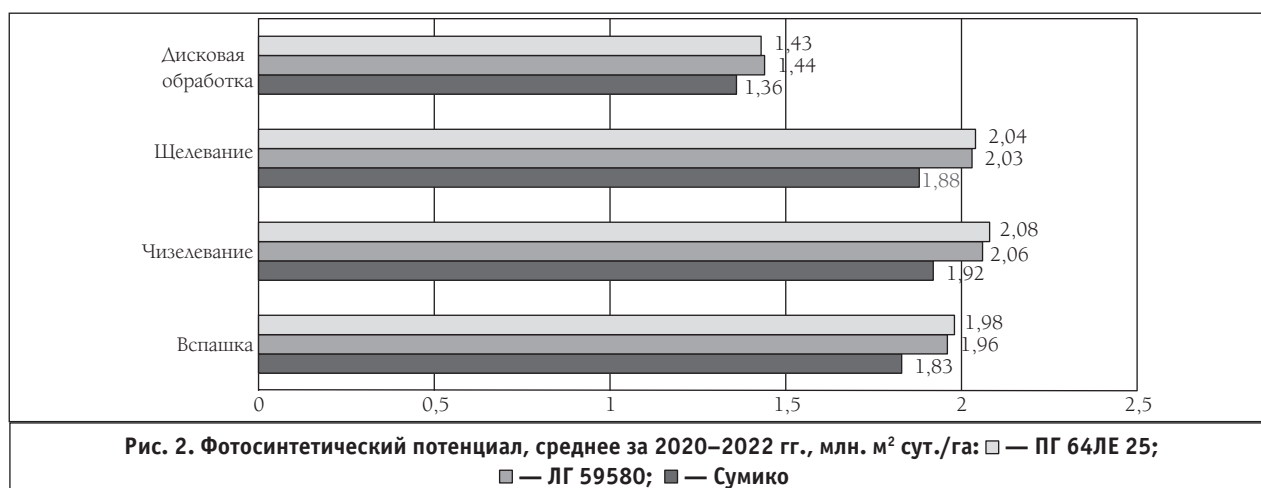
В результате определения фотосинтетического потенциала гибридов подсолнечника Сумико, ЛГ 59580 и П 64ЛЕ 25, возделываемых по технологии Экспрессан, по четырем различным приемам основной обработки почвы, было установлено, что наименьший фотосинтетический потенциал формировался у гибрида Сумико при возделывании на варианте поверхностной обработки почвы на 0,10–0,12 м (БДМ – 6) (рис. 2). Наибольший фотосинтетический потенциал подсолнечника формировался у гибрида П 64ЛЕ 25 на варианте чизельного рыхления рабочим органом «Ранчо» на 0,35–0,37 м с оборотом пласта на 0,15–0,17 м. Разница между наименьшим и наибольшим значением фотосинтетического потенциала составляла 53%.

**Табл. 1. Плотность почвы в среднем за вегетационный период подсолнечника, среднее в слое 0–0,4 м, т/м<sup>3</sup>**

Фактор А	Фактор В	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
А <sub>1</sub> – вспашка плугом ПН-8-35 на 0,25–0,27 м, контроль	Сумико (К)	1,17	1,22	1,15	1,18
	ЛГ 59580	1,17	1,22	1,15	1,18
	П 64ЛЕ 25	1,17	1,22	1,15	1,18
А <sub>2</sub> – чизелевание рабочими органами РАНЧО на 0,35–0,37 м	Сумико	1,10	1,16	1,08	1,11
	ЛГ 59580	1,10	1,16	1,08	1,11
	П 64ЛЕ 25	1,10	1,16	1,08	1,11
А <sub>3</sub> – щелевание с поверхностным уширителем на 0,35–0,37 м	Сумико	1,15	1,19	1,12	1,15
	ЛГ 59580	1,15	1,19	1,12	1,15
	П 64ЛЕ 25	1,15	1,19	1,12	1,15
А <sub>4</sub> – поверхностная обработка на 0,10–0,12 м (БДМ – 6 м).	Сумико	1,30	1,33	1,26	1,30
	ЛГ 59580	1,30	1,33	1,26	1,30
	П 64ЛЕ 25	1,30	1,33	1,26	1,30



**Рис. 1. Динамика влажности почвы на вариантах 1–4, в среднем за 2020–2022 гг., %**

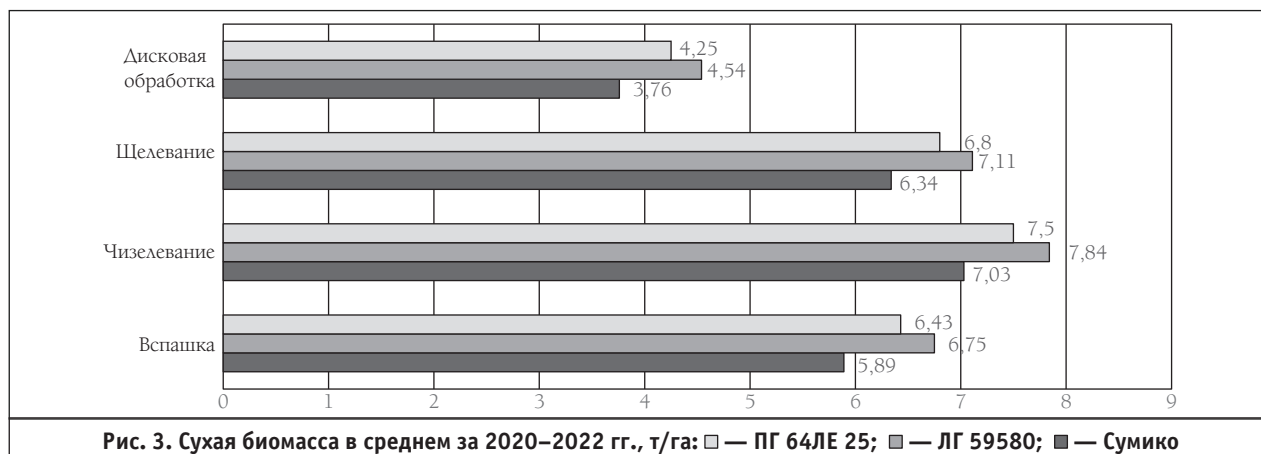


Наименьшее количество сухой биомассы наших опытах в среднем за 2020–2022 гг. было установлено у гибрида Сумико на варианте поверхностной обработки почвы на 0,10–0,12 м и равнялась 3,76 т/га. У гибридов ЛГ 59580 и ПГ 64ЛЕ 25 сухой биомассы оказалось соответственно на 0,78 и 0,49 т/га больше (рис. 3). На варианте отвальной вспашки плугом ПН-4-35 на глубину 0,25–0,27 м количество сухой биомассы увеличивалась на 2,13–2,21 т/га. На варианте щелевания на глубину 0,35–0,37 м с поверхностным уширителем с рабочими органами РАНЧО через 0,7 м на глубину 0,10–0,12 м количество сухой биомассы увеличивался на 2,55–2,58 т/га. На варианте чизельного рыхления рабочим органом «Ранчо» на 0,35–0,37 м с оборотом пласта на 0,15–0,17 м количество сухой биомассы увеличилось на 3,25–3,30 т/га. Наибольшее количество сухой биомассы в среднем за 2020–2022 гг. оказалось на варианте чизельного рыхления рабочим органом «Ранчо» на 0,35–0,37 м с оборотом пласта на 0,15–0,17 м у гибрида ЛГ 59580 и равнялось 7,84 т/га.

Наибольшая урожайность подсолнечника в среднем за 2020–2022 гг. формировалась у гибрида ЛГ 59580 на варианте чизельного рыхления «Ранчо» на глубину 0,35–0,37 м с оборотом пласта на 0,15–0,17 м равнялась 3,56 т/га. У гибрида П 64 ЛЕ 25 урожайность

была 0,12 т/га меньше, а у гибрида Сумико на 0,25 т/га меньше и составляла 3,31 т/га. На варианте щелевания на глубину 0,35–0,37 м с поверхностным уширителем с рабочими органами РАНЧО через 0,7 м на глубину 0,1–0,12 м урожайность подсолнечника у гибрида ЛГ 59580 равнялась 3,33 т/га. У сорта П 64 ЛЕ 25 урожайность была 0,05 т/га меньше, а у гибрида Сумико на 0,24 т/га меньше и составляла 3,19 т/га. Варианты вспашки плугом ПН-4-35 на глубину 0,27–0,3 м и традиционного чизельного рыхления «Ранчо» на глубину 0,35–0,37 м уступали данным вариантам по урожайности подсолнечника в среднем на 0,07–0,3 т на гектаре. У гибрида ЛГ 59580 урожайность равнялась 3,26 т/га. У сорта П 64 ЛЕ 25 урожайность была 0,15 т/га меньше, а у гибрида Сумико на 0,25 т/га меньше и составляла 3,01 т/га.

Наименьшая урожайность подсолнечника в среднем за 2020–2022 гг. формировалась у гибрида Сумико на варианте поверхностной обработки на 0,1–0,12 м (БДМ – 6 м) и равнялась 1,53 т/га, то есть оказалась на 2,03 т/га или в 2,32 раза меньше по сравнению с урожайностью у гибрида ЛГ 59580 на варианте чизельного рыхления «Ранчо» на глубину 0,35–0,37 м с оборотом пласта на 0,15–0,17 м. У гибрида П 64 ЛЕ 25 урожайность на данном варианте основной обработки почвы





была 0,13 т/га больше, а у гибрида ЛГ 59580 на варианте поверхностной обработки на 0,1–0,12 м (БДМ – 6 м) на 0,19 т/га больше и составляла 1,72 т/га.

Проведение дисперсионного анализа показало, что наименьшая существенная разность во все годы исследований не выходило за пределы допустимых значений.

## Выводы

Исследования, проведенные с 2019 по 2022 годы в черноземной зоне Волгоградской области, показали, что наиболее оптимальным приемом основной обработки почвы под гибриды подсолнечника, возделываемые по технологии Экспрессан (т.е. с применением гербицида Экспресс) является чизелевание ПН-8-35 с рабочими органами РАНЧО на глубину 0,35–0,37 м.

## Литература

1. Аксенов, М.П. Влияние способов предпосевной обработки на развитие подсолнечника в зоне черноземов южных Волгоградской области / М.П. Аксенов, Н.Ю. Петров, Н.И. Лебедь, Д.Д. Нехорошев // Известия нижевожского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 2 (66). – С. 87-96.
2. Чурзин, В.Н. Влияние способов основной обработки на воднофизические свойства чернозема южного и урожайность гибридов подсолнечника / В.Н. Чурзин, А.О. Дубовченко // Известия нижевожского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 3 (59). – С. 181-189.
3. Плескачѳв Ю.Н., Сѳмина Н.И., Долгов Е.Ю., Скороходов Е.А., Солодовников А.П. Способы повышения плодородия почвы и урожайности подсолнечника в Нижнем Поволжье / Ю.Н. Плескачѳв, Н.И. Сѳмина, Е.Ю. Долгов, Е.А. Скороходов, А.П. Солодовников //Аграрный научный журнал. – 2018. – № 2. – С. 28-31.
4. Кашукоев, М.В. Урожайность гибридов подсолнечника в зависимости от различных доз минеральных удобрений и биопрепаратов / М.В. Кашукоев, В.М. Бижев //Аграрная наука. – 2014. – № 6. – С.18-20.
5. Иванова, З.А. Влияние десикации посевов на продуктивность и качество семян подсолнечника / З.А. Иванова, К.Г. Магомедов, Х.А. Хамоков, А.Л. Бозиев //Проблемы развития АПК региона. – 2023. – № 1(53). – С.36-42.
6. Ханиева, И.М. Влияние регуляторов роста на продуктивность и качество семян гибридов подсолнечника в условиях Кабардино-Балкарии / И.М. Ханиева, А.Л. Бозиев, Т.Б. Шалов, А.А. Одижев, В.П. Егоров, Н.М. Бекалиева // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – № 2 (50). – С.120-125.
7. Ибрагимов, А.Д. Технология возделывания подсолнечника в орошаемой зоне Республики Дагестан / А.Д. Ибрагимов // Проблемы развития АПК региона. – 2020. – № 4 (44). – С.58-63.
8. Чамурлиев, О.Г. Изучение эффективности минеральных удобрений на подсолнечнике в открытом грунте при орошении в условиях Волгоградской области / О.Г. Чамурлиев, А.Н. Сидоров, А.А. Холод, Г.О. Чамурлиев // Известия нижевожского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 4 (68). – С. 69-76.
9. Медведев, Г.А. Эффективность инновационных систем возделывания подсолнечника на южных черноземах Волгоградской области / Г.А. Медведев, Н.Г. Екатериничева, А.В. Ткаченко // Известия нижевожского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 3 (59). – С. 116-124.
10. Воронов, С.И. Биологические, агрономические и технические подходы к обработке почвы. Монография. / С.И. Воронов, Ю.Н. Плескачѳв, И.Б. Борисенко. – Волгоград. 2020. – 162 с.
11. Тютюнов, С.И. Продуктивность севооборотов под действием разных агротехнических приѳемов в условиях юго-западной части Центрально-Чернозѳмной зоны / С.И. Тютюнов, А.С. Цыгуткин, Е.В. Навольнева, И.В. Логвинов //Аграрная Россия. – 2023. – № 9. – С. 16-19.
12. Бородычѳв, В.В. Закономерности послонного распределения запасов обѳей и продуктивной влаги при разных способах обработки почвы под нут / В.В. Бородычѳв, С.Я. Семененко // Известия нижевожского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 3 (47). – С. 21-29.

## References

1. Aksekov, M.P. Vliyanie sposobov predposevnoy obrabotki na razvitie podsolnechnika v zone chernozemov yuzhny`x Volgogradskoy oblasti / M.P. Aksekov, N.Yu. Petrov, N.I. Lebed`, D.D. Nexoroshev // Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vy`sshee professional`noe obrazovanie. – 2022. – № 2 (66). – S. 87-96.
2. Churzin, V.N. Vliyanie sposobov osnovnoy obrabotki na vodnofizicheskie svoystva chernozema yuzhnogo i urozhajnost` gibridov podsolnechnika / V.N. Churzin, A.O. Dubovchenko // Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vy`sshee professional`noe obrazovanie. -2020. – № 3 (59). – S. 181-189.
3. Pleskachyov Yu.N., Syomina N.I., Dolgov E.Yu., Skorokhodov E.A., Solodovnikov A.P. Sposoby` povы`sheniya plodorodiya pochvy` i urozhajnosti podsolnechnika v Nizhnem Povolzh`e / Yu.N. Pleskachyov, N.I. Syomina, E.Yu. Dolgov, E.A. Skorokhodov, A.P. Solodovnikov //Agrarny`j nauchny`j zhurnal. -2018. – № 2. – S. 28-31.
4. Kashukoev, M.V. Urozhajnost` gibridov podsolnechnika v zavisimosti ot razlichny`x doz mineral`ny`x udobrenij i biopreparatov / M.V. Kashukoev, V.M. Bizhev //Agrarnaya nauka. – 2014. – № 6. – S.18-20.
5. Ivanova, Z.A. Vliyanie desikacii posevov na produktivnost` i kachestvo semyan podsolnechnika / Z.A. Ivanova, K.G. Magomedov, X.A. Hamokov, A.L. Boziev //Problemy` razvitiya APK regiona. – 2023. – № 1(53). – S.36-42.

6. Xanieva, I.M. Vliyaniye regulyatorov rosta na produktivnost' i kachestvo semyan gibridov podsolnechnika v usloviyax Kabardino-Balkarii / I.M. Xanieva, A.L. Boziev, T.B. Shalov, A.A. Odizhev, V.P. Egorov, N.M. Bekaldieva // Problemy razvitiya APK regiona. – 2022. – № 2 (50). – S.120-125.
7. Ibragimov, A.D. Tekhnologiya vozdeleyvaniya podsolnechnika v oroshaemoj zone Respubliki Dagestan / A.D. Ibragimov // Problemy razvitiya APK regiona. – 2020. – № 4 (44). – S.58-63.
8. Chamurlijev, O.G. Izuchenie e'ffektivnosti mineral'ny'x udobrenij na podsolnechnike v otkry'tom grunte pri oroshenii v usloviyax Volgogradskoj oblasti / O.G. Chamurlijev, A.N. Sidorov, A.A. Xolod, G.O. Chamurlijev // Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vy'sshee professional'noe obrazovanie. – 2022. – № 4 (68). – S. 69-76.
9. Medvedev, G.A. E'ffektivnost' innovacionny'x sistem vozdeleyvaniya podsolnechnika na yuzhny'x chernozemax Volgogradskoj oblasti / G.A. Medvedev, N.G. Ekaterinicheva, A.V. Tkachenko // Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vy'sshee professional'noe obrazovanie. – 2020. – № 3 (59). – S. 116-124.
10. Voronov, S.I. Biologicheskie, agronomicheskie i texnicheskie podxody k obrabotke pochvy'. Monografiya. / S.I. Voronov, Yu.N. Pleskachyov, I.B. Borisenko. – Volgograd. 2020. – 162 s.
11. Tyutyunov, S.I. Produktivnost' sevooborotov pod dejstviem razny'x agrotexnicheskix priyomov v usloviyax yugo-zapadnoj chasti Central'no-Chernozyomnoj zony' / S.I. Tyutyunov, A.S. Cygutkin, E.V. Navol'neva, I.V. Logvinov // Agrarnaya Rossiya. – 2023. – № 9. – S. 16-19.
12. Borody'chyov, V.V. Zakonomernosti poslojnogo raspredeleniya zapasov obshhej i produktivnoj vlagi pri razny'x sposobax obrabotki pochvy' pod nut / V.V. Borody'chyov, S.Ya. Semenenko // Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vy'sshee professional'noe obrazovanie. – 2017. – № 3 (47). – S. 21-29.

**Yu. N. Pleskachev<sup>1</sup>, I. B. Borisenko<sup>2</sup>, N. I. Semina<sup>2</sup>, M. N. Sytilin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Federal Research Center (FIC) «Nemchinovka»,

<sup>2</sup>Volgograd State Agrarian University

pleskachiov@yandex.ru

### SUNFLOWER PRODUCTIVITY DEPENDING ON THE METHODS OF BASIC TILLAGE

*From 2019 to 2022, the influence of basic tillage techniques on the productivity of various sunflower hybrids cultivated using Expressan technology was studied on ordinary chernozems in the Volgograd region. The scheme of the experiment included the study of two factors: Factor A – the processes of basic tillage (4 options): A1 – dump plowing (MON–8–35) to a depth of 0.25–0.27 m, control; A2 – chiseling (MON–8–35 with RANCH workers) at 0.35–0.37 m; A3 – slitting with a surface expander (PN–8–35 with RANCH working bodies through 0.7 m, complete with a «narrow chisel» + expander) by 0.35–0.37 m; A4 – surface treatment by 0.10–0.12 m (BDM – 6.0 m). Factor B – sunflower hybrids designed for technology with herbicide Express. The lowest soil density on average during the growing season turned out to be on the variant of dump plowing PN–4–35 to a depth of 0.25–0.27 m and was equal on average for 2020–2022 in a layer of 0–0.4 meters 1.18 t/m<sup>3</sup>. In the variant of loosening by chisel working bodies of the «Ranch» to a depth of 0.35–0.37 m with a reservoir turnover of 0.15–0.17 m on average during the growing season, the soil density was 1.11 t/m<sup>3</sup>. In the variant of surface treatment at 0.10–0.12 m (BDM – 6 m), the average soil density during the growing season was the highest and amounted to 1.30 t/m<sup>3</sup>. The highest humidity from sunflower seedlings to the formation of oilseeds was established on the variants of chisel loosening by the working body of the «Ranch» at 0.35–0.37 m with a reservoir turnover of 0.15–0.17 m. The lowest humidity was found on the surface treatment options at 0.1–0.12 m (BDM – 6 m). The greatest photosynthetic potential of sunflower was formed in the hybrid P 64LE 25 on the variant of chisel loosening by the working organ «Ranch» by 0.35–0.37 m with a reservoir turnover of 0.15–0.17 m. The largest amount of dry biomass of 7.84 t/ha on average for 2020–2022 turned out to be on the variant of chisel loosening by the working body «Ranch» by 0.35–0.37 m with a reservoir turnover of 0.15–0.17 m for the hybrid LG 59580. The highest sunflower yield on average for 2020–2022 was formed in the hybrid LG 59580 on the variant of chisel loosening «Ranch» to a depth of 0.35–0.37 m with a reservoir turnover of 0.15–0.17 m was 3.56 t/ha. The lowest sunflower yield on average for 2020–2022 was formed in the Sumiko hybrid on the surface treatment variant by 0.1–0.12 m (BDM – 6 m) and was equal to 1.53 t/ha.*

**Key words:** plowing, chiseling, slitting, disking, sunflower, Expressan technology.

## Возделывание зерновых культур на юге России

УДК 633.1

DOI: 10.32935/2221-7312-2024-59-1-8-11

**Н. В. Тютюма<sup>1</sup>** (д.с.–х.н.), **Н. Ю. Петров<sup>2</sup>** (д.с.–х.н.),  
**Г. Н. Зверева<sup>2</sup>** (к.э.н.), **А. А. Шершнев<sup>2</sup>** (к.с.–х.н.)

<sup>1</sup>Прикаспийский аграрный научный центр Российской академии наук,

<sup>2</sup>Волгоградский государственный аграрный университет,  
 npetrov60@list.ru

*Современное земледелие нацелено на поиск биологических путей повышения урожайности зерновых культур в южных регионах России. Именно в этих регионах можно получать зерно, отвечающее требованиям перерабатывающей промышленности. Но одновременно с этим нельзя забывать и проблему сохранения плодородия почвы. Поставленный опыт был направлен на решение этих проблем, что особенно важно для засушливых регионов. Применяемая нами предпосевная обработка семян биоудобрениями нового поколения, преследовала цель повышения продуктивности твердой пшеницы и решение проблемы утилизации шлаков, остающиеся после внесения минеральных удобрений, в состав которых входят тяжелые металлы. Корневая система твердой пшеницы имеет отличительные особенности от корневой массы мягкой пшеницы. На корнях твердой пшеницы образуется микориза, которая обладает особенностью лучшего взаимодействия с почвенной биотой. В контакте с биоудобрениями создается унисон, который положительно отражается на процессе активизации разложения тяжелых металлов. В опыт были вовлечены районированные сорта для данного региона и брались перспективные сорта пшеницы, отличающиеся наиболее высокой приспособленностью и пластичностью к засушливым условиям. Эксперимент осуществлялся в 2018–2023 гг. на землепользовании КФХ «Елисейев А.Н», находящегося в Михайловском районе Волгоградского региона. Почвы — чернозем южный. Объектами изыскания были выбраны сорта твердой пшеницы: Краснокутка 13 (контроль) и Донская элегия (яровые формы) и Агат Донской и Аксинит (озимые формы) с предпосевной обработкой биоудобрениями и внесения расчетного количества минерального питания под заданные пороги урожайности. Проведенное исследование показало, что наименьшие уровни урожайности складывались на вариантах без применения минерального питания и обработки семян биоудобрениями. Урожайность у яровых форм составляла: 1,54 т/га (Краснокутка 13) и 2,21 т/га (Донская элегия), а у озимых форм она равнялась 2,01 т/га (Агат Донской) и 2,93 т/га (Аксинит). Наибольшие величины урожайности были отмечены на вариантах совместного применения минерального питания (N147P55K90) и обработки семян биоудобрением Гуми 20. Урожайность соответствующим образом составляла у яровых форм от 2,37 и 4,49 т/га, а у озимых — 4,15 и 5,19 т/га.*

**Ключевые слова:** минеральное питание, сорт Краснокутка 13, сорт Донская элегия, сорт Аксинит, сорт Агат Донской, биоудобрение Благо+, биоудобрение Гуми 20.

### Введение

Сложившиеся рыночные отношения в сельскохозяйственном производстве выдвигают проблему: путем рациональной интенсификации добиться существенного увеличения валовых объемов продукции, основным рычагом которой должна стать высокая и стабильная урожайность.

Волгоградский регион, находящийся на юге Российской Федерации, располагает огромным запасом природных ресурсов (высокая солнечная инсоляция, большой приток тепла и т.д.), для получения не только высокой урожайности и значительным образом повысить качество продукции. Задача состоит в том, чтобы имеющийся потенциал направить в должное русло. Дополнительными слагающими получения урожайности выступают и лимитирующие факторы, столь характерные для засушливого региона (влаги и минеральное питание) [3, 11].

Однако в настоящее время закупочные цены на приобретение минеральных удобрений существенным образом увеличились и добиться в аридной зоне их

высокую отдачу становится весьма проблематичным. (часто встречаются засушливые и остро засушливые годы). В связи с этим применение более дешевых по стоимости биоудобрений нового поколения в какой-то мере может решить эту проблему [2, 9].

Другой путь — это вовлечение в технологический процесс новых районированных и современных сортов яровой и озимой твердых пшениц, имеющие хозяйственно-полезные признаки, прежде всего, отвечающие требованиям крупяной и макаронной промышленности и отличающиеся высокой отзывчивостью на обработку семян биоудобрениями. Внедрение данных видов биоудобрений позволяют установить пути увеличения устойчивости к действию неблагоприятных факторов засушливой зоны [1, 5].

Получение гарантированно высокой урожайности зерна высокого качества на фоне постоянно меняющихся метеословий факторов и эффективности применяемого минерального питания и обработки семян биоудобрениями, является весьма актуальной и своевременной проблемой для сельских товаропроизводителей Нижне-Волжского региона [2, 7].



В этой связи, предлагаемые нами новые приемы в технологическую цепочку производства твердой яровой и озимой пшеницы продовольственного назначения представляют большой практический и научный интерес [6, 8].

#### Материал и методы исследования

Опыт был проведен в 2018–2023 гг. на полях КФХ «Елисеев А.Н», расположенного в зоне чернозема южного Волгоградского региона. В опыте брали районированный сорт яровой пшеницы Краснокутка 13 (контроль) и современные сорта твердой пшеницы: яровой Донская элегия, озимой пшеницы: Аксинит и Агат Донской. Семена перед посевом обрабатывались биоудобрениями Благо+ и Гуми 20, использовали для обработки семян из расчета 1 л препарата на 1 т семян. Обработку проводили за сутки перед высевом. Дозировки препаратов были рассчитаны под заданные уровни урожайности. Нормы препарата брали от рекомендаций производителя. Технология в опыте была принята, рекомендованная для данного почвенно-климатического региона, 4-кратная повторность опыта. Делянки были размещены систематически. Общая площадь экспериментальной делянки равнялась:  $25,0 \times 3,6 = 90 \text{ м}^2$ , учетная  $36 \text{ м}^2$ . Норма высева была принята рекомендованная — 4 млн. всхожих семян на гектар.

Программа минерального питания предусматривала следующую схему применения: согласно рекомендациям, на получение 1 тонны зерна пшеницы, с учетом побочной продукции, требуется N — 36,5;  $\text{P}_2\text{O}_5$  — 12,4 и  $\text{K}_2\text{O}$  — 25 кг. На основании произведенных расчетов было выявлено, что на формирование:

– 2 т/га необходимо 73 кг/га азота, 25 кг/га фосфора, 50 кг/га калия; с учетом коэффициента использования требуется азота — 73, фосфора — 27, калия — 45.

– 4 т/га необходимо 147 кг/га азота, 50 кг/га фосфора, 100 кг/га калия; с учетом коэффициента использования азота — 147, фосфора — 55 кг/га, калия — 90.

#### Результаты исследования и их обсуждение

В процессе возделывания твердой пшеницы на черноземе южном, одним из ведущих лимитирующих условий (кроме влаги) является содержание питательных веществ в почвеобитаемом слое. Это вытекает от высокой отзывчивости изучаемой культуры на внесение минерального питания и обработку семенного материала биоудобрениями. Применяемое минеральное питание отличаются высокой закупочной ценой. Это не всегда бывает совместимо с получаемым уровнем урожайности. Расчетная себестоимость и затраты на получение продукции и темпы роста урожайности наглядно отстают. В этой связи, поиск альтернативных замен применяемых минеральных удобрений, на наиболее дешевые препараты биологического происхождения (в нашем случае обработка семян перед посевом биоудобрениями) является весьма актуально. Применение минерального питания и обработка семян перед высевом биоудобрениями в нашем опыте предусматривало изучение динамики питательного режима почвенного горизонта, тем самым улучшить условия роста и развития растений пшеницы. Результаты эксперимента показаны в таблице.

Аналитический обзор представленного 6 летнего материала дает основание сделать вывод, что на делянках естественного плодородия сорта яровой твердой пшеницы смогли сформировали урожайность от 1,54 (Краснокутка 13) до 2,21 т/га (Донская элегия). Сорта озимой твердой пшеницы сформировали урожайность от 2,01 (Агат Донской) до 2,93 т/га (Аксинит). Среди испытываемых биоудобрений, с наилучшей стороны зарекомендовало себя биоудобрение Гуми 20. На сортах яровой пшеницы продуктивность возрастала до 2,02 и 2,91 т/га, а на сортах озимой пшеницы, она соответствующим образом была 2,63 и 3,75 т/га. Максимальные значения урожайности были получены на вариантах обработки семян биоудобрением Гуми 20 и применения  $\text{N}_{147}\text{P}_{55}\text{K}_{90}$ . На сортах яровой пшеницы ее показатели достигали 2,37 и 4,49 т/га, на сортах озимой пшеницы — 4,15 и 5,19 т/га.

**Влияние изучаемого агроприема на урожайность твердых сортов пшеницы, т/га среднее за 2018–2023 гг.**

Агрономический фон	Сорт			
	Краснокутка 13	Донская элегия	Аксинит	Агат Донской
Контроль	1,54	2,21	2,93	2,01
Благо+	1,90	2,82	3,65	2,52
Гуми 20	2,02	2,91	3,75	2,63
$\text{N}_{74}\text{P}_{27}\text{K}_{45}$	2,27	3,38	4,05	3,04
$\text{N}_{147}\text{P}_{55}\text{K}_{90}$	2,13	4,26	4,79	3,94
Благо+ $\text{N}_{74}\text{P}_{27}\text{K}_{45}$	2,03	3,80	4,56	3,33
Благо+ $\text{N}_{147}\text{P}_{55}\text{K}_{90}$	2,13	4,27	4,78	3,92
Гуми 20+ $\text{N}_{74}\text{P}_{27}\text{K}_{45}$	2,24	4,02	5,06	3,53
Гуми 20+ $\text{N}_{147}\text{P}_{55}\text{K}_{90}$	2,37	4,49	5,19	4,15

**Выводы**

На основании полученного экспериментального материала, было установлено, что сорт озимой твердой

пшеницы Аксинит с обработкой семян биоудобрением Гуми 20 и внесения  $N_{147}P_{55}K_{90}$  позволяет в зоне чернозема южного получать урожайность твердой пшеницы на уровне 5,19 т/га, его можно рекомендовать товаропроизводителям.

**Литература**

1. Влияние биопрепаратов ассоциативных diazotрофов на урожайность зерновых культур в условиях юго-востока Центрального Черноземья / В. И. Турусов [и др.]// Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 5. – С. 38-42.
2. Влияние предшественников, удобрений и биопрепаратов на урожайность и качество яровой пшеницы / А.А. Завалин [и др.] // Агрохимический вестник. – 2014. – № 5 – С. 36-40.
3. Голубев, А.С. Эффективность применения нового комбинированного граминицида АРГО в посевах яровой и озимой пшеницы /А.С. Голубев, К.В. Желтова // Земледелие. – 2016. – № 4. -С. 43-45.
4. Дюбина, С.Г. Значение предшественника, удобрений, биологических препаратов, регуляторов роста и фунгицидов в формировании урожая яровой пшеницы /С.Г. Дюбина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – №3(41). – С. 462-463.
5. Исайчев, В.А. Влияние предпосевной обработки хелатными микроудобрениями и регуляторами роста на посевные качества семян гороха и яровой пшеницы /В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский // Нива Поволжья. – 2013. – № 1. – С. 16-19.
6. Зеленев, А.В. Динамика роста и развития яровой пшеницы в условиях Нижнего Поволжья /А.В. Зеленев, И.Н. Маркова, О.Г. Чамурлиев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 2 (58). – С. 48-54.
7. Климова, И.И. Эффективность применения микробиологических препаратов на яровых зерновых культурах в засушливых условиях Астраханской области /И.И. Климова, Н.В. Тютюма, Е.В. Ячменева, Е.В. Федорова// Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – №3 (58). – С. 132-137.
8. Мамонов, С. Эффективность применения биопрепаратов и микроэлементов при возделывании новых сортов яровой пшеницы /С. Мамонов // Главный агроном. – 2014. – №С 4. – С. 23-25.
9. Серегина, И.И. Продуктивность, фотосинтетическая деятельность и донорно-акцепторные отношения растений яровой пшеницы при применении силиката калия / И.И. Серегина, Н.Т. Ниловская, А.В. Баранов // Агрохимия. – 2014. – № 4. – С. 60-69.
10. Assessing the degree of physical degradation and suitability of chernozems for the minimization of basic tillage / T.A. Trofimova, S.I. Korzhov, V.A. Gulevsky, V.N.Obraztsov // Eurasian Soil Science. – 2018. -Vol. 51. – № 9. – P. 1080-1085.
11. Nade, B. B. Effects of Climatic and Agronomic Factors on Yield and Quality of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) /B.B. Nade // Seed: A Review on Selected Factors. Advances in Crop Science and Technology. -2018. – №6 -P. 356-360.
12. Saryche, A.N. Peculiarities of ecological conditions for the formation of spring barley bioproductivity in the arid zone of volgograd oblast on lands exposed to deflation /A.N. Saryche // Arid Ecosystem. – 2018. -Vol. № 2. – P. 129-134.

**References**

1. The influence of biologics of associative diazotrophs on the yield of grain crops in the conditions of the south-east of the Central Chernozem region / V. I. Turusov [et al.]// Achievements of science and technology of the agroindustrial complex. – 2016. – No. 5. – pp. 38-42.
2. The influence of precursors, fertilizers and biologics on the yield and quality of spring wheat / A.A. Zavalin [et al.] // Agrochemical Bulletin. – 2014. – No. 5 – pp. 36-40.
3. Golubev, A.S. The effectiveness of the use of a new combined graminicide ARGO in crops of spring and winter wheat /A.S. Golubev, K.V. Zheltova // Agriculture. – 2016. – No. 4. -pp. 43-45.
4. Dyubina, S.G. The importance of a precursor, fertilizers, biological preparations, growth regulators and fungicides in the formation of a spring wheat crop / S.G. Dyubina // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. – 2013. – №3(41). – Pp. 462-463.
5. Isaichev, V.A. The effect of pre-sowing treatment with chelated micronutrients and growth regulators on the sowing qualities of pea and spring wheat seeds / V.A. Isaichev, N.N. Andreev, A.V. Kaspirovsky // Niva of the Volga region. – 2013. – No. 1. – pp. 16-19.
6. Zelenev, A.V. Dynamics of growth and development of spring wheat in the conditions of the Lower Volga region /A.V. Zelenev, I.N. Markova, O.G. Chamurliev // Izvestiya Nizhnevolzhsky agrouniversity complex: science and higher professional education. – 2020. – № 2 (58). – Pp. 48-54.
7. Klimova, I.I. The effectiveness of the use of microbiological preparations on spring grain crops in arid conditions of the Astrakhan region /I, I. Klimova, N.V. Tyutyuma, E.V. Yachmeneva, E.V. Fedorova // Izvestiya Nizhnevolzhsky agrouniversitetskiy complex: science and higher professional education. – 2018. – №3 (58). – Pp. 132-137.
8. Mamonov, S. The effectiveness of the use of biological products and trace elements in the cultivation of new varieties of spring wheat /S. Mamontov // Chief agronomist. – 2014. – No. 4. – pp. 23-25.
9. Seragina, I.I. Productivity, photosynthetic activity and donor-acceptor relations of spring wheat plants when using potassium silicate / I.I. Seragina, N.T. Nilovskaya, A.V. Baranov // Agrochemistry. – 2014. – No. 4. – pp. 60-69.

10. Assessment of the degree of physical degradation and suitability of chernozems for minimizing basic tillage / T.A. Trofimova, S.I. Korzhov, V.A. Gulevsky, V.N. Obraztsov // Eurasian soil Science. – 2018. – vol. 51. – No. 9. – pp. 1080-1085.
11. Neid, B. B. The influence of climatic and agronomic factors on the yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) / B.B. Neid // Seeds: An overview of individual factors. Achievements of science and technology of crop production. – 2018. – No.6. – pp. 356-360.
12. Saryche, A.N. Features of ecological conditions for the formation of spring barley bioproductivity in the arid zone of the Volgograd region on lands subject to deflation / A.N. Saryche // Arid ecosystem. – 2018. – Vol. No. 2. – pp. 129-134.

**N. V. Tyutyuma, N. Yu. Petrov, G. N. Zvereva, A. A. Shershnev**

<sup>1</sup>Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,

<sup>2</sup>Volgograd State Agrarian University

*npetrov60@list.ru*

### **CULTIVATION OF GRAIN CROPS IN THE SOUTH OF RUSSIA**

*Modern agriculture is aimed at finding biological ways to increase the yield of grain crops in the southern regions of Russia. It is in these regions that it is possible to obtain grain that meets the requirements of the processing industry. But at the same time, we must not forget the problem of preserving soil fertility. The experience provided was aimed at solving these problems, which is especially important for arid regions. The pre-sowing treatment of seeds with new generation biofertilizers that we used was aimed at increasing the productivity of durum wheat and solving the problem of recycling slag remaining after the application of mineral fertilizers, which contain heavy metals. The root system of durum wheat has distinctive features from the root mass of soft wheat. Mycorrhiza is formed on the roots of durum wheat, which has the ability to better interact with soil biota. In contact with biofertilizers, a unison is created, which has a positive effect on the process of intensifying the decomposition of heavy metals. The experiment included zoned varieties for a given region and selected promising wheat varieties that were characterized by the highest adaptability and plasticity to dry conditions. The experiment was carried out in 2018–2023. on the land use of the peasant farm «Eliseev A.N», located in the Mikhailovsky district of the Volgograd region. Soils: southern black soil. The objects of research were durum wheat varieties: Krasnokutka 13 (control) and Donskaya Elegiya (spring forms) and Agat Donskoy and Aksinit (winter forms) with pre-sowing treatment with biofertilizers and the introduction of a calculated amount of mineral nutrition under specified yield thresholds. The study showed that the lowest yield levels were achieved in the variants without the use of mineral nutrition and seed treatment with biofertilizers. The yield of spring forms was: 1.54 t/ha (Krasnokutka 13) and 2.21 t/ha (Don Elegy), and for winter forms it was 2.01 t/ha (Agat Donskoy) and 2.93 t/ha (Axint). The highest yield values were noted in the variants of combined use of mineral nutrition (N147P55K90) and seed treatment with Gumi 20 biofertilizer. The yield for spring forms was 2.37 and 4.49 t/ha, and for winter crops – 4.15 and 5.19 t/ha.*

**Key words:** mineral nutrition, variety Krasnokutka 13, variety Donskaya Elegiya, variety Aksinit, variety Agat Donskoy, biofertilizer Blago+, biofertilizer Gumi 20.

# Особенности возделывания ярового ячменя на юге России

УДК 631.524.84

DOI: 10.32935/2221-7312-2024-59-1-12-15

**Н. Ю. Петров** (д.с.-х.н.), **И. А. Беляев**, **А. А. Шершнев** (к.с.-х.н.),  
**Е. Н. Ефремова** (к.с.-х.н.)

Волгоградский государственный аграрный университет,  
npetrov60@list.ru

*В проведенных исследованиях были поставлены задачи увеличения урожайности ярового ячменя в зоне каштановых почв левобережья Волгоградского региона. Данная зона относится к остро засушливой. В этой связи получения гарантированного урожая ячменя возможно только с поиском новых элементов в технологии его возделывания. Таким шагом, с нашей стороны, можно считать обработку посевного материала биопрепаратами нового поколения, таких как Биогурус и Крезацин. Они отличаются повышением иммунитета растений к различным заболеваниям, а также активацией биохимических процессов в почве и растении. Однако механизм их воздействия изучен не в полной мере, особенно в зоне рискованного земледелия. Кроме того, закупочная цена на эти биопрепараты существенным образом отличается от закупочной цены на минеральные удобрения. Установление взаимодействия биопрепаратов, с минеральными удобрениями и их совместное влияние на протекание почвенных и физиологических процессов и легло в основу проведения данных исследований. На изучение были взяты современные сорта ярового ячменя отечественной селекции: Камышинский 23 и Новониколаевский, ранее по ним опыты не проводились. Обработка семенного материала биопрепаратами и внесенное минеральное питание благоприятным образом отразилось на урожайности. Опыт проводился в 2021–2023 гг. в Волгоградском регионе, на полях КФХ «Чурбакова А.В» в 2021–2023 гг., находящегося в Быковском районе на каштановых почвах. Проведенные трех летние изыскания показали, что без обработки семян и внесения минерального питания урожайность между сортами ячменя варьировала от 1,82 т/га у сорта Камышинский 23 до 1,93 т/га у сорта Новониколаевский. Среди изучаемых биопрепаратов лучше всего зарекомендовал себя Биогурус. Прибавка урожайности на сорте Камышинский 23 составляла 0,73 т/га, а у сорта Новониколаевский — 0,71 т/га. Максимальные значения урожайности были получены от совместной обработки семян биопрепаратом Биогурус и внесения  $N_{52}P_{22}$ . Урожайность по сортам составляла: Камышинский 23 — 3,39 т/га, а на сорте Новониколаевский — 3,67 т/га.*

**Ключевые слова:** биопрепарат, Биогурус, Крезацин, Камышинский 23, Новониколаевский, минеральное питание, урожайность, яровой ячмень.

## Введение

Одним из главных элементов, способствующий формированию высокой урожайности, является повышение степени оптимизации уровня минерального питания растений за счет обработки семян биопрепаратами перед посевом. Опыты, направленные на применение биопрепаратов далеко не новые. По имеющимся материалам зарубежных и отечественных разработок, применение биопрепаратов перед высевом семян ячменя перед, способствует лучшему развитию корневой массы и листовой площади, повышает полевою всхожесть, выживаемость растений, увеличивает урожайность и качество выращиваемой культуры [1, 9].

Такие биопрепараты совместно с минеральным питанием помогают в определенной степени стимулировать физиологические процессы. Им преимущественно ускорять ход ростовых реакций, увеличивать устойчивость растений против воздействия неблагоприятных метеоусловий и возбудителей грибковых, вирусных и бактериальных заболеваний. Характерной чертой этих безопасно экологических биопрепаратов выступает специфическое повышение ими иммунитета растений [3, 7].

Внедрение современных биологически безопасных препаратов позволяет открывать новые возможности в реализации огромного биологического потенциала растительных сообществ, которые заложены в их гено типе [6].

Как правило, действующими веществами их являются либо живые организмы (микробы, вирусы растения, насекомые и т.д.) или же продукты их жизнедеятельности. Как и химические препараты, биопрепараты способны защищать растения и активизировать их рост, но влияние их основывается на естественных природных механизмах. В этой связи применяемые биопрепараты более пластичны и экологичны, наносят наименьший вред окружающей среде и населению, чем химические их аналоги, которые часто бывают очень ядовитыми веществами. Кроме того, себестоимость биопрепаратов значительно ниже, чем у их химических визави, что несомненно важно в условиях постоянной нехватки денежных средств в сельском хозяйстве. Современное отечественное земледелие все более широко внедряет обработку семян биопрепаратами, как более дешевую и достаточно эффективную альтернатива традиционным химическим пестицидам [2, 11].

Механизм воздействия биопрепаратов, путем проведения обработок посевного материала, сводится к тому, что при инокуляции происходит искусственное занесение поверхности семени полезной микрофлорой и микоризой. При посеве семян, которые были обработаны биопрепаратами, грибы и бактерии начинают быстро размножаться и захватывать ризосферу развивающегося растения. В сравнение с химическими протравителями, процесс влияния биопрепаратов на патогенную микрофлору происходит медленнее, по той простой причине, что подавление таковой осуществляется на 7–10 сутки после посева. Эффективность такого влияния биопрепаратов зависит от дозировки рабочей суспензии на примере обычно используемых протравителей семян, но он, иногда, менее выражен. В отличие от химических протравителей, биопрепараты способны оказывать стимулирующее, пролонгированное воздействие на рост растений, что приводит к повышению продуктивности и качества выращиваемой продукции. Кроме того, качество и эффективность усвоения растениями применяемого минерального питания и биопрепаратов напрямую связана с активной жизнедеятельностью микроорганизмов [3, 7].

#### Материал и методы исследования

Полевой эксперимент закладывался на полях КФХ «Чурбакова А.В» в 2020–2023 гг., расположенных в Быковском районе Волгоградского региона, в зоне каштановых почвах. Опытная делянка имела размер 7,2 м × 20 м = 144 м<sup>2</sup>. Четырехкратная повторность. Предшественник – паровая озимая рожь. Расположение

делянок — систематическое. Посев проводили в первой декаде апреля, сеялкой СЗ — 3,6. После посева — обязательное прикатывание (кольчато-шпоровыми катками). Норма высева составляла 4 миллиона всхожих семян на гектар. Семена обрабатывали биопрепаратами за трое суток до посева. После обработки осуществляли перемешивание семян, до приобретения сыпучести. Схема опыта предусматривала следующие варианты:

- 1) контроль — без обработки;
- 2) предпосевная обработка Крезацином 0,3–0,5 г/т; + обработка Крезацином в период кушения 4–6 г/га; + обработка Крезацином в период кушение-колошения 4–6 г/га;
- 3) биогумус предусматривал обработку семян универсальной жидкой гуминово подкормкой «Айдар» (15 л водного суспензии 1:20 на 1 т семян) ПС-10А, внесение под основную обработку Биогумус — 2 т/га;

#### Результаты исследования и их обсуждение

При выращивании ярового ячменя важным является правильно и в благоприятные сроки использовать биопрепараты. Корневая масса ярового ячменя имеет отличительную особенность — обладает менее поглотительную способность, чем, например, овес, рожь.

В нашем опыте применяли биопрепараты нового поколения. Обработку проводили как посевного материала, так и обрабатывали ими в период вегетации, кроме того, вносили под зяблевую вспашку. При проведении обработок опытных делянок выше названными биопрепаратами, отмечалось их определенное действие

Урожайность ярового ячменя в годы проведения опытов, т/га

Сорт	Вариант	Год исследования			Среднее
		2021	2022	2023	
Камышинский 23	Контроль	1,59	2,03	1,86	1,82
	Крезацин	2,05	2,69	2,34	2,36
	Крезацин +N <sub>25</sub> P <sub>11</sub>	2,53	3,07	2,85	2,81
	Крезацин +N <sub>52</sub> P <sub>22</sub>	2,96	3,42	3,28	3,22
	Крезацин +N <sub>104</sub> P <sub>44</sub>	2,71	3,26	3,02	2,99
	Биогумус	2,28	2,81	2,57	2,55
	Биогумус +N <sub>25</sub> P <sub>11</sub>	2,61	3,22	2,98	2,93
	Биогумус +N <sub>52</sub> P <sub>22</sub>	3,07	3,63	3,49	3,39
Новониколаевский	Контроль	1,70	2,15	1,94	1,93
	Крезацин	2,17	2,75	2,48	2,46
	Крезацин +N <sub>25</sub> P <sub>11</sub>	2,73	3,20	2,96	2,96
	Крезацин +N <sub>52</sub> P <sub>22</sub>	3,44	3,81	3,72	3,65
	Крезацин +N <sub>104</sub> P <sub>44</sub>	3,16	3,68	3,46	3,43
	Биогумус	2,26	2,98	2,70	2,64
	Биогумус +N <sub>25</sub> P <sub>11</sub>	3,02	3,39	3,22	3,21
	Биогумус +N <sub>52</sub> P <sub>22</sub>	3,41	3,84	3,76	3,67
Биогумус +N <sub>104</sub> P <sub>44</sub>	3,29	3,74	3,61	3,54	

HCP<sub>05</sub> = 0,08, 0,05, 0,11, 0,08



на ростовые процессы ячменя, вследствие изменения питательного режима почвы. Результаты эксперимента представлены в *таблице*.

Анализ представленного материала свидетельствует, что самые низкие значения урожайности ярового ячменя по итогу трех летнего опыта были на вариантах без применения биопрепаратов и внесения минерального питания. Она изменялась в пределах от 1,82 (Камышинский 23) до 1,93 т/га (Новониколаевский). Среди изучаемых биопрепаратов с целью обработки семян, с лучшей стороны показал себя Биогумус, урожайность на соответственно по сортам увеличивалась до 2,55 и 2,64 т/га. Наибольшие показатели урожайности сформировались от совместного использования минерального питания ( $N_{52}P_{22}$ ) на фоне применения биопрепарата

Биогумус и она равнялась у сорта Камышинский 23 3,39 т/га, а у сорта Новониколаевский — 3,67 т/га. Дальнейшее повышение доз вносимых удобрений к росту урожайности не приводило.

#### Выводы

Основываясь на результатах проведенного опыта можно сделать заключение, что сорт Новониколаевский был более отзывчив на использование биопрепаратов, в сравнении с сортом Камышинский 23. Наибольшая урожайность ярового ячменя формировалась от использования биопрепарата Биогумус+ $N_{52}P_{22}$  на сорте Новониколаевский, урожайность составляла в аридной зоне 3,67 т/га.

#### Литература

1. Амоако, О.А. Урожайность и технологические показатели зерна ярового ячменя в зависимости от приемов агротехники / О.А. Амоако // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 3 (31). – С. 119-123.
2. Влияние абиотических стрессов на растения ярового ячменя при предпосевной обработке семян селеном и кремнием / Л. В. Осипова [и др.] // Агрохимия. – 2015. – № 9. – С. 54-60.
3. Глуховцев, В.В. Использование листовых подкормок в технологии возделывания ярового ячменя в аридных условиях Среднего Поволжья / В.В. Глуховцев, Н.В. Савина, А.А. Апаликов // Российская сельскохозяйственная наука. – 2016. – № 1. – С. 9-11.
4. Митрофанов, Д.В. Воздействие агрометеорологических условий, минеральных удобрений, предшественников и влажности почвы на урожайность зерна ярового ячменя в степной зоне Южного Урала / Д.В. Митрофанов, Т.А. Ткачева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 4 (64). – С. 84-97.
5. Оценка адаптивной способности сортов ярового ячменя селекции СибНИИСХ в условиях Сибирского Прииртышья / Н. И. Аниськов [и др.] // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (24). – С. 5-9.
6. Плещачев, Ю.Н. Совершенствование системы основной обработки при возделывании ярового ячменя / Ю.Н. Плещачев, С.И. Воронов, Р.С. Грабов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 1 (57). – С. 88-95.
7. Сапега, В.А. Характеристика основных параметров среды, урожайность и адаптивная способность сортов ярового ячменя / В.А. Сапега, Г.Ш. Турсумбекова // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 2. – С. 17-20.
8. Шевченко, С.Н. Результаты селекции ярового ячменя в Самарском НИИСХ / С.Н. Шевченко, А.А. Бишарев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – № 4-3. – С. 592-595.
9. Assessment of ecological stability in yield for breeding of spring barley cultivars with increased adaptive potential / V. M. Hudzenko [et al.] // Regulatory Mechanisms in Biosystems. – 2020. – No. 3. – P. 425-430.
10. Barley: a translational model for adaptation to climate change / I. K. Dawson, J. Russell, W. Powell [et al.] // New Phytol. – 2015. – Vol. 206. – P. 913-931.
11. Tokhetova, L.A. The use of multivariate factor analysis in the selection of spring barley for adaptability to various environmental conditions / L.A. Tokhetova, G.B. Akhmedova, R.A. Akzhunis // Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University. – 2020. – No. 4 (107). – P. 70-80.

#### References

1. Amoako, O.A. Productivity and technological indicators of spring barley grain depending on agricultural techniques / O.A. Amoako // Proceedings of the Nizhnevolszhsy Agrouniversity complex: science and higher professional education. – 2013. – № 3 (31). – Pp. 119-123.
2. The effect of abiotic stresses on spring barley plants during pre-sowing seed treatment with selenium and silicon / L. V. Osipova [et al.] // Agrochemistry. – 2015. – No. 9. – pp. 54-60.
3. Glukhovtsev, V.V. The use of leaf fertilizing in the technology of cultivation of spring barley in arid conditions of the Middle Volga region / V.V. Glukhovtsev, N.V. Savina, A.A. Apalikov // Russian agricultural science. – 2016. – No. 1. – pp. 9-11.
4. Mitrofanov, D.V. The impact of agrometeorological conditions, mineral fertilizers, precursors and soil moisture on the yield of spring barley grain in the steppe zone of the Southern Urals / D.V. Mitrofanov, T.A. Tkacheva // Proceedings of the Nizhnevolszhsy Agrouniversity complex: science and higher professional education. – 2021. – № 4 (64). – Pp. 84-97.
5. Assessment of the adaptive ability of spring barley varieties of SibNIISC breeding in the conditions of the Siberian Irtysh region / N. I. Aniskov [et al.] // Bulletin of the Omsk State Agrarian University. – 2016. – № 4 (24). – P. 5-9.

6. Pleskachev, Yu.N. Improvement of the basic processing system in the cultivation of spring barley/Yu.N. Pleskachev, S.I. Voronov, R.S. Grabov // Izvestiya Nizhnevolzhsky agrouniversitetskiy complex: science and higher professional education. – 2020. – № 1 (57). – Pp. 88-95.
7. Sapega, V.A. Characteristics of the main environmental parameters, yield and adaptive ability of spring barley varieties/V.A. Sapega, G.Sh. Tursumbekova// Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. – 2015. – No. 2. – pp. 17-20.
8. Shevchenko, S.N. Results of breeding of spring barley in the Samara Research Institute/S.N. Shevchenko, A.A. Bisharev // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. – 2015. – No. 4-3. – pp.592-595.
9. Assessment of ecological stability of yield in breeding varieties of spring barley with increased adaptive potential / V. M. Gudzenko [et al.] // Regulatory mechanisms in biosystems. – 2020. – No. 3. – pp. 425-430.
10. Barley: a translational model of adaptation to climate change / I. K. Dawson, J. Russell, W. Powell [et al.] // Novy phytol. -2015. – Volume 206. – Pp. 913-931.
11. Tokhetova, L.A. The use of multidimensional factor analysis in the selection of spring barley for adaptability to various environmental conditions /L.A. Tokhetova, G.B. Akhmedova, R.A. Akzhunis // Bulletin of Science of the Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin. – 2020. – № 4 (107). – Pp. 70-80.

**N. Yu. Petrov, I. A. Belyaev, A. A. Shershnev, E. N. Efremova**

Volgograd State Agrarian University  
npetrov60@list.ru

### FEATURES OF SPRING BARLEY CULTIVATION IN THE SOUTH OF RUSSIA

*In the studies carried out, the tasks were set to increase the yield of spring barley in the zone of chestnut soils on the left bank of the Volgograd region. This zone is classified as acutely arid. In this regard, obtaining a guaranteed barley harvest is only possible with the search for new elements in the technology of its cultivation. This step, on our part, can be considered the treatment of seed material with new generation biological products, such as Biohumus and Krezacin. They are distinguished by increasing plant immunity to various diseases, as well as by activating biochemical processes in the soil and plant. However, the mechanism of their impact has not been fully studied, especially in the risky farming zone. In addition, the purchase price for these biological products differs significantly from the purchase price for mineral fertilizers. Establishing the interaction of biological products with mineral fertilizers and their joint influence on the course of soil and physiological processes formed the basis for these studies. Modern varieties of spring barley of domestic selection were taken for study: Kamyshinsky 23 and Novonikolaevsky; no previous experiments had been carried out on them. Treatment of seed material with biological preparations and added mineral nutrition had a favorable effect on yield. The experiment was carried out in 2021...2023. in the Volgograd region, on the fields of the peasant farm «Churbakova A.V» in 2021–2023, located in the Bykovsky district on chestnut soils. Three-year research showed that without seed treatment and the addition of mineral nutrition, the yield between barley varieties varied from 1.82 t/ha for the Kamyshinsky 23 variety to 1.93 t/ha for the Novonikolaevsky variety. Among the biological products studied, biohumus has proven itself to be the best. The increase in yield for the Kamyshinsky 23 variety was 0.73 t/ha, and for the Novonikolaevsky variety – 0.71 t/ha. The maximum yield values were obtained from the combined treatment of seeds with the biological preparation Biohumus and the addition of  $N_{52}P_{22}$ . The yield by variety was: Kamyshinsky 23 – 3.39 t/ha, and for the Novonikolaevsky variety – 3.67 t/ha.*

**Key words:** biological product, Biohumus, Krezacin, Kamyshinsky 23, Novonikolaevsky, mineral nutrition, yield, spring barley.

# Effect of mineral fertilizers on some yield parameters of three triticale varieties on sod –podzolic soil

УДК 631.8.022.3

DOI: 10.32935/2221-7312-2024-59-1-16-19

**Barry Mamadou<sup>1</sup>, Alexandre Congera<sup>1</sup>, V. V. Vvedensky<sup>1</sup>** (Ph.D. s.–x. in Science),  
**D. S. Tegesov<sup>2</sup>, Allen Duanyo<sup>1</sup>,**  
<sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia,  
<sup>2</sup>Federal Research Center "Nemchinovka",  
 mamadoukbarry90@gmail.com

*One of the ways to increase the production of winter triticale is the optimal selection of highly productive seeds and the rational use of mineral fertilizers. To obtain high and stable yields, a study was carried out on the experimental field of the Nemchinovska Federal Research Center in Sokolovo in 2020–2021 on sod-podzolic soil. The purpose of the study was to compare three varieties of winter triticale with increasing doses of mineral fertilizers. When studying 3 varieties of winter triticale: Gera, Nina and Nemchinovskaya 56 they were put into competition with increasing doses of complex mineral fertilizers  $N_{90}P_{60}K_{90}$ ,  $N_{120}P_{90}K_{120}$  and  $N_{150}P_{120}K_{180}$ . Phosphate, potassium fertilizers and 30 kg of nitrogen were used as basic fertilizers, and the remaining nitrogen was distributed as a cover fertilizer, particularly using protection systems with fungicides, herbicides and insecticides. The sowing rate was 5 million seeds per hectare, with Amazone. The climatic conditions during the growing season were generally good. Experience has allowed us to achieve the expected results. All studied indicators, such as the number of fruiting stems per square meter, the weight of a thousand seeds, the yield of the plot, increased and the best yield was obtained from the Gera variety; the highest dose of mineral fertilizers  $N_{150}P_{120}K_{180}$  gave 10.12. t/ha, in Nemchinovskaya 56 — 9.13 t/ha, in Nina — 8.13 t/ha. The number of fruiting stems per square meter for the Gera variety is 474, for the Nemchinovskaya 56 variety, which is 591 higher than for the Gera variety. An increase in the doses of mineral fertilizers affected all yield indicators, but Gera turned out to be better than Nemchinovskaya 56, and the Nina variety turned out to be less effective. It can be seen that nitrogen fertilizers applied fractionally have a positive effect on yield indicators and, possibly, on the yield of triticale.*

**Key words:** mineral fertilizers, parameters, yield, triticale varieties.

## Introduction

In modern agricultural technologies, the most important elements for increasing the yield of grain crops are the correct choice of plant nutrition and quality [4]

The operation of applying fertilizer to the soil is the last for each technology and is carried out with the dose and uniformity of distribution specified by the agricultural technology [3].

At present, the achievement of food self-sufficiency is the growing desire of producers to meet the needs of the population and farm animals. In this context, triticale is of interest as a cereal, given its agronomic and nutritional qualities. In this way, it was possible to combine the productivity of wheat and disease resistance with the hardness of rye.

Sufficient nutrients are vital to the health and productivity of crops. Mineral fertilizers play an important role in achieving the yields and profits that farmers aspire to and are vital to meet the growing needs of the world's population.

Grain is the national treasure of the Russian Federation and one of the main factors in the stability of its economy. The share of grain farming accounts for more than 9% of the gross product of the national food complex of Russia. At present, Russia has not only met domestic demand for grain, but has also become one of the five

largest grain exporting countries. Indicate authors [1, 2, 5–9]. However, obtaining high yields of these valuable crops depends largely on the application of science-based fertilizer systems. The application of mineral fertilizers is one of the main ways to increase agricultural production on sodic podzolic soils [10, 11].

“We must strive for efficient agriculture, diversify, make it economical, clean, with high added biological value, fully integrated into a dynamic and innovative agro-industrial complex”, according to Jacques Poli.

The problem of the rational use of mineral fertilizers for the most important crops, especially cereals, has become especially acute in recent years, when the supply of fertilizers to agriculture has sharply decreased. During the growing season, crops have different periods when they use nitrogen most intensively. Therefore, depending on the biological characteristics of crops and varieties, matching the timing of nitrogen fertilizer application with the period of active absorption of nitrogen by plants is one of the ways to increase the efficiency of fertilizers.

Over the past few decades, the development of agriculture has been characterized by a trend towards specialization of farms, expansion of structures and intensification of production systems. The increase in land productivity has been made possible by genetic improvement, increased mechanization, the use of irrigation, land improvement (re-marking, drainage, etc.)

and more intensive use of industrial resources (fertilizers, plant protection products, fossil fuels, etc.). These changes took place within an economic framework characterized by an increase in the price of labor relative to the price of means of production, this stimulated economies of scale at the expense of economies of scale and the growing use of mineral fertilizers.

The purpose of the study is to study the effect of several levels of mineral fertilizers on the yield of triticale varieties.

Tasks:

- Determine the effect of fertilizers on the number of fertile triticale stems,
- Evaluate the effect of mineral fertilizers on the mass of a thousand seeds with its different varieties of triticale.

### Research Methodology

The test was carried out at the Nemchinovka experimental site in Sokolovo in 2020-2021. Given the two studied factors, of which Factor A of mineral fertilizers in three increasing doses and Factor B, three varieties of triticale were in competition. Crops were sown with “Amazon US-605”. Varieties of winter crops were sown on previous annual grasses on August 27. The area of the field is 2 ha, the experiment was carried out on - 1.5 ha. The area of the main plot is 30 m<sup>2</sup>, which is repeated four times, hence 36 main plots.

The Amazone planter was used for sowing at a seeding rate of 5 million seeds per hectare.

1. Factor A fertilizer doses consist of the first dose of N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> programmed to produce 5–6 t/ha, of which N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> is applied as the main fertilizer and N<sub>60</sub> is used as a cover fertilizer in the tillering phase.

2. Second dose of N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> fertilizer with an expected yield of 6-8 t/ha. Of which, the dose of N<sub>30</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> applied as a flash fertilizer, N<sub>60</sub> applied in the spring in the tillering phase, and N<sub>30</sub> in the cob set phase. Application of plant protection products (herbicides, insecticides and fungicides) since autumn.

3. The third dose — N<sub>150</sub>P<sub>120</sub>K<sub>180</sub> — for an expected yield of 9-10 t/ha. N<sub>30</sub>P<sub>120</sub>K<sub>180</sub> is the main application, nitrogen application is divided into N<sub>60</sub> — spring pruning phase, N<sub>30</sub> — fruiting phase, N<sub>30</sub> — harvesting phase). Application of plant protection products (herbicides, insecticides and fungicides) since autumn.

### Research and Observation

In the course of experimental studies, observations were made of the water regime, the agrophysical properties of the soil, the content of nutrients in the soil, the photometric and photosynthetic indicators of plants, the structure of the yield of growing winter triticale, the content of NPK in soil and grain, the content of crude protein.

Phenological studies and agrophysical characteristics of the soil, as well as many factors, influence the increase in yields depending on the different cultivation methods. environmental conditions are the same for all varieties (climatic conditions), technological methods of processing were different (quality of soil cultivation, changes in fertility, fertilizers, protective agents, etc.), and their components act differently on the soil and plants during cultivation.

The introduction of increasing doses of fertilizers and protective agents (seed coating) affected the germination and development of plants. This is due to the fact that the coating not only protects the seeds from diseases and pests, but also has a stimulating effect on them, increasing their growth energy, which is especially important for the first period of plant development, the accumulation of sugar and other substances that promote reproduction. height. the passage of winter.

Germination of seeds in the field ranged from 77 to 85%, depending on the cultivation technique and variety. Sowing was carried out at the optimal time (08/30/2020). At the same time, the development of plants with all cultivation technologies took place in autumn without pronounced differentiation. With the increase in manufacturability, the percentage of overwintered plants increased. At the same time, varieties Nemchinovskaya 56 and Gera overwinter best of all — up to 98%. With the increase in manufacturability, the percentage of overwintered plants increases in all varieties of winter triticale.

The time of appearance of phenological stages and their passage depends on the sum of effective temperatures and parameters of plant vital activity. Intensive technologies (creating more favorable conditions for plant nutrition, protecting plants from pests and diseases) have allowed plants to make the most of the photosynthesis process, to produce a large green mass, which must be converted into plant tissues and organs. This mechanism of intensive plant production obviously leads to a lengthening of the growing season.

Yield structure data show (Table 1) that the number of productive stalks increases with the amount of fertilizer, i.e. with higher doses of mineral fertilizers and the use of new plant protection products, and always from different varieties. In the Gera variety, thanks to the technology of maximum dosage, the number of fruit-bearing stems increased to 401–474 pcs./m<sup>2</sup>, in the variety Nemchinovsky 56 the number of stems increased to 462–591, in Nina - up to 432–538 pcs./m<sup>2</sup>. It was variety Nemchinovskaya 56 that showed the best vegetation at the initial dose, while at the highest dose an increase in the number of stems was observed.

It should be noted that in this table, in the Gera variety, the weight of 1000 seeds is 49.2 g higher with the highest application of mineral fertilizers than in

**Table 1. The structure of the harvest of winter triticale in 2021–2021**

Variety	Doses	Number of stems, pcs/m <sup>2</sup>		Weight, g	
		Total	Productive	Grain with ears of	1000 grains
Guera	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	422	401	1,99	44,6
	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	448	444	2,04	46,2
	N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>180</sub>	498	<b>474</b>	2,22	<b>49,2</b>
Nemchinovskaya56	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	508	462	1,50	41,6
	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	564	499	1,54	39,6
	N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>180</sub>	620	<b>591</b>	1,55	<b>44,4</b>
Nina	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	449	432	1,53	30,8
	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	528	477	1,53	38,6
	N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>180</sub>	549	<b>538</b>	1,52	40,4

**Table 2. Yields of varieties of osya trititale (2021–2021)**

Variety (factor A)	Technology (factor B)	Yield, t/ha	Base Technology Supplement	
			t/ha	%
Guera	1	7,83	–	–
	2	9,02	1,19	15
	3	10,12	2,29	29
Nemchinovskaya56	1	6,89	–	–
	2	7,65	0,77	11
	3	9,13	2,24	32
Nina	1	6,59	–	–
	2	7,26	0,68	10
	3	8,13	1,55	23

NSR05 (for factors A and B) = 0.09 t/ha. NSR05 according to experience = 0.16 t/ha

the varieties Nemchinovskaya 56 and Nina 44.4 g; 40.4 g. Thus, the Gera variety showed the best results in environmental conditions and due to the increase in the use of fertilizers.

Looking at the yield results, the Gera variety with the highest fertilizer dose yielded the best yield of 10.12 t/ha, followed by Nemzhinovskaya56 with 9.13 t/ha and Nina with 8.13 t/ha.

This means that the Gera variety is better than the Nemchinovskaya 56 and Nina varieties in environmental conditions, and especially those associated with the use of increased doses of mineral fertilizers.

### Discussion

The climatic conditions were generally favorable for the growth and development of the crop. Fertilizer application has an effective influence on all yield parameters.

The yield results obtained in your experience are comparable to those of other authors who came before us. At Torikov 2018, when programming for the production of

10 t/ha with a dose of N<sub>119</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>, 9.36 t/ha was obtained, while we, when programming 9–10 t/ha, received triticale with a dose of N<sub>150</sub>P<sub>120</sub>K<sub>180</sub> of 10.12 t/ha with the Gera variety, which is higher than that of Torikov.

### Conclusion

Yield indicators show the extent to which the efforts of agricultural producers to achieve the planned results have been implemented and justified. With an increase in the intensity of production, the yield of the Gera variety was 15–29% higher than the initial dose, where the yield was 7.83 t/ha, the yield of the Nemchinovskaya 56 crop was 11–32% higher with a yield of 6.89 t/ha, and the yield of the variety Nina was 10–23% and 6.59 t/ha, respectively. The number of fertile stems per square meter depends on the dose of fertilizers used. Here Nemchinovskaya 56 received the most 591, followed by Nina 538 and Gera 474.

It should be remembered that in the production of triticale, the more the fractionated dose of nitrogen is used, the higher the maximum yield.



## References

1. Alabushev A. V. Functioning of the Russian grain market in modern conditions/ A. V. Alabushev, S. A. Raeva // Grain economy of Russia. – 2014. – no. 1. – S. 1-9.
2. Altukhov A. I. The development of grain products subcomplex of Russia: monograph / A. I. Altukhov // Krasnodar: Kuban state agrarian university: ADVI. – 2014.
3. Andreev K.P. The influence of uneven application of fertilizers on productivity / K.P. Andreev // In the collection: Principles and technologies of greening production in agriculture, forestry and fisheries "Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev." 2017. pp. 13-17.
4. Arkhipov M.V. The influence of different doses of mineral fertilizers on the sowing qualities of seeds and the yield properties of the daughter generation of wheat / M.V. Arkhipov, L.P. Gusakova. E.V. Kanash // News of St. Petersburg State Agrarian University. – 2017. – No. 2 (47). – pp. 63-69.
5. Chekmarev P. Dynamics of fertility of arable soils, use of fertilizers and productivity of the main agricultural crops in the Central Black Earth regions of Russia / P. Chekmarev, S. Lukin // International Agricultural Journal. – 2017. – no. 4. – S. 41-44.
6. Dubynina A. V. Structural potential of small and medium business: trends and vectors of development / A. V. Dubynina, D. G. Demyanov // Regional economy: theory and practice. – 2015. – no. 4 (379). – S. 47-60.
7. Fisinin V. I. The strategy of machine-technological modernization of Russian agriculture for the period up to / V. I. Fisinin, Yu. F. Lachuga, A. A. Zhuchenko [et al.] 2020 / – Moscow: Russian Research Institute of Information and Technology economic research on engineering and technical support of the agro-industrial complex, 2009. – 80 p.
8. Goncharenko A. A. Ecological sustainability of grain crop varieties and breeding tasks / A. A. Goncharenko // Grain Economy of Russia. – 2016. – no. 3. – S. 31-37.
9. Lipnitsky, T.V. Structural and territorial changes in the location of agricultural production in Russia / T.V. Lipnitsky // Economics of agricultural and processing enterprises. – 2014. – No. 8. – S. 28-33.
10. Lyskova I.V. Influence of mineral fertilizers on the fertility of soddy-podzolic soil, productivity and quality of grain crops / I.V. Lyskova // Agrarian science of the Euro-North-East. – 2017. – no. 6 (61). – P. 35-40.
11. Pismennaya, E. V. Monitoring of the state of agricultural land in the Central Ciscaucasia / E. V. Pismennaya, V. Stukalo, A. V. Loshakov, S. V. Savinova // Bulletin of the APK Stavropol. – 2016. – no. 1 (21). – S. 123-126.
12. Torikov V. E. Programming the level of productivity of triticale grain and its implementation/ V. E. Torikov, O. V. Melnikova, I. N. Yatsenkov, // Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy. – 2018. – no. 4 (68). – P. 3-10

**Барри Мамаду<sup>1</sup>, Александр Чонгера<sup>1</sup>, В. В. Введенский<sup>1</sup>, Д. С. Тегесов<sup>2</sup>, Аллен Дуаньо<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов,

<sup>2</sup>Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»  
mamadoukbarry90@gmail.com

### **ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ УРОЖАЙНОСТИ ТРЕХ СОРТОВ ТРИТИКАЛЕ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ**

Одним из способов увеличения производства озимой тритикале является оптимальный выбор высокопродуктивных семян и рациональное использование минеральных удобрений. Для получения высоких и стабильных урожаев было проведено исследование на экспериментальном поле Немчиновского федерального исследовательского центра в Соколово в 2020–2021 годах на дерново-подзолистой почве. Цель исследования – провести сравнение трех сортов тритикале в зимний период при возрастающих дозах минеральных удобрений. При изучении 3 сортов озимой тритикале: Гера, Нина и Немчиновская 56 их ставили в конкурентную борьбу с возрастающими дозами комплексных минеральных удобрений  $N_{90}P_{60}K_{90}$ ,  $N_{120}P_{90}K_{120}$  и  $N_{150}P_{120}K_{180}$ . Фосфатные, калийные удобрения и 30 кг азота использовались в качестве базовых удобрений, а оставшийся азот распределялся в качестве покровного удобрения, в частности, с использованием систем защиты с фунгицидами, гербицидами и инсектицидами. Норма посева составила 5 млн семян на гектар, сеять с чампо. Климатические условия вегетации в целом были хорошие. Опыт позволил нам добиться ожидаемых результатов. Все изученные показатели, такие как количество плодородных стеблей на квадратный метр, масса тысячи семян, урожайность деланки, увеличились и лучший урожай получен у сорта Гера, наибольшая доза минеральных удобрений  $N_{150}P_{120}K_{180}$  дала 10,12 т/га, в Немчиновской 56 – 9,13 т/га, в Нине – 8,13 т/га. Число плодородных стеблей на квадратный метр у сорта Гера 474, у сорта Немчиновская 56, что на 591 выше, чем у сорта Гера. Увеличение доз минеральных удобрений отразилось на всех показателях урожайности, но Гера оказалась лучше Немчиновской 56, а сорт Нина оказался менее эффективным. Видно, что азотные удобрения, вносимые фракционно, положительно влияют на показатели урожайности и, возможно, на урожайность тритикале.

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, параметры, урожайность, сорта тритикале.

## Продуктивность сои в центральном черноземье

УДК 631.51

DOI: 10.32935/2221-7312-2024-59-1-20-23

Ю. Н. Плескачѳв (д.с.–х.н.), С. А. Цветков

Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»,  
pleskachiov@yandex.ru

*Исследования по выявлению максимальной продуктивности сои в зависимости от применяемых минеральных удобрений со стимуляторами роста у различных сортов проводились на опытном поле ООО «Нива» Тимского района Курской области с 2020 по 2022 годы. Схема опыта была следующей: Фактор А – удобрения и стимуляторы роста: 1) контроль (без удобрений и стимуляторов роста), 2) Стимулятор роста (Альбит); 3) NPK (по выносу на запланированный урожай); 4) РК; Стимулятор роста + NPK; Стимулятор роста + РК. Фактор В – сорта: Свапа (стандарт); 2) Танаис; 3) Хорол. Наибольшая площадь листовой поверхности у сорта Хорол в фазу цветения формировалась на варианте применения стимулятора роста Альбит с азотно-фосфорно-калийными удобрениями NPK и равнялась 58948 тыс. м<sup>2</sup>/га. Среднесуточный прирост биомассы сои у сорта Хорол установлен на варианте с применением азотно-фосфорно-калийных удобрений NPK и в среднем за 2020–2022 гг. равнялся 89,7 кг/га, что оказалось на 14,5 кг/га больше минимального значения, на 11,9 кг/га больше по сравнению с максимальным значением у сорта Свапа и на 4,7 кг/га больше по сравнению с максимальным значением у сорта Танаис. Наибольшая урожайность сои сорта Танаис в среднем за 2020–2022 гг. достигалась на варианте применения Альбита с азотно-фосфорно-калийными удобрениями и равнялась 3,02 т/га, то есть на 19,4% больше минимального значения и на 16,1% больше максимального значения у сорта Свапа. Наибольшая урожайность сои сорта Хорол достигалась на варианте применения Альбита с азотно-фосфорно-калийными удобрениями и равнялась 3,26 т/га, то есть на 20,3% больше минимального значения, на 25,4% больше максимального значения у сорта Свапа и на 7,9% больше максимального значения у сорта Танаис.*

**Ключевые слова:** соя, удобрения, стимуляторы роста, прирост биомассы, урожайность.

### Введение

Наиболее острой проблемой в сельском хозяйстве, как в мировом, так и во всероссийском масштабе, до сих пор остается дефицит кормового и пищевого белка [1–3]. Рациональным путѳм решения данной проблемы является увеличение производства высокобелковых семян зернобобовых культур. Признанным лидером среди этих культур является белково-масличная культура соя, в зерне которой содержится до 40% и более сбалансированного по аминокислотам сырого протеина и более 20% биологически ценного жира [4–6].

Посевные площади сои в мировом земледелии за последние 5 лет превысили 65 млн. га, а ее урожайность достигла 2,3 т/га зерна [7–9].

В Российской Федерации последние пять лет наблюдается расширение посевных площадей с 1,5 млн. га до 3,4 млн. га. Однако валовые сборы зерна сои до сих пор не превышают 5 млн. тонн. А чтобы стать полноценным игроком на мировом рынке сои, по мнению аналитиков, мы должны производить не менее 10 млн. т [10–12].

Поэтому тема повышения продуктивности соевых бобов весьма актуальна.

### Материал и методы исследования

Исследования по выявлению максимальной продуктивности сои в зависимости от применяемых минеральных удобрений со стимуляторами роста у различных сортов проводились на опытном поле ООО «Нива» Тимского района Курской области с 2020 по 2022 годы.

Почвами являлись чернозѳмы типичные с содержанием гумуса в пахотном горизонте 5,25 %, гидролизуемого азота 72,3 мг/кг, подвижного фосфора 35,2 мг/кг, обменного калия 342 мг/кг. Реакция почвенного раствора на опытном участке была близка к нейтральной и по годам колебалась от pH 6,8 до 7,1.

Норма высева сои составляла 500 тыс. всхожих семян/га. Способ посева широкорядный, ширина междурядья — 0,45 м. Предшественник – озимая пшеница. Площадь учѳтной делянки первого порядка 150 м<sup>2</sup> (длина 50 м, ширина 30 м). Площадь учѳтной делянки второго порядка 50 м<sup>2</sup> (длина 50 м, ширина 10 м). Площадь делянок в одной повторности 900 м<sup>2</sup>. Повторность опытов трехкратная. Общая площадь под делянками 2700 м<sup>2</sup>. Размещение рендомизированное. Схема опыта была следующей: Фактор А – удобрения и стимуляторы роста: 1) контроль (без удобрений и стимуляторов роста), 2) Стимулятор роста (Альбит); 3) NPK (по выносу на запланированный урожай); 4) РК; Стимулятор роста + NPK; Стимулятор роста + РК. Фактор В – сорта: Свапа (стандарт); 2) Танаис; 3) Хорол.

### Результаты исследования и их обсуждение

Среднесуточный прирост биомассы сои оказался наименьшим у сорта Свапа на варианте с Альбитом и в среднем за 2020–2022 гг. равнялся 66 кг/га (рис. 1). У сорта Танаис среднесуточный прирост биомассы сои оказался наименьшим, как и у сорта Свапа, на варианте с Альбитом и в среднем за 2020–2022 гг. равнялся 72,3 кг/га, что оказалось на 6,3 кг/га больше по сравнению

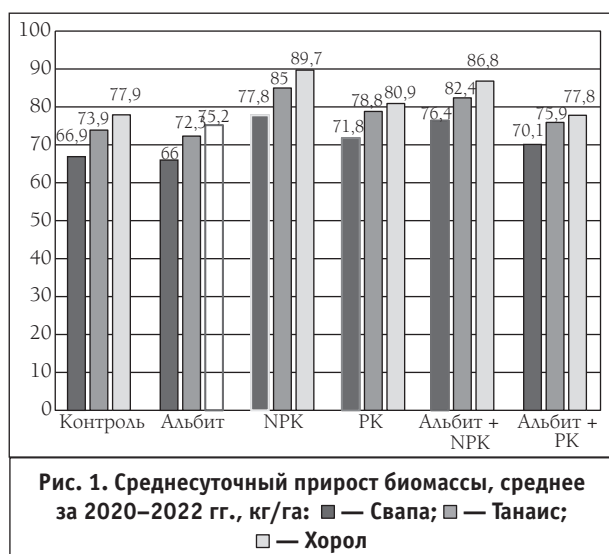


Рис. 1. Среднесуточный прирост биомассы, среднее за 2020–2022 гг., кг/га: ■ — Свапа; ■ — Танаис; □ — Хорол

с сортом Свапа. Наибольший среднесуточный прирост биомассы сои у сорта Хорол установлен на варианте с применением азотно-фосфорно-калийных удобрений NPK и в среднем за 2020–2022 гг. равнялся 89,7 кг/га, что оказалось на 14,5 кг/га больше минимального значения, на 11,9 кг/га больше по сравнению с максимальным значением у сорта Свапа и на 4,7 кг/га больше по сравнению с максимальным значением у сорта Танаис.

Урожайность сои в 2020 г. была минимальной у сорта Свапа на контрольном варианте без применения стимуляторов роста и минеральных удобрений и равнялась 2,06 т/га (таблица). У сорта Танаис урожайность была на 0,37 т/га, или на 18% больше. У сорта Хорол урожайность была на 0,52 т/га, или на 25,2% больше, чем у сорта Свапа. Применение Альбита увеличивало урожайность сортов сои на 0,06–0,16 т/га, применение NPK увеличивало урожайность сортов сои на 0,31–0,43 т/га, применение PK увеличивало урожайность сортов сои на 0,08–0,19 т/га, применение Альбита + NPK увеличивало урожайность сортов сои на 0,43–0,61 т/га, применение Альбита + PK увеличивало урожайность изучаемых в опыте сортов сои на 0,26–0,38 т/га.

Таким образом, наибольшая урожайность сои в 2020 г. формировалась у сорта Хорол на варианте с применением Альбита + NPK и равнялась 3,21 т/га, то есть на 55,8% больше минимального значения.

Урожайность сои в 2021 г. была минимальной у сорта Свапа на контрольном варианте без применения стимуляторов роста и минеральных удобрений и равнялась 2,18 т/га. У сорта Танаис урожайность была на 13,8% больше. У сорта Хорол урожайность была на 21,5% больше, чем у сорта Свапа. Применение Альбита увеличивало урожайность сортов сои на 0,06–0,20 т/га, применение NPK увеличивало урожайность сортов сои на 0,31–0,48 т/га, применение PK увеличивало урожайность сортов сои на 0,10–0,24 т/га, применение Альбита + NPK увеличивало урожайность сортов сои на 0,44–0,62 т/га, применение Альбита + PK увеличи-

вало урожайность изучаемых в опыте сортов сои на 0,23–0,44 т/га.

Таким образом, наибольшая урожайность сои в 2021 г. формировалась у сорта Хорол на варианте с применением Альбита + NPK и равнялась 3,27 т/га, то есть на 50% больше минимального значения.

Урожайность сои в 2022 г. была минимальной у сорта Свапа на контрольном варианте без применения стимуляторов роста и минеральных удобрений и равнялась 2,3 т/га. У сорта Танаис урожайность была на 11,7% больше. У сорта Хорол урожайность была на 21,3% больше, чем у сорта Свапа. Применение Альбита увеличивало урожайность сортов сои на 0,17–0,20 т/га, применение NPK увеличивало урожайность сортов сои на 0,28–0,48 т/га, применение PK увеличивало урожайность сортов сои на 0,11–0,24 т/га, применение Альбита + NPK увеличивало урожайность сортов сои на 0,40–0,61 т/га, применение Альбита + PK увеличивало урожайность изучаемых в опыте сортов сои на 0,15–0,43 т/га.

Таким образом, наибольшая урожайность сои в 2022 г. формировалась у сорта Хорол на варианте с применением Альбита + NPK и равнялась 3,3 т/га, то есть на 43,5% больше минимального значения.

Статистическая обработка данных урожайности сои во все годы проведения опытов проводилась с помощью компьютерной программы «Статистика». Статистический анализ погрешностей урожайности сортов сои показал, что во все годы проведения опытов без исключения с 2020 по 2022 г. значения наименьшей существенной разности урожайности сои, как по фак-

Продуктивность сои в опыте с 2020 по 2022 годы				
Стимуляторы и минеральные удобрения	Сорт	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Контроль	Свапа	2,06	2,18	2,30
	Танаис	2,43	2,48	2,57
	Хорол	2,58	2,65	2,79
Альбит	Свапа	2,18	2,24	2,47
	Танаис	2,49	2,68	2,76
	Хорол	2,74	2,85	2,99
NPK	Свапа	2,37	2,49	2,58
	Танаис	2,80	2,90	3,05
	Хорол	3,01	3,13	3,16
PK	Свапа	2,27	2,37	2,41
	Танаис	2,51	2,58	2,72
	Хорол	2,76	2,89	3,03
Альбит + NPK	Свапа	2,49	2,62	2,70
	Танаис	2,90	3,06	3,09
	Хорол	3,21	3,27	3,30
Альбит + PK	Свапа	2,37	2,41	2,45
	Танаис	2,69	2,82	2,97
	Хорол	2,96	3,11	3,15
	HCP <sub>05</sub> A	0,03	0,03	0,03
	HCP <sub>05</sub> B	0,02	0,03	0,03
	HCP <sub>05</sub> AB	0,03	0,03	0,03

тору А (стимулятор роста и минеральные удобрения), так и по фактору В (сорта), а также по совокупности данных факторов, не выходили за границы допустимых значений, т.е. данные, полученные за десять лет проведения опыта, можно считать достоверными.

Урожайность сои в среднем за 2020–2022 гг. была наименьшей у сорта Свапа на контрольном варианте без применения стимуляторов роста и минеральных удобрений и равнялась 2,18 т/га (рис. 2). Применение стимулятора роста Альбит увеличивало урожайность данного сорта в среднем на 5,5%. Применение фосфорно-калийных удобрений увеличивало урожайность данного сорта на 7,8%. Применение Альбита с фосфорно-калийными удобрениями увеличивало урожайность данного сорта на 10,6%. Применение азотно-фосфорно-калийных удобрений увеличивало урожайность данного сорта на 13,8%.

Наибольшая урожайность сои сорта Свапа достигалась на варианте применения Альбита с азотно-фосфорно-калийными удобрениями и равнялась 2,6 т/га, то есть на 19,3% больше минимального значения.

Урожайность сои у сорта Танаис была наименьшей на контрольном варианте без применения стимуляторов роста и минеральных удобрений и равнялась 2,53 т/га, что оказалось на 16% больше наименьшего значения у сорта Свапа. Применение стимулятора роста Альбит увеличивало урожайность данного сорта в среднем на 4,3%. Применение фосфорно-калийных удобрений увеличивало урожайность данного сорта на 5,9%. Применение Альбита с фосфорно-калийными удобрениями увеличивало урожайность данного сорта на 11,8%. Применение азотно-фосфорно-калийных удобрений увеличивало урожайность данного сорта на 15,4%.

Урожайность сои у сорта Хорол была наименьшей на контрольном варианте без применения стимуляторов роста и минеральных удобрений и равнялась 2,71 т/га, что оказалось на 24,3% больше наименьшего значения у сорта Свапа и на 7,1% больше наименьшего значения у сорта Танаис. Применение стимулятора роста Альбит

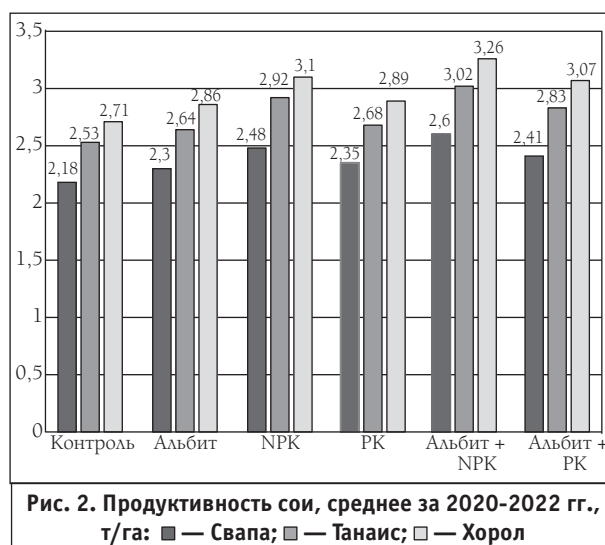


Рис. 2. Продуктивность сои, среднее за 2020–2022 гг., т/га: ■ — Свапа; ■ — Танаис; □ — Хорол

увеличивало урожайность данного сорта в среднем на 5,5%. Применение фосфорно-калийных удобрений увеличивало урожайность данного сорта на 6,6%. Применение Альбита совместно с фосфорно-калийными удобрениями увеличивало урожайность данного сорта на 13,3%. Применение азотно-фосфорно-калийных удобрений увеличивало урожайность данного сорта на 14,4%.

#### Выводы

Наибольшая урожайность сои сорта Танаис в среднем за 2020–2022 гг. достигалась на варианте применения Альбита с азотно-фосфорно-калийными удобрениями и равнялась 3,02 т/га, то есть на 16,1% больше минимального значения и на 16,1% больше максимального значения у сорта Свапа. Наибольшая урожайность сои сорта Хорол достигалась на варианте применения Альбита с азотно-фосфорно-калийными удобрениями и равнялась 3,26 т/га, то есть на 20,3% больше минимального значения, на 25,4% больше максимального значения у сорта Свапа и на 7,9% больше максимального значения у сорта Танаис.

#### Литература

1. Гаврилов, М.Д. Соя как источник растительного белка / М.Д. Гаврилов // Новая наука: Проблемы и перспективы. – 2016. – № 6 (85). – С. 147–148.
2. Горбачева, Н.А. Соя при орошении в условиях Южной Зоны Приамурья / Н.А. Горбачева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 7 (129). – С. 28–32.
3. Балашов, В.В. Эффективность предпосевной обработки семян нута микроудобрениями на каштановых почвах Волгоградской области / В.В. Балашов, А.В. Балашов, И.А. Васина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. № 2 (38). – 2015. – С. 18–22.
4. Бородычев, В.В. Проблемы оптимального водообеспечения сои в условиях орошения / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – № 2 (54). – 2019. – С. 39–49.
5. Васин, А.В. Влияние предпосевной обработки семян на кормовую и энергетическую ценность урожая сои / А.В. Васин, А.В. Васин, Е.В. Рязанова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 3–6.
6. Амелин, А.В. Особенности начального роста у разных сортогрупп сои / А.В. Амелин, И.И. Кузнецов, В.Н. Зайцев // Вестник ОрелГАУ. – 2010. – № 6 (27). – С. 131–134.
7. Кривошлыков, К.М. Анализ состояния и развития производства сои в мире и России / К.М. Кривошлыков, Е.Ю. Рошина, С.А. Козлова // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. Вып. 3. (167). – С. 64–69.



8. Бондаренко, А.Н. Результаты экономической эффективности возделывания сои с применением ростостимулирующих препаратов в условиях орошения Северного – Западного Прикаспия / А.Н. Бондаренко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 2 (46). – С.129-135.
9. Демьянова, Н.И. Изучение влияния Лигногумата на формирование урожая сои / Н.И. Демьянова, Н.Н. Гордеева // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 2. – С. 127-128.
10. Кошкарлова, Т.С. Влияние различных сортов и режимов орошения на биоэнергетическую эффективность производства сои / Т.С. Кошкарлова, В.В. Толоконников, Г.П. Канцер, Н.М. Плющева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. № 3 (55). – 2019. – С. 192-198.
11. Цветков, С.А. Формирование ассимиляционного аппарата и урожайность сои на чернозёмных почвах / С.А. Цветков, В.И. Филин, Ю.Н. Плещачёв // Проблемы АПК региона. – 2023. – № 4 (56). – С. 126-131.
12. Филин, В.И. Продуктивность сои и вынос макроэлементов с урожаем на чернозёмных почвах / В.И. Филин, Ю.Н. Плещачёв, С.А. Цветков // Проблемы АПК региона. – 2023. – № 4 (56). – С. 112-117.

## References

1. Gavrilov, M.D. Soy as a source of vegetable protein / M.D. Gavrilov // New science: Soy under irrigation in the conditions of the Southern Zone of the Amur Region Problems and prospects. – 2016. – № 6 (85). – Pp. 147-148.
2. Gorbacheva, N.A. / N.A. Gorbacheva // Bulletin of the Altai State Agrarian University. – 2015. – № 7 (129). – Pp. 28-32.
3. Balashov, V.V. Efficiency of pre-sowing treatment of chickpea seeds with micronutrients on chestnut soils of the Volgograd region / V.V. Balashov, A.B. Balashov, I.A. Vasina // Izvestia of the Nizhnevolzhsky agrouniversity complex. № 2 (38). – 2015. – Pp. 18-22.
4. Borodychev, V.V. Problems of optimal soybean water supply in irrigation conditions / V.V. Borodychev, M.N. Lytov // Izvestiya Nizhnevolzhsky agrouniversitetskiiy complex. № 2 (54). – 2019. – Pp. 39-49.
5. Vasin, A.V. The influence of pre-sowing seed treatment on the feed and energy value of the soybean harvest / A.V. Vasin, A.V. Vasin, E.V. Ryazanova // Izvestia of the Samara State Agricultural Academy. – 2014. – No. 4. – pp. 3-6.
6. Amelin, A.V. Features of initial growth in different soybean cultivars / A.V. Amelin, I.I. Kuznetsov, V.N. Zaitsev // Bulletin of the OrelGAU. – 2010. – № 6 (27). – S.131-134.
7. Krivoshlykov, K.M. Analysis of the state and development of soybean production in the world and Russia / K.M. Krivoshlykov, E.Yu. Roshchina, S.A. Kozlova // Oilseed crops. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds. – 2016. Issue 3. (167). – pp. 64-69.
8. Bondarenko, A.N. The results of the economic efficiency of soybean cultivation with the use of growth-stimulating drugs in irrigation conditions of the Northern - Western Caspian region / A.N. Bondarenko // Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity complex: Science and higher professional education. – 2017. – № 2 (46). – Pp.129-135.
9. Demyanova, N.I. Studying the effect of Lignohumate on the formation of soybean yield / N.I. Demyanova, N.N. Gordeeva // International Student Scientific Bulletin. – 2018. – No. 2. – pp. 127-128.
10. Koshkarova, T.S. The influence of various varieties and irrigation regimes on the bioenergetic efficiency of soybean production / T.S. Koshkarova, V.V. Tolokonnikov, G.P. Kanzer, N.M. Plusheva // Izvestia of the Nizhnevolzhsky agrouniversity complex. № 3 (55). – 2019. – Pp. 192-198.
11. Tsvetkov, S.A. The formation of the assimilation apparatus and the yield of soybeans on chernozem soils / S.A. Tsvetkov, V.I. Filin, Yu.N. Pleskachev // Problems of the agroindustrial complex of the region. – 2023. – No. 4 (56). – pp. 126-131.
12. Filin, V.I. Soybean productivity and removal of macronutrients with harvest on chernozem soils / V.I. Filin, Yu.N. Pleskachev, S.A. Tsvetkov // Problems of the agroindustrial complex of the region. – 2023. – No. 4 (56). – pp. 112-117.

**Yu. N. Pleskachev, S. A. Tsvetkov**

Federal Research Center «Nemchinovka»  
pleskachiov@yandex.ru

### SOYBEAN PRODUCTIVITY IN THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

*Studies to identify the maximum productivity of soybeans, depending on the applied mineral fertilizers with growth stimulants in various varieties, were conducted at the experimental field of Niva LLC in the Timsky district of the Kursk region from 2020 to 2022. The scheme of the experiment was as follows: Factor A – fertilizers and growth stimulants: 1. control (without fertilizers and growth stimulants), 2. Growth stimulant (Albite); 3. NPK (for removal to the planned harvest); 4. PK; Growth stimulator + NPK; Growth stimulator + PK. Factor B – grades: Swapa (standard); 2. Tanais; 3. Chorol. The largest leaf surface area of the Khorol variety in the flowering phase was formed on the variant of using the growth stimulant Albite with nitrogen-phosphorus-potassium fertilizers NPK and was equal to 58948 thousand m<sup>2</sup>/ha. The largest average daily increase in soybean biomass in the Khorol variety was established on the variant using nitrogen-phosphorus-potassium fertilizers NPK and on average for 2020–2022 was 89.7 kg/ha, which turned out to be 14.5 kg/ha more than the minimum value, 11.9 kg/ha more than the maximum value in the Swapa variety and 4.7 kg/ha is more than the maximum value of the Tanais variety. The highest yield of soybeans of the Tanais variety on average for 2020–2022 was achieved on the variant of using Albite with nitrogen-phosphorus-potassium fertilizers and was equal to 3.02 t/ha, that is, 19.4% more than the minimum value and 16.1% more than the maximum value of the Swapa variety. The highest yield of soybeans of the Khorol variety was achieved on the variant of using Albite with nitrogen-phosphorus-potassium fertilizers and was 3.26 t/ha, that is, 20.3% more than the minimum value, 25.4% more than the maximum value for the Swapa variety and 7.9% more than the maximum value for the Tanais variety.*

**Ключевые слова:** soybeans, fertilizers, growth stimulants, biomass growth, yield.



# Influence Cycocel Concentration and Spraying Stages on Growth Traits, Grains Yield and Its Components in Sorghum (Var. Bohooth 70)

УДК 633.17

DOI: 10.32935/2221-7312-2024-59-1-24-31

**Naseer Faraj Shachai**<sup>1</sup> (Candidate of Agricultural Sciences), **Hameed Khalaf Khrbeet**<sup>1</sup> (Candidate of Agricultural Sciences), **I. R. Manukyan**<sup>2</sup> (Candidate of Biological Sciences), **E. V. Ramanova**<sup>3</sup> (Candidate of Agricultural Sciences)

<sup>1</sup>Dept. Field Crops – Coll. of Agric. – Engin. – Sci. University of Baghdad,

<sup>2</sup>The North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture  
“Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,

<sup>3</sup>Peoples' Friendship University of Russia,  
naser.faraj@coagri.uobaghdad.edu.iq

A field experiment was carried out at the experimental fields in the College of Agricultural Engineering Science University of Baghdad, Iraq during the autumn season of 2018 and spring season of 2019. The main objective was to find out the effect of cycocel concentration (0, 300, 600, 900 mg/L) and three stages of foliar application (4, 5 and 6 weeks after emergence), on growth traits, grain yield and its component of Sorghum var. Bohooth.70 (layout of the experiment was a split-plot in a Randomized Complete Block Design with three replication. Foliar application stages were used as main-plots, while cycocel concentration were used as sub-plots. Results showed that spraying of cycocel at conc. 900 mg/L resulted in a significant reduction in plant height reached 15.7% and 12.2% compare with control treatment and this in turn reduce the % of lodging. In contrast, high conc. of cycocel signification increased weight and numbers of grains per head and grains yield reached (7.037 and 6.804) t/ha for autumn and spring season respectively, plants sprayed after 4 weeks from emergence reduce plant height and lodging%, while, grains weight, No of grain yield were significantly increased reached (6.943 and 6.90) t/ha for autumn and spring season respectively. There was high positive correlation between grains yield and each of grains weight per head and number of grains per head (+0.99 and +0.90) for autumn season and (+0.99 and +0.87) for spring season respectively. The results showed a significant interaction between application stages and cycocel concentration in means of grains yield. The higher yield of 7.651 and 7.114 t/ha were obtained when Sorghum plant were sprayed with cycocel a the concentration of 900 mg/L after 4 weeks from emergence in autumn and spring seasons respectively.

**Key words:** Sorghum, growth retarded, grain weight, Biological yield.

## Introduction

Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) is an important cereal and fodder crop in Iraq and the world it is grown in Iraq for the purpose of producing grains and green fodder and ranks fifth in the world in terms of importance and production of grains. Among the advantages of this crop is that it has the ability to withstand drought and salinity and increases the number of cuts with increasing temperatures in summer [20, 21], global corn and white production globally reached 1124 million tons in 2019, with a 2% increase compared to 2018 [26]. In Iraq, the cultivated area of the sorghum crop reached 34050 hectares with a production rate of 1.896 t/ha (4). This crop is used as human food in many poor countries of the African countries after mixing with wheat flour at 50% [7].

As for the developed countries, it is extracted from its starch and glucose pills due to the high percentage of carbohydrates in it, which reaches more than 67%. Its grains are a rich source of vitamin B and the protein content in the grains reaches more than 11% [19]. The grains of sorghum can be used for feeding livestock and poultry due to the high content of carbohydrates and proteins.

It is observed under the Iraqi condition, especially during summer season, a shortage in green forage availability to meet the animal's needs. Thus, this crop can contribute to solving part of this problem, and in the context of this talk, a variety of toddler sorghum was recently produced with joint efforts between the Department of field Crops – College of Agricultural Engineering Sciences – University of Baghdad and the Iraqi Agricultural Research office. This variety is characterized by superiority to the local variety, kafir, in producing the green forage [17]. It was recorded and adopted as the best variety in Iraq for producing the green forage and called Bohooth.70.

Also this variety excelled in grain yield compared to Inqaz and Rabeah [14]. However, the problem that this variety suffers from is how to produce grain in economical yield, due to the height of this variety when it's left to produce grains, since long stem lead to lodging and breaking its stems when the wind blows, especially in the autumn season, so that plant growth retardants can be used to solve this problem, which used on cleared crops [22, 8]. So this exp. Was aimed to study the effect of cycocel on growth and grain yield of sorghum.

## Materials and methods

A field experiment was conducted in experimental field at field crop Department, college of Agricultural Engineering Sciences, University of Baghdad in the autumn season 2018 and spring season 2019 using sorghum cultivar (Bohooth 70) which is registered and adopted recently by Iraqi Ministry of Agriculture. Layout of experiment was Randomized Complete Block Design (RCBD), arranged in split-plot with three replications. Foliar application stages (4, 5 and 6) weeks after emergence were used as main plots, while cycocel concentration (0, 300, 600 and 900 mg/L) were used as sub-plots. The experimental unit area for both seasons 6 m<sup>2</sup> with dimensions of 3×2 m, four lines were opened in each experimental unit with distance 50 cm between each line and length of 3 m. The seeds were planted in pits at distance of 25 cm between each hole by 3-5 seeds in each hole. The planting date was done on last week of July 2018 for autumn season and last week of March 2019 for spring season. Each pit was hand – thinned to one plant per pit after two weeks from emergence.

Chimed fertilizer was added as recommended by Ministry college of Agricultural and com borer was controlled by using dyazanone fluid for two times, the first in the stage of 3-4 leaves and the second after two weeks of the first control as recommended by the Iraqi Ministry of Agriculture (11). The required concentrations were prepared from cycocel which was imported from a company specialized in selling growth regulators, hormones and chemical fertilizers in the United States of America. The solutions were prepared in the Postgraduate Studies Laboratory of the College of Agricultural Engineering Sciences – University of Baghdad at concentrations of 300, 600 and 900 mg/L. The bubbly substance was added at a concentration of 0.15% ml<sup>-1</sup> liter as a diffuse substance for all concentrations including the control treatment, and the spraying process was carried out until complete wetness in the early morning to avoid high temperature and evaporation of the solution after one day watering and for both seasons to increase the efficiency of plants in absorbing the solution and according to the concentrations The aforementioned, as for the control treatment, it was sprayed with distilled water only. The experiment was harvested for the autumn season on 11/10/2018 and for the spring season on 15/7/2019.

The studied characters:

**Plant height (cm)** was measured at maturity stage for a sample of five randomly selected plants from mid-lines, the length was measured from soil surface to the plant top [16].

**Leaf area (cm<sup>2</sup>).** Five plants were selected randomly from the Two mid. Lines at full flowering stage by measuring leaf length and width for all plant leaves, the leaf area was calculated by using the following formula:

$$A = L \cdot W \cdot 0.75,$$

where A — leaf area cm<sup>2</sup>; L — leaf length; W — the widest part in leaf (cm); 0.75 – standard [18].

### Grains Yield and its components.

Five heads were chossened extracting their grains and the means of yiled was measured for each head in each experimental unit. samples were taken to measure 1000 grains weight. Number of grains per head was calculated from the relation between 1000 grains weight and weight grains for each head.

The total grain yield (ton/h) was estimated from grain weight per head x plant density. Biological yield was measured after drying five plants and then harvest index was calculated according to the following formula [23]:

$$\text{Harvest index} = \text{Grain yield} / \text{Biological yield} \cdot 100.$$

Data were analyzed by analysis of variance as described by [6]. Means were compared using L.S.D at the level 5% of significance.

## Results and discussion

Table 1 indicated that there was a significant effect of concentration cycocel a stages of spraying and their interaction on this character for both. Season. High concentration of cycocel gave lories mea of plant height reached 287 and 199.5 cm for autumn and spring season respectively

The percentage of reduction in plant height in autumn season at the used concentration 300, 600 and 900 mg/L compared with control treatment reached 41%, 9.15% and 12.19% respectively, while in spring season reached 1.54%, 9.5% and 15.71% respectively and the reason behind the reduce in plant height with increasing the concentration of cycocel may be due to the tact, that cycocel works on inhibit the vital structure and formation of Natural production of gibbereline inside the plant cells and tissues and this is by stimulation the enzymes that break down and destroy the gibbereline which leads to retarded the growth of apical meristem which reduce the cellular expansion process and inhibits the elongation of cells and shortening the internodes. And there by reduce he plant height. The results are in agreement with results found by [8, 5].

Table 1 show, that there was a significant effect of date of spraying stage on plant height, spraying stage after 4 week from emergence resulted in reduction in plant height reaced 289.5 cm and 215 cm for autumn and spring seasons respectively. This result may be due to the fact that growth retardant work on impede the growth before it's occurrence and accordingly, the delay in spray stage may be lead to retarded the ability of growth elongation.

It is also noted from Table 1 that there was a significant interaction between the tow factors for both seasons, and this may be due the differences in the relative response to reduce plant height by different spraying stages and concentrations of cycocel. Where it is observed that the highest reduction in plant height was occurred when plant

**Table 1. Effect of concentrations and dates of spraying cycocel and interaction between them on height of plant (cm) Autumn season 2018 and Spring season 2019**

Seasons	Date of spraying weeks after emergence	Cycocel concentrations, mg/L				Mean
		900	600	300	0	
Autumn	4	261.5	274.5	301.4	320.5	289.5
	5	276.5	287.4	302.7	317.5	296.0
	6	296.0	300.8	306.8	311.9	303.9
L.S.D 5%		11.7				6.1
Mean		278.0	287.6	303.6	316.6	
L.S.D 5%		7.3				
Spring	4	184.3	204.7	229.0	241.8	215.0
	5	200.1	210.7	232.0	235.5	219.6
	6	214.1	227.1	239.7	232.9	228.4
L.S.D 5%		10.6				7.3
Mean		199.5	214.2	233.0	236.7	
L.S.D 5%		6.1				

spraying in early stage (4 weeks after emergence) at high concentrations of cycocel 900 mg/L in both season and such decreases in plant height was decreases as the spray stage was delayed.

This trait was only significantly influenced by cycocel concentration and the interaction between the two factors in both seasons (Table 2). This table also showed that spraying plant with cycocel with high concentration of 900 mg/L gave the lowest in leaf area reaching 8638 cm<sup>2</sup> and 5511 cm<sup>2</sup> in autumn and spring season respectively. The decrease in leaf area at concentration of 300, 600 and 900 mg/L compared with control treatment in autumn (7.76%, 10.73% and 12%) and in spring season (2.8%, 6% and 9%) respectively. The reduce in plant leaf area when spraying cycocel may be due to the role of cycocel in reduction in plant height [12]. Despite that there was no significant effect of spraying stages on this trait, but it seem that tow leaf area was occurrence in plants sprayed at stage 4 weeks after emergence (Table 2) concerning the significant interaction between the two factors may be interpreted based on the difference in the relative response of each spraying stage and different concentrations

of cycocel. So we find that the difference were higher in response among concentrations in early spray in stage (4 weeks after emergence).

Where as it was lower between concentrations in late spraying stages.

Table 3 indicated that there was a significant effect of concentration cycocel a stages of spraying and interaction between them in this character in both season . this table also showed that spraying plant with cycocel with high concentration 900 mg/L gave the lowest % at lodging reaching 14.41% and 1.21% in autumn and spring season respectively and significantly different compare with other concentration. The mean of reduce in loding % at concentration of 300, 600 and 900 mg/L compared with control treatment in autumn (15.97%, 23.62% and 30.25%) for autumn season respectively and (19.82%, 36.20% and 47.84%) for spring season respectively. The reduce in loding % when spraying of cycocel may be duc.

To reduce the plant height after spraying of cycocel Table 3 which show positive correlation between plant height and lodging % (0.82\*\* and 0.62\*\*) for autumn and spring season respectively.

**Table 2. Effect of concentrations and dates of spraying cycocel and interaction between them on The leaf area (cm<sup>2</sup>) Autumn season 2018 and Spring season 2019**

Seasons	Date of spraying weeks after emergence	Cycocel concentrations, mg/L				Mean
		900	600	300	0	
Autumn	4	8349	8310	9032	9953	8911
	5	8468	8817	9056	9718	9015
	6	9097	9173	9087	9791	9287
L.S.D 5%		393.3				N.S
Mean		8638	8767	9058	9821	
L.S.D 5%		203.9				
Spring	4	5315	5641	5949	6152	5764
	5	5468	5769	6006	6078	5830
	6	5750	5667	5699	5940	5764
L.S.D 5%		241.1				N.S
Mean		5511	5693	5885	6056	
L.S.D 5%		146.1				

**Table 3. Effect of concentrations and dates of spraying cycocel and interaction between them on Biological yield (t/h) Autumn season 2018 and Spring season 2019**

Seasons	Date of spraying weeks after emergence	Cycocel concentrations, mg/L				Mean
		900	600	300	0	
Autumn	4	12.44	14.20	16.35	20.51	15.87
	5	13.30	15.18	16.49	20.82	16.45
	6	17.50	17.95	19.24	20.65	18.83
L.S.D 5%		0.49				0.56
Mean		14.41	15.78	17.36	20.66	
L.S.D 5%		0.28				
Spring	4	0.90	1.20	1.46	20.40	1.49
	5	1.50	1.30	1.75	20.26	1.70
	6	1.24	1.94	1.36	20.30	1.96
L.S.D 5%		0.28				0.11
Mean		1.21	1.48	1.86	2.32	
L.S.D 5%		0.16				

This character was affected significantly by cycocel spraying stages in both seasons in autumn season the plant sprayed at 4 leaves stage gave the lowest % of lodging reached (15.87 and 1.49%) for autumn and spring season respectively in both seasons delay of spraying stage resulted in increase of lodging % This may be due to that spraying in early stage of growth will provide enough Time for plants to benefit from cycocel effects on plants growth. concerning the significant interaction between the two factors may be interpreted based on the differences in relative response of each spraying stage and different concentration so we find that the difference were higher in response among spraying concentration in 4 leaves stage, where as it was lower between concentration in 5 and 6 leaves stages).

The results of Table 4 indicate that in autumn season the highest mean of biological yield was obtained when plants were sprayed with no cycocel (control treatment) reaching 35.61 t/h and it was significantly differed compare with all other treatment except the low concentration of cycocel. The lowest mean of biological yield was obtained from high concentration of cycocel anointed to 33.65 t/h and it was significantly different compare with other treat-

ment except of concentration 600 mg/L. whereas in spring season control treatment also gave highest mean of biological yield reached to 30.18 mg/L and it was significantly different compare with all concentration of cycocel which were not significantly different to each other. This can be interpreted by the positive correlation between biological yield and each of plant height and leaf area in both season (Table 2). These results agreed with the results of Abood and Tayeh [2, 27] on sorghum also.

Table 4 show there was no significant effect of spraying stage on this trait in both seasons but there was significant effect between the two factors in both seasons, this interaction can be interpreted based on the difference in relative response of each spraying stage and different concentration.

The results of Table 5 show that there was significant positive linear relationship between the weight of grains per head and the increase of spraying concentration of cycocel for both seasons. In autumn season, the increase in head weight compare with control treatment was 2.82%, 6.53% and 11.32% for concentration 300,600 and 900 mg/L respectively, where as in spring season such increases

**Table 4. Effect of concentrations and dates of spraying cycocel and interaction between them on Biological yield (t/h) Autumn season 2018 and Spring season 2019**

Seasons	Date of spraying weeks after emergence	Cycocel concentrations, mg/L				Mean
		900	600	300	0	
Autumn	4	31.67	34.78	35.53	35.24	34.30
	5	34.34	34.40	34.79	35.73	34.82
	6	34.96	34.11	34.39	35.87	34.83
L.S.D 5%		1.65				N.S
Mean		33.65	34.43	34.90	35.61	
L.S.D 5%		1.06				
Spring	4	29.01	30.15	28.97	30.63	29.69
	5	28.78	28.87	29.22	30.14	29.25
	6	29.74	29.64	30.21	29.77	29.84
L.S.D 5%		0.90				N.S
Mean		29.17	29.55	29.47	30.18	
L.S.D 5%		0.53				

**Table 5. Effect of concentrations and dates of spraying cycocel and interaction between them on weight of grains head (g) Autumn season 2018 and Spring season 2019**

Seasons	Date of spraying weeks after emergence	Cycocel concentrations, mg/L				Mean
		900	600	300	0	
Autumn	4	95.64	88.55	83.10	79.88	86.79
	5	86.77	84.05	82.10	77.51	82.61
	6	81.48	79.92	78.50	79.65	79.89
L.S.D 5%		3.21				2.56
Mean		87.96	84.17	81.24	79.01	
L.S.D 5%		1.7				
Spring	4	88.93	84.35	80.01	76.21	82.38
	5	85.40	82.90	78.96	77.34	81.15
	6	80.05	78.36	75.76	77.28	78.06
L.S.D 5%		1.99				1.03
Mean		85.05	81.87	78.24	76.95	
L.S.D 5%		1.24				

was 1.67%, 6.34% and 10.52% respectively. This increase in the weight of grains per head may be due to the role of transferring the products of carbon representation from the source to the sink and reducing excessive vegetative growth, these results are in agreement with the results found by Abood and salh [1] Tayeh [27] and Al-Naeli [5] who use growth retarded on the cultivar bohooth 70. Table 5 indicated gave highest mean spraying stage at 4 weeks after emergence 86.79 g and 82.38 g for autumn and spring season respectively and significantly different compare with other stages. It also seems that of spraying was delayed. There was a significant interaction between the two factors, this interaction may be due to the differences in relative response of cycocel concentration in different spraying stage as it is clear that in each spraying stage the weight of grain per head was decreased as the concentration of cycocel decreased, but such decreases was more clear in early stage compare with other stages.

Table 6 showed that this character was significantly affected by concentrations and spraying stages and their interaction. it was noted the high concentration of spraying

with cycocel 900 mg/L in both seasons gave the highest mean of number of grains per head reaching 3659 and 2384 in autumn and spring respectively and significantly different than other concentrations, whereas control treatment gave the lowest mean of grains number in head reaching 3057 and 2044 for autumn and spring seasons respectively and differed significantly form all concentration except for low concentration 300 mg/L. This result may be due to the role of cycocel which helped efficiently in the process of transferring the products of carbon representation from the source to the sink due to it role in shortening the space between them and reducing excessive vegetative growth and plant height (Table 1), these results are consistent with those findings with [24, 23, 3].

Table 6 indicated that spraying stage after 4 weeks from emergence gave the highest mean in number of grains in head reaching 3503 and 2366 for autumn and spring respectively and significantly differed from other spraying stages. The reason behind the increase in number of grains in head when spraying the cycocel after 4 weeks from emergence may be due to the fact that time given

**Table 6. Effect of concentrations and dates of spraying cycocel and interaction between them on number of grains per head (grain head<sup>-1</sup>) Autumn season 2018 and Spring season 2019**

Seasons	Date of spraying weeks after emergence	Cycocel concentrations, mg/L				Mean
		900	600	300	0	
Autumn	4	4058	3723	3145	3085	3503.2
	5	3813	3449	3135	3060	3364.6
	6	3106	3048	3003	3025	3045.9
L.S.D 5%		123.27				121.88
Mean		3659	3407	3094	3057	
L.S.D 5%		44.84				
Spring	4	2797	2404	2179	2083	2366
	5	2309	2247	2081	2046	2171
	6	2046	2021	2000	2003	2018
L.S.D 5%		128.7				93.5
Mean		2384	2224	2086	2044	
L.S.D 5%		72.4				



**Table 7. Effect of concentrations and dates of spraying cycocel and interaction between them on grain yield (t/h) Autumn season 2018 and Spring season 2019**

Seasons	Date of spraying weeks after emergence	Cycocel concentrations, mg/L				Mean
		900	600	300	0	
Autumn	4	7.651	7.084	6.648	6.390	6.943
	5	6.941	6.724	6.568	6.201	6.609
	6	6.518	6.394	6.280	6.372	6.391
L.S.D 5%		0.257				0.205
Mean		7.037	6.734	6.499	6.321	
L.S.D 5%		0.136				
Spring	4	7.114	6.748	6.401	6.097	6.590
	5	6.832	6.632	6.317	6.187	6.492
	6	6.466	6.269	6.061	6.183	6.245
L.S.D 5%		0.15				0.08
Mean		6.804	6.550	6.260	6.156	
L.S.D 5%		0.09				

to the cycocel is more enough to absorb and translocate within the plant tissue to take it role in bioprocesses in the plant, since enough quantity of cycocel may increase transferring of products materials from sink to source and their by increasing seed set.

Table 6 show a significant interaction between the two factors the reason be hide this interaction may be due to the differences in relative response to cycocel concentration in relative spraying stages as it was generally noted that all concentration gave highest mean when spraying after 4 weeks from emergence and started to be decreased with progress in plant growth and this decreases was more clear at high concentration compare with low concentration s and control treatment.

Results of Table 7 reveal that cycocel concentration, foliar application stages and their interaction had a significant effect on grains yield in both seasons .it was noted that grains yield was significantly increase with increased in cycocel concentration reach the peak of concentration 900 mg/L 7.037 and 6.804 t/h for autumn and spring season respectively spraying of cycocel at the concentrations of 300, 600, and 900 mg/L caused increase in grain yield

compare with control treatment (2.8%, 6.5%, 11.32%) and (1.89%, 6.5%, 10.6%) for autumn and spring season respectively. The increase in grains yield by spraying cycocel at cycocel at concentrations 300, 600, and 900 mg/L was due to the increase in weight abd grains number in head (Table 5, 6) and this was confirmed by positive correlation value of correlation coefficient between those characters and grain yield which reached (+0.99 and +0.90) in autumn season and (+0.99 and +0.87) in spring season for the mentioned characters respectively. Theses results agreed with the results of Tayeh [27] and Al-Nali [5] on sorghum also. Concerning the effect of spraying stages, Table 7 shows that grains yield was decreased as spraying stages delayed, to 5 or 6 weeks after emergence. the decreases reached 4.8% and 7.9% in autumn and 1.5% and 5.2% in spring. This result can be explain also to positive correlation between weight and number of grains in head and grains yield. Table 9 shows significant interaction between the two factors, the reason behind this interaction probably due to the different responses to cycocel concentrations by different stages as it appear that grains yield decrees as spraying stage delayed, but such decrease

**Table 8. Effect of concentrations and dates of spraying cycocel and interaction between them on harvest index (%) Autumn season 2018 and Spring season 2019**

Seasons	Date of spraying weeks after emergence	Cycocel concentrations, mg/L				Mean
		900	600	300	0	
Autumn	4	24.19	20.37	18.71	18.15	20.36
	5	20.22	19.55	18.88	17.36	19.00
	6	18.68	18.75	18.30	17.76	18.37
L.S.D5%		1.25				0.784
Mean		21.03	19.56	18.63	17.76	
L.S.D 5%		0.75				
Spring	4	24.52	22.38	22.12	19.90	22.23
	5	23.73	22.97	21.62	20.52	22.21
	6	21.74	21.15	20.06	20.76	20.93
L.S.D 5%		0.85				0.71
Mean		23.33	22.16	21.26	20.39	
L.S.D 5%		0.43				

**Table 9. Correlation coefficient values of autumn (upper values) and spring season (lower values)**

Characters	Plant height	% lodging	Leaf area	Biological yield	Grains weight per head	Number of grains per head	Grain yield
Plant height	/						
% lodging	0.82** 0.62**	/					
Leaf area	0.76** 0.75**	0.89** 0.57**	/				
Biological yield	0.57** 0.44**	0.52** 0.44**	0.49** 0.38**	/			
Grains weight per head	-0.87** -0.78**	-0.85** -0.84**	-0.72** -0.65**	-0.59** -0.47**	/		
Number of grains per head	-0.88** -0.82**	-0.87 0.69	-0.75** -0.62**	-0.56** -0.35**	0.90** 0.87**	/	
Grain yield	-0.87** -0.78**	-0.84** -0.79**	-0.72** -0.65**	-0.59** -0.47**	0.99** 0.99**	0.90** 0.87**	
Harvest index	-0.87** -0.76**	-0.79** -0.80**	-0.68** -0.64	-0.83** -0.74**	0.93** 0.94**	0.93** 0.79**	0.93** 0.94**

\*Significant at level 0.05; \*\* Significant at level 0.05; Ns — not significant.

was more clear in high concentration 600 and 900 mg/L compare with low concentration and control treatment

The results of *Table 8* indicated that there was a positive and significant linear relationship between increasing of harvest index and in erasing the cycocel concentration in both season reach the peak at concentration 900 mg/L 21.03% and 23.33% for autumn and spring seasons respectively. Spraying of cycocel at the concentration 300, 600 and 900 mg/L caused increase in harvest index compare with control treatment (4.9%, 10.13% and 18.4%) and (4.2%, 8.68% and 14.41%) for autumn and spring seasons respectively. The increase in harvest index with increase of cycocel concentration may be due to increase in grain yield *Table 7* and reduce the biological yield, and this coefficient by positive correlation value of correlation coefficient between grains yield and harvest index and negative correlation with biological yield *Table 9*.

Stages of spraying had significant effect on harvest index in both season, plants spraying at stage 4 weeks after emergence gave highest mean of harvest index reached

20.36% and 22.23% for autumn and spring seasons respectively. The superiority of this stage in harvest index may be due to it is increase in grains yield concern the interaction between concentration and cycocel spraying stages. *Table 9* indicated a significant interaction and the reason behind that may be due to the different response to cycocel concentration by different spraying stages as it appears that low cycocel concentration and spraying water alone (control treatment) was not significantly influenced by different spraying stages, on the contrary of the concentration 600 and 900 mg/L in which harvest index decreased significantly when spraying delayed to 5 and 6 weeks after emergence

### Conclusion

The results showed a significant interaction been application stages and cycocel concentration in means of grains yield. The higher yield of 7.651 and 7.114 t/ha were obtained when Sorghum plant were sprayed with cycocel at the concentration of 900 mg/L after 4 weeks from emergence in autumn and spring seasons respectively.

### References

1. Abood, N. M. and M. A. Salh. 2018. Response of several sorghum varieties to potassium foliar. Iraqi J. of Agri. Sci. 49(6): 973-981
2. Abood, N. M., Shalal, E. M., & Hamdan, M. I. (2021). Impact of plant growth inhibitors on the growth and yield of sorghum. Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 52(6), 1431-1440
3. A.O.A.C., .1975. Association of official analytical Chemists Official method of A.O.A.C., 10 Thud Republished by A.O.A.C. Washington D. C., U. S. A. 58 (4): pp 115.
4. Agricultural Economics Research Department. 2016. The statistical brochure of the agricultural crops data (second edition). Agricultural Research Department, Ministry of Agriculture. P. P. 64.
5. Al-Naily, M. A. H., and Ibraheem, B. A. (2020). The effect of some plant growth retardants and water stress on some traits of sorghum (*Sorghum Bicolor* L. Moench) stem. Plant Archives, 20(2), 1492-1499.
6. Al-Rawi, Khashi Mahmoud and Abdul Aziz Muhammad Khalaf Allah. 2000. Design and analysis of agricultural experiments, Dar Al-Kutub Foundation for Printing and Publishing, College of Agriculture, University of Mosul, Ministry of Higher Education and Scientific Research. Iraq.
7. Al-Younes, Abdel Hamid Ahmed. 1993. Production and Improvement of Field Crops, Ministry of Higher Education and Scientific Research. University of Baghdad - College of Agriculture, Part 1.
8. Dhanoji, M. M. 2010. Effect of foliar spray of growth retardants on growth and yield of sorghum (*Sorghum bicolor*. Moench). International Journal of Forestry and Crop Improvement, 1(2), 89-90
9. Emam, Y., and Moaid, G. R. (2000). Effect of planting density and chlormequat chloride on morphological and physiological characteristics of winter barley cultivar (*Hordeum vulgare* L.).

10. Faisal, Muhammad Saeed and Alaa Hussein Ali. 2006. Influence of chloride lactobacate and soil moisture on growth and yield of two cultivars of wheat. *Al-Rafidain Science Journal* 17 (11): 169-184.
11. Hamdan, Mujahid Ismail. 2006. Guidance on the cultivation and production of sorghum. General Authority for Guidance And agricultural cooperation. sorghum Research Development Project, Guideline No. 19.
12. Hopkins, W. G. and N. P. Huner. 2004. Introduction to plant physiology. 3rd edition. John Wiley and Sons. Inc. USA.
12. Ibrahim, Muhammad Mazen. 1990. The effect of gibberelin and cycocel on vegetative and yield growth and components maize (zea mays L) MS.C Thesis - College of Science - Salah Al-Din University.
14. Jaddo K. A. A. L. AL-wan. 2015. Hormonal regulation of tillering in sorghum and its components. *The Iraqi J. of Argic Sci.* 46 (3). 300-311
15. Khrbeet, Hameed Khalaf and Ahmed Muhammad Jassem 2015. The effect of planting dates and cutting stages on the yield and quality of green fodder of Sorghum c.v. Bohooth.70. 1- Growth characteristics and green fodder yield, *Iraqi Journal of Agricultural Sciences.* 46 (4): 475-483.
16. Khrbeet, Hamid Khalaf, Hamid Saleh and Hussein Kazar. 2014. Spray boron, grain and its ingredients in white corn. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences.* 45 (5): 470-478.
17. Kumari, P., Pahuja, S. K., Arya, S., and Patil, J. V. 2016. Sorghum. In *Broadening the genetic base of grain cereals* (pp. 163-203). Springer, New Delhi.
18. Liang, G. H., C. C. Chu, N. S. Reddi, S. S. Lin, and A. D. Dayton. 1973. Leaf blade area of sorghum varieties and hybrid. *Agron. J.* 65: 456-459
19. Lupein, J. R. 1995. Sorghum and millets in human nutrition. FAO. Food and Nutrition series, No .27.
20. Othman, M.J. and M.W. Olsen. 2009. Growing grain sorghum in Arizona. The University of Arizona, College of Agriculture and Life Sciences., Arizona 85721.
21. Prakash, R, K. Ganesamurthy, A. Nimalakumari and P. Nagarajan. 2010. Correlation and path analysis in sorghum (*Sorghum bicolor* L. moench ). *Electronic journal of plant breeding* 1(3):315-318.
22. Ramburan, S., and Greenfield, P. L. (2007). The effects of chlormequat chloride and ethephon on agronomic and quality characteristics of South African irrigated wheat. *South African Journal of Plant and Soil*, 24(2), 106-113.
23. Rao MM, Govindasamy. R and chandrasekeran.S. 1987. Effect of humic acid on sorghum vulgare var. CSH- 9. *Current science.* 56(24): 1273-1276.
24. Salih, H. A., and Khrbeet, H. K. H. (2020). The influence of foliar application of whey and periods of cutting on some growth parameters and forage yield in sorghum (VAR. BOHOOTH 70). *Plant Archives*, 20(2), 1805-1811.
25. Spitzer, T., P. Misa, J. Bilovsky and J. Kazda. 2015. Management of Maize Stand Height using Growth Regulators. *Plant Protect. Sci.* 51. ( 4): 223–230.
26. Suresh, G., G. Guru and S. Lokanadan. 2018. Effect of Nutrient Levels and plant Growth Regulators on Growth Parameters of pearl Millt. *Int. J. Pure APP. Biosci.* 6(3): 271-277.
27. Tayeh, Ali Hamid. 2018. Spraying growth retardants mepiquat chloride and its effect on the yield of Sorghum bicolor. Master Thesis. College of Agricultural Engineering Sciences - University of Baghdad.

**Насир Фарадж Шачай<sup>1</sup>** (к.с.-х.н.), **Хамид Калаф Хрбит<sup>1</sup>** (к.с.-х.н.),  
**И. Р. Манукян<sup>2</sup>** (к.б.н.), **Е. В. Романова<sup>3</sup>** (к.с.-х.н.)

<sup>1</sup> Кафедра растениеводства, Багдадский университет, Ирак, Багдад,  
<sup>2</sup> Северо-Кавказский НИИ горного и предгорного сельского хозяйства –  
филиал ФЦ «Владикавказский научный центр РАН», <sup>3</sup> Российский университет дружбы народов  
*pleskachiov@yandex.ru*

## ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЦИКОЦЕЛА И СРОКОВ ОБРАБОТКИ НА РОСТОВЫЕ ПРИЗНАКИ, УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА И ЕЕ КОМПОНЕНТОВ У СОРГО (СОРТ ВОНООТН 70)

*Полевой опыт был проведен на экспериментальных полях Колледжа сельскохозяйственной инженерии Университета Багдада (Ирак) в осенний сезон 2018 года и весенний сезон 2019 года. Основная цель – выявить влияние концентрации цикосела (0, 300, 600, 900 мг/л) и трех этапов некорневой подкормки (4, 5 и 6 недель после всходов) на ростовые признаки, урожай зерна и его компоненты у Sorghum сорта Bohooth.70.*

*Схема эксперимента – split-plot (дробные делянки) в рандомизированной блочной схеме с тремя повторностями. В качестве основных участков использовались фазы некорневой подкормки, а в качестве дополнительных – концентрация цикоцела. Результаты показали, что опрыскивание цикоцелом в концентрации 900 мг/л привело к значительному снижению высоты растений на 15,7% и 12,2% по сравнению с контролем, что в свою очередь привело к снижению процента полегаия. Напротив, высокая концентрация цикоцела способствовала увеличению массы и количества зерен на головку и урожайности зерна на 7,037 и 6,804 т/га для осеннего и весеннего сезонов соответственно, растения, опрысканные через 4 недели после появления всходов, уменьшили высоту растений и процент полегаия, в то время как масса зерна, количество зерен и урожайность были значительно увеличены – на 6,943 и 6,90 т/га для осеннего и весеннего сезонов, соответственно. Была отмечена высокая положительная корреляция между урожайностью зерна и массой зерна в головке и количеством зерен в головке (+0,99 и +0,90) для осеннего сезона и (+0,99 и +0,87) для весеннего сезона, соответственно. Результаты показали значительную взаимосвязь между стадиями внесения и концентрацией цикоцела в показателях урожайности зерна. Более высокая урожайность 7,651 и 7,114 т/га была получена при опрыскивании растений сорго цикоцелом в концентрации 900 мг/л через 4 недели после всходов в осенний и весенний периоды, соответственно.*

**Ключевые слова:** сорго, задержка роста, масса зерна, биологическая урожайность.

## Биохимический состав плодов жимолости в условиях лесостепи Среднего Поволжья

УДК 634.74: 581.192

DOI: 10.32935/2221-7312-2024-59-1-32-36

М. И. Дулов (д.-с.-х.н.), М. И. Антипенко (к.-с.-х.н.), А. С. Заика

Научно-исследовательский институт садоводства и лекарственных растений  
«Жигулевские сады»,  
dulov-tehfak@mail.ru

*Жимолость — растение зимостойкое, устойчивое к заморозкам, позволяет получать самые первые ягоды весной, которые являются общеукрепляющим, восстанавливающим силы средством и рекомендуются при сердечно-сосудистых заболеваниях. В разных регионах выращивания происхождение сорта и характер погодных условий, складывающийся в период формирования плодов жимолости, в значительной мере влияют на вкусовые качества и их биохимический состав.*

*Цель исследований - провести оценку биохимического состава ягод различных сортов жимолости, получивших в условиях лесостепи Среднего Поволжья хорошую характеристику по биологическим и хозяйственно-ценным признакам, с целью выделения лучших генотипов для дальнейшего использования в селекции на улучшение химического состава плодов. Исследования проводили в 2021–2022 гг. на базе ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Оценка сортов по химическому составу проводили в соответствии с общепринятыми методиками. В результате исследования выявлено, что наиболее выровненные и крупные плоды жимолости формирует сорт Земляничная. Количество сухих веществ в сырой массе ягод изучаемых сортов жимолости по годам исследований варьировало от 12,28 до 18,98%, РСВ — от 10,54 до 17,60%, сахаров — от 5,69 до 9,51%, органических кислот — от 1,41 до 3,22%, аскорбиновой кислоты — от 31,4 до 120,3 мг%, антоцианов — от 315,8 до 565,5 мг%. Сорта Нимфа и Торнадо целесообразно использовать в дальнейшей селекции при создании новых сортов с содержанием в плодах более 16% сухих веществ, более 14% РСВ, более 7% сахаров и наиболее благоприятным сочетанием в ягодах сахаров и кислот. Наибольшее количество витамина С (75 мг% и более) формируют сорта Бирюза, Нимфа и Черничка, антоцианов (400 мг% и более) - сорта Бирюза, Торнадо и Черничка.*

**Ключевые слова:** жимолость, сорт, сухие вещества, сахара, сахарокислотный индекс, аскорбиновая кислота, антоцианы.

### Введение

Жимолость (*Lonicera caerulea* L.), из-за уникального сочетания хозяйственно-биологических свойств, раннего срока созревания (в среднем на 7–10 дней раньше земляники садовой), устойчивости к низким температурам, болезням и вредителям, является ценной ягодной культурой и занимает в России значительное место [1].

По данным Б. С. Ермакова [2], Л. Г. Демениной и др. [3] в плодах жимолости содержится сухих веществ до 10–19%, сахаров до 13%, пектиновых веществ до 1,1–1,6%, органических кислот — 1,1–3,0%, минеральных веществ от 0,4 до 0,9%. Содержание витаминов (мг%) в плодах составляет: С — 20–50 мг/100 г; Р-активных веществ — 400–1500 мг/100 г, а также содержатся в небольших количествах витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>. Плоды жимолости богаты макро- и микроэлементами: магния — 21 мг%, натрия — 35 мг%, калия — 70 мг%, фосфора — 35 мг%, кальция — 19 мг%, железа — 0,8 мг%. Плоды используются как общеукрепляющее и восстанавливающее силы средство, повышают аппетит, улучшают обмен веществ, рекомендуются при сердечно-сосудистых заболеваниях.

В разных регионах выращивания происхождение сорта и характер агрометеорологических условий, складывающийся в период формирования плодов жимолости, в значительной мере влияют на вкусовые качества и их биохимический состав [4, 5]. При созревании плодов жимолости в жаркую сухую погоду

в них накапливается большее количество сахаров, а если в период роста завязи прохладная с достаточным количеством осадков погода, то в плодах жимолости повышаются общая кислотность и количество аскорбиновой кислоты. Большое количество осадков, как и засушливые условия, в период созревания плодов существенно снижает накопление сухих веществ [6].

Цель исследований — провести оценку биохимического состава ягод различных сортов жимолости, получивших в условиях лесостепи Среднего Поволжья хорошую характеристику по биологическим и хозяйственно-ценным признакам, с целью выделения лучших генотипов для дальнейшего использования в селекции на улучшение химического состава плодов.

### Материал и методы исследования

Исследования проводили в 2021–2022 гг. на опытных участках ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Отбор средних проб, определение средней, максимальной массы и одномерности ягод жимолости проводили по методике, изложенной в Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (г. Орел, 1999) [7]. Объектом изучения служили плоды следующих сортов жимолости:

**Бирюза.** Сеянец от свободного опыления сорта Синяя птица. Получен в ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Среднего срока созревания. Плоды одномерные, удлиненно-обратнояйцевидные, иногда овальные, слабо



бугристые, слабо осыпаются при сборе. Окраска плода темно-синяя сплошная. Кожица тонкая, голая, с сильным восковым налетом. Мякоть темно-пурпурная, нежная, сочная, кисло-сладкого вкуса, с горчинкой и ароматом.

**Земляничная.** Гибридный сорт, выведенный при скрещивании двух садовых форм семейства Жимолостных. Получен в Южно-Уральском НИИ плодовоовощеводства и картофелеводства. Раннего срока созревания. Ягоды сизовато-лиловые, удлинённо-овальные с рыльцем. Вкус нежный, очень сладкий с земляничным послевкусием, без кислинки. Урожай длительное время не осыпается, что значительно облегчает сбор ягод.

**Нимфа.** Гамма-сеянец от свободного опыления сорта Ленинградский великан. Получен во Всероссийском институте генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова Среднераннего срока созревания. Ягоды удлиненно-веретеновидные, с бугристой поверхностью, голубовато-синего цвета, с кожицей средней толщины, сладкого вкуса, с ароматом [8].

**Торнадо.** Сеянец от свободного опыления сорта Синяя птица. Получен в ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Среднераннего срока созревания. Ягоды овальной формы, синей окраски, с толстой кожицей, кисло-сладкого вкуса, без аромата. Плодоножка средняя, зеленая, тонкая. Осыпаемость ягод слабая. Зимостойкость, жаростойкость и засухоустойчивость высокие [9].

**Черничка.** Сеянец от свободного опыления сорта Смолинская. Получен в Южно-Уральском НИИ плодовоовощеводства и картофелеводства. Среднего срока созревания. Ягоды вытянутой, немного приплюснутой формы достигают 2 см в длину. Покрываются тонкой синей кожицей со слоем воскового налета. Мякоть кисло-сладкая, с нежным ароматом и черничным привкусом.

Определение влажности (сумма сухих веществ) проводили по ГОСТ 28561-90, содержание растворимых сухих веществ (РСВ) — по ГОСТ ISO 2173-2013, общей (титруемой) кислотности — по ГОСТ ISO 750-2013, аскорбиновой кислоты (витамин С) — по ГОСТ 24556-89. Количество антоциановых пигментов определяли спектрофотометрическим методом на фотометре Lasa Agro 2800 (DR-2800). Содержание суммы антоцианов рассчитывали по формуле с применением удельного показателя поглощения цианидин-3,5-дигликозида в 1%-ном водном растворе соляной кислоты (453). Поглощение данных пигментов определяли на спектрофотометре при длине волны 510 нм. Для внесения поправки на содержание зеленых пигментов определяли оптическую плотность полученных пигментов при длине волны 657 нм.

Определение основных показателей качества ягод жимолости проводили в сырой массе, а также при перерасчете на абсолютно сухое вещество.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследований по определению величины и одномерности ягод изучаемых сортов жимолости пока-

зали, что средняя масса плодов у сорта Черничка равнялась 0,57 г, сорта Бирюза — 0,36 г, сорта Торнадо — 0,39 г, сорта Нимфа — 0,9 г и у сорта Земляничная — 0,81 г. Сорта жимолости Нимфа и Земляничная по средней массе ягод характеризовались средней крупноплодностью, у сорта Черничка плоды были мелкие, а у сортов Бирюза и Торнадо очень мелкие. Наиболее выровненные плоды отмечены у сорта Земляничная, но с ниже средней одномерностью ягод при вариабельности в 19,8%. Другие сорта жимолости характеризовались низкой одномерностью средней массы ягод ( $V > 20\%$ ). Наиболее низкой одномерностью средней массы ягод отличались сорта Черничка ( $V = 24,6\%$ ) и Бирюза ( $V = 25\%$ ).

Максимальная масса одной ягоды жимолости, определяемая как средняя величина наибольших их значений у 10% анализируемой выборки плодов, у сорта Черничка составляла 0,83 г, сорта Бирюза — 0,55 г, сорта Торнадо — 0,55 г, сорта Нимфа — 1,25 г и у сорта Земляничная — 1,09 г. Наиболее выравненные и одномерные самые крупные плоды жимолости отмечены у сортов Нимфа ( $V = 4,00\%$ ) и Земляничная ( $V = 5,50\%$ ) с интервалом вариации их максимальной массы соответственно в пределах 1,18–1,34 и 1,04–1,23 г.

В погодных условиях 2021 года (май — сумма осадков 17 мм, среднесуточная температура воздуха 20,1°C, сумма эффективных температур 467,8°C) сумма сухих веществ в плодах жимолости варьировала от 12,28% у сорта Земляничная до 16,8% у сорта Нимфа, а в условиях 2022 г. (май — сумма осадков 82 мм, среднесуточная температура воздуха 7,9°C, сумма эффективных температур 89,3°C) — от 15,69% (сорт Земляничная) до 18,98% (сорт Торнадо). Наибольшее количество сухих веществ, превышающее средние значения по культуре, в 2021 г. отмечено в плодах сорта Бирюза и Нимфа, а в 2022 г. — в плодах сортов Бирюза, Торнадо и Черничка (табл. 1). В среднем за два года исследований в плодах сортов Бирюза, Нимфа, Торнадо, Черничка содержание сухих веществ превышало 16%.

При приготовлении компота из жимолости содержание растворимых сухих веществ (РСВ) в ягодах должно быть не менее 12,0% [10]. Данным требованиям по содержанию растворимых сухих веществ в плодах в 2021 г. соответствовали сорта Бирюза (13,31%), Нимфа (14,52%), Торнадо (12,29%) и Черничка (12,24%). В условиях 2022 г. более 12% растворимых сухих веществ отмечалось в плодах сортов Земляничная, Нимфа, Торнадо и Черничка. В среднем за два года сорта Нимфа и Торнадо накапливали в ягодах растворимых сухих веществ более 14%, что позволяет рекомендовать их, особенно сорт Нимфа, для селекции жимолости в качестве источника такого ценного признака, как содержание в плодах растворимых сухих веществ.

По содержанию общего количества сахаров в 100 г сырых ягод жимолости урожая 2021 г. наблюдалось варьирование от 5,69% (сорт Земляничная) до 7,84% (сорт Нимфа), в условиях 2022 г. — от 6,47% (сорт Бирюза) до



Табл. 1. Химический состав сырой массы ягод сортов жимолости в условиях лесостепи Среднего Поволжья

Сорт	В 100 г сырой массы плодов									
	сумма сухих веществ, %		РСВ, %		сумма сахаров, %		титруемая кислотность, %		СКИ	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Бирюза	16,78	17,64	13,31	11,98	7,19	6,47	2,10	2,41	3,42	2,68
Земляничная	12,28	15,69	10,54	12,81	5,69	6,92	1,70	2,42	3,35	2,86
Нимфа	16,80	15,91	14,52	14,06	7,84	7,58	1,41	3,22	5,56	2,35
Торнадо	13,99	18,98	12,29	17,60	6,64	9,51	2,16	1,94	3,07	4,90
Черничка	14,67	17,66	12,24	14,51	6,61	7,83	2,06	2,65	3,21	2,95
$M_{cp} \pm \sigma$	14,90±1,93	17,18±1,37	12,58±1,47	14,19±2,15	6,79±0,79	7,66±1,16	1,89±0,32	2,53±0,47	3,72±1,04	3,15±1,01
V, %	12,95	7,97	11,69	15,15	11,63	15,14	16,93	18,58	27,96	32,06

9,51% (сорт Торнадо) с коэффициентом вариации по изучаемым сортам соответственно 11,63 и 15,14%. В сухом веществе ягод жимолости на долю сахаров в 2021 г. по изучаемым сортам приходилось 42,85–47,46%, в условиях 2022 г. — 39,77–48,78%. Более 7% всех сахаров в 100 г сырых ягод жимолости, а в сухом веществе выше средних значений (более 45%), в среднем за годы исследований выявлено в плодах сортов Черничка, Нимфа и Торнадо. Наибольшее количество сахаров в сырой массе и сухом веществе отмечено в плодах сортов Торнадо и Нимфа.

Одним из наиболее важных компонентов в составе ягод жимолости являются органические кислоты, содержание которых зависит от сорта и степени зрелости. В ягодах жимолости содержатся яблочная, лимонная, фенолоксилокси, количество которых может изменяться в пределах 0,6–2,3% [11]. В наших опытах титруемая кислотность (количество свободных органических кислот и их солей) испытуемых сортообразцов жимолости в пересчете на преобладающую лимонную кислоту ( $\kappa=0,0064$ ) в 2021 г. составляла в среднем  $1,89 \pm 0,32\%$ , в 2022 г. —  $2,53 \pm 0,47\%$ . На уровне средних значений кислотности плодов жимолости (2%) или меньшее количество органических кислот, что значительно улучшает вкусовые качества ягод данной культуры, в 2021 г. отмечено в плодах сортов Земляничная и Нимфа, а в условиях 2022 г. у сорта Торнадо.

При органолептической оценке характера вкуса ягод жимолости важную роль играет интегральный показатель соотношения сахаров и органических соединений, который наилучшим образом отражает вкусовые качества ягод. Хорошие вкусовые качества плодов жимолости, как правило, отмечаются у сортов с сахарокислотным индексом (СКИ) более 3 [12]. В агрометеорологических условиях 2021 г. соотношение сахаров к количеству кислот в плодах изучаемых сортов жимолости составляло в среднем 3,72 о.е. с коэффициентом вариации от среднего значения на уровне 27,96%, в условиях 2022 г. — 3,15 о.е. с коэффициентом вариации 31,75%. В среднем за два года наиболее благоприятное сочетание сахаров и кислот отмечено у сортов Нимфа (3,96 о.е.) и Торнадо (3,98 о.е.).

Плоды основной массы сортов жимолости не содержат много аскорбиновой кислоты, но перед се-

лекционерными и биохимиками стоит задача – создать сорта с повышенным содержанием витамина С. В плодах жимолости изучаемых сортов ее среднее содержание в сырой массе в 2021 г. составило 46,4 мг% при достаточно высокой вариации ( $V=51,75\%$ ) с максимумом в 100 г сырой массы 89,1 мг у сорта Черничка (табл. 2), а в 2022 г. — 93,4 мг ( $V=27,38\%$ ) с наибольшим количеством в плодах сортов Бирюза (120,3 мг%) и Нимфа (118,9 мг%), что с большей вероятностью связано с меньшей среднесуточной температурой воздуха в мае и достаточным увлажнением по сравнению с 2021 г.

В сухом веществе ягод жимолости в условиях 2021 г., при среднем содержании аскорбиновой кислоты 317,1 мг% ( $V=53,2\%$ ), наибольшее ее количество выявлено у сорта Черничка (607,4 мг%), а в 2022 г. в плодах сортов Бирюза (682 мг%) и Нимфа (747,3 мг%) при среднем количестве витамина С по культуре на уровне 551,1 мг% ( $V=31,26\%$ ). В среднем за два года максимальное содержание витамина С в свежих ягодах жимолости (75 мг% и более) отмечено у сортов Бирюза, Нимфа и Черничка, а в сухом веществе (450 мг% и более) у сортов Нимфа и Черничка.

Для регулирования окислительно-восстановительных процессов организма человека особенно важно совместное действие аскорбиновой кислоты с растительными полифенолами (флавоноидами), которые предохраняют витамин С от окисления. К классу полифенольных соединений, синтезирующихся только в растениях, относятся антоцианы. Содержание антоцианов в плодах некоторых сортов жимолости достигает 400–450 мг% [13], благодаря чему данную культуру можно отнести к богатым источникам этих соединений и перспективным материалам для выделения антоциановых пигментов. В экстрактах жимолости обнаруживается один основной компонент — цианидин-3-глюкозид, доля которого в сумме антоцианов превышает 85% [14].

В наших опытах содержание суммы антоцианов в пересчете на цианидин-3-глюкозид в плодах изучаемых сортов жимолости в 2021 году равнялось в среднем  $386,6 \pm 87,8$  мг% при коэффициенте вариации ( $V$ ) равным 22,72%, в 2022 г. –  $476,6 \pm 95,1$  мг% ( $V=19,94\%$ ). В плодах жимолости сортов Бирюза, Торнадо и Черничка количество антоцианов в среднем за годы ис-

**Табл. 2. Содержание биологически активных веществ в ягодах сортов жимолости в условиях лесостепи Среднего Поволжья**

Сорт	Полифенольные вещества (антоцианы), мг%				Аскорбиновая кислота (витамин С), мг%			
	сырая масса		сухое вещество		сырая масса		сухое вещество	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Бирюза	535,6	565,5	3191,9	3205,8	31,4	120,3	187,1	682,0
Земляничная	315,8	349,1	2571,7	2225,0	37,6	90,4	306,2	576,2
Нимфа	337,2	410,8	2007,1	2582,0	36,3	118,9	216,1	747,3
Торнало	352,4	562,0	2518,9	2961,0	37,6	68,3	268,8	359,8
Черничка	391,9	495,7	2671,4	2806,9	89,1	68,9	607,4	390,1
$M_{cp} \pm \sigma$	386,6±87,8	476,6±95,1	2592,2±422,5	2756,1±373,9	46,4±24,0	93,4±25,6	317,1±168,7	551,1±172,3
V, %	22,72	19,94	16,30	13,57	51,75	27,38	53,20	31,26

следований превышало 400 мг на 100 г сырых ягод, что позволяет поставить данную культуру в один ряд с такими традиционными источниками антоцианов, как черника (332–807 мг%) и арония (447–1480 мг%).

В сухом веществе плодов жимолости изучаемых сортов сумма антоциановых веществ в условиях 2021 г. варьировала от 2007,1 мг% у сорта Нимфа до 3191,9 мг% у сорта Бирюза, в 2022 г. — от 2225 мг% у сорта Земляничная до 3205,8 мг% у сорта Бирюза. В среднем за два года более 3000 мг в 100 г сухого вещества (более 3%) количество антоциановых веществ выявлено у сорта Бирюза, который и следует использовать в дальнейшем в качестве источника высокого содержания в ягодах антоциановых веществ при создании новых генотипов жимолости, адаптированных к условиям лесостепи Среднего Поволжья.

### Выводы

В условиях лесостепи Среднего Поволжья наиболее выровненные и крупные плоды жимолости формирует сорт Земляничная. В селекции на высокое содержание в плодах жимолости сухих веществ (16% и более), растворимых сухих веществ (14% и более), сахаров (7% и более) и наиболее благоприятное сочетание в ягодах сахаров и кислот (СКИ=3 о.е. и более) целесообразно использовать сорта Нимфа и Торнало. Наибольшее количество витамина С в свежих ягодах жимолости (75 мг% и более) формируют сорта Бирюза, Нимфа и Черничка, в сухом веществе (450 мг% и более) — сорта Нимфа и Черничка. Максимальное количество антоцианов в пересчете на цианидин-3-глюкозид в сырой массе плодов (400 мг% и более) синтезируют сорта Бирюза, Торнало и Черничка, а в сухом веществе ягод (3000 мг% и более) сорт Бирюза.

### Литература

- Белосохов, Ф.Г. Хозяйственно-биологическая оценка сортообразцов жимолости в Тамбовской области: специальность 06.01.05 «Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Белосохов Федор Григорьевич. – Мичуринск, 1993. – 23 с.
- Ермаков, Б.С. Витаминные растения в любительском садоводстве/ Б.С. Ермаков. - М.: Знание, 1992. – 64 с.
- Деменина, А.Г. Лучшие сорта плодовых, ягодных культур и винограда селекции государственного бюджетного учреждения Самарской области «Научно-исследовательский институт садоводства и лекарственных растений «Жигулевские сады»/ А.Г. Деменина и др. – Самара: ООО «Издательство Ас Гард». – 2013. – 148 с.
- Крысова, А.Я. Изменчивость биохимического состава плодов жимолости в условиях лесостепной зоны Алтайского края /А.Я. Крысова, Н.К. Шелковская, Л.А. Хохрякова, И.Д. Бородулина // Известия Алтайского государственного университета. – 2012. – № 3-2(75). – С. 39-41.
- Языкова, В.В. Производственно-биологическая характеристика сортов жимолости селекции Мичуринского ГАУ в условиях Белгородской области /В.В. Языкова, Ф.Г. Белосохов, И.Б. Кирина// Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1(72). – С. 31-34.
- Куденков, М.И. Жимолость съедобная / М.И. Куденков и др. // Садоводство и виноградарство. – 2006. – № 2. – С. 20-22.
- Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (Под общей редакцией академика РАСХН Е.Н. Седова и доктора сельскохозяйственных наук Т.П. Огольцовой). – Орел, 1999. – 608 с.
- Минин, А.Н. Плодовые и ягодные культуры для Среднего Поволжья/ А. Н. Минин, Д. В. Редин, О. А. Белоусова. – Самара: Издательство ИЭВБ РАН – филиал СамНЦ РАН, 2022. – 293 с.
- Минин, А.Н. Садоводство в Среднем Поволжье/ А.Н. Минин, А.А. Кузнецов, М.И. Антипенко и др. – Самара: ООО «Слово», 2021. – 635 с.
- Макаров, В.Н. Создание новых продуктов питания функционального назначения на основе сортов жимолости с повышенными показателями биологической ценности и технологических свойств/ В.Н. Макаров, Л.Н. Влазнева, М.Ю. Акимов, А.М. Миронов // Состояние и перспективы развития культуры жимолости в современных условиях : материалы международной научно-методической конференции. – Мичуринск-наукоград РФ: ФГБНУ «ВНИИС им. И.В. Мичурина», 2009. – С. 184-190.
- Рубашанова, Е.А. Динамика основных пищевых веществ культивируемой замороженной жимолости при хранении / Е.А. Рубашанова, В.И. Бакайтис // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2017. – № 1(15). – С. 23-28.
- Уфимцева, Л.В. Влияние метеорологических условий на биохимический состав и вкус плодов жимолости / Л.В. Уфимцева, Н.В. Глаз // Плодоводство и ягодоводство России. – 2018. – Т. 55. – С. 150-159.

13. Чулков, А.Н. Плоды жимолости синеплодной как источник антоцианов /А.Н. Чулков, Д.А. Гостищев, Л.А. Дейнека, В.И. Дейнека, Д.И. Писарев, В.Н. Сорокопудов, С.А. Сазонов // Химия растительного сырья, 2011. - № 4. – С. 173-176.
14. Полина, С.А. Состав антоцианов плодов рябины черноплодной, ирги овалнолистной и жимолости голубой Сибирского региона по данным ВЭЖХ С.А. Полина, А.А. Ефремов // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Химия. – 2015. – Т. 8, № 1. – С. 143-154.

#### References

1. Belosoxov, F.G. Zoxyajstvenno-biologicheskaya ocenka sortoobrazczov zhimolosti v Tambovskoj oblasti: special'nost' 06.01.05 «Selekcija i semenovodstvo sel'skoxozyajstvenny'x rastenij» : avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skoxozyajstvenny'x nauk / Belosoxov Fedor Grigor'evich. – Michurinsk, 1993. – 23 s.
2. Ermakov, B.S. Vitaminny'e rasteniya v lyubitel'skom sadovodstve/ B.S. Ermakov. - M.: Znanie, 1992. – 64 s.
3. Demenina, L.G. Luchshie sorta plodovy'x, yagodny'x kul'tur i vinograda selekcii gosudarstvennogo byudzhethnogo uchrezhdeniya Samarskoj oblasti «Nauchno-issledovatel'skij institut sadovodstva i lekarstvenny'x rastenij «Zhigulevskie sady'»/ L.G. Demenina i dr. – Samara: ООО «Izdatel'stvo As Gard». – 2013. – 148 s.
4. Kry'sova, A.Ya. Izmenchivost' bioximicheskogo sostava plodov zhimolosti v usloviyax lesostepnoj zony' Altajskogo kraja /A.Ya. Kry'sova, N.K. Shelkovskaya, L.A. Xoxryakova, I.D. Borodulina // Izvestiya Altajskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2012. – № 3-2(75). – S. 39-41.
5. Yazy'kova, V.V. Proizvodstvenno-biologicheskaya karakteristika sortov zhimolosti selekcii Michurinskogo GAU v usloviyax Belgorodskoj oblasti /V.V. Yazy'kova, F.G. Belosoxov, I.B. Kirina// Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – № 1(72). – S. 31-34.
6. Kudenkov, M.I. Zhimolost' s'edobnaya / M.I. Kudenkov i dr. // Sadovodstvo i vinogradarstvo. – 2006. – № 2. – S. 20-22.
7. Programma i metodika sortoizucheniya plodovy'x, yagodny'x i orexoplodny'x kul'tur (Pod obshej redakciej akademika RASXN E.N. Sedova i doktora sel'skoxozyajstvenny'x nauk T.P. Ogo'l'czovoj). – Orel, 1999. – 608 s.
8. Minin, A.N. Plodovy'e i yagodny'e kul'tury dlya Srednego Povolzh'ya/ A. N. Minin, D. V. Redin, O. A. Belousova. – Samara: Izdatel'stvo IE'VB RAN – filial SamNCz RAN, 2022. – 293 s.
9. Minin, A.N. Sadovodstvo v Srednem Povolzh'e/ A.N. Minin, A.A. Kuznecov, M.I. Antipenko i dr. – Samara: ООО «Slovo», 2021. – 635 s.
10. Makarov, V.N. Sozdanie novy'x produktov pitaniya funkcional'nogo naznacheniya na osnove sortov zhimolosti s povy'shenny'mi pokazatelyami biologicheskoy cennosti i tehnologicheskix svojstv/ V.N. Makarov, L.N. Vlazneva, M.Yu. Akimov, A.M. Mironov // Sostoyanie i perspektivy razvitiya kul'tury zhimolosti v sovremenny'x usloviyax : materialy mezhdunarodnoj nauchnotoicheskoy konferencii. – Michurinsk-naukograd RF: FGBNU «VNIIS im. I.V. Michurina», 2009. – S. 184-190.
11. Rubashanova, E.A. Dinamika osnovny'x pishhevy'x veshhestv kul'tiviruemoj zamorozhennoj zhimolosti pri xranenii / E.A. Rubashanova, V.I. Bakajtis // Texnologii pishhevoj i pererabatyvayushhej promy'shlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya. – 2017. – № 1(15). – S. 23-28.
12. Ufimceva, L.V. Vliyaniye meteorologicheskix uslovij na bioximicheskij sostav i vkus plodov zhimolosti / L.V. Ufimceva, N.V. Glaz // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – 2018. – Т. 55. – S. 150-159.
13. Chulkov, A.N. Plody zhimolosti sineplodnoj kak istochnik antocianov /A.N. Chulkov, D.A. Gostishhev, L.A. Dejneka, V.I. Dejneka, D.I. Pisarev, V.N. Sorokopudov, S.A. Sazonov // Ximiya rastitel'nogo syr'ya, 2011. - № 4. – S. 173-176.
14. Polina, S.A. Sostav antocianov plodov ryabiny chernoplodnoj, irgi oval'no listnoj i zhimolosti goluboj Sibirskogo regiona po dannym VE'ZhX S.A. Polina, A.A. Efremov // Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Seriya: Ximiya. – 2015. – Т. 8, № 1. – S. 143-154.

#### M. I. Dulov, M. I. Antipenko, A. S. Zaika

Scientific Research Institute of Horticulture and Medicinal Plants «Zhiguli gardens», [dulov-tehfak@mail.ru](mailto:dulov-tehfak@mail.ru)

#### BIOCHEMICAL COMPOSITION OF HONEYSUCKLE FRUITS IN THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

*Honeysuckle is a hardy, frost-resistant plant that allows you to get the very first berries in spring, which are a restorative, restorative remedy and are recommended for cardiovascular diseases. In different growing regions, the origin of the variety and the nature of weather conditions that develop during the formation of honeysuckle fruits significantly affect the taste qualities and their biochemical composition. The purpose of the research is to evaluate the biochemical composition of berries of various varieties of honeysuckle, which have received a good characteristic in terms of biological and economically valuable characteristics in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region, in order to identify the best genotypes for further use in breeding to improve the chemical composition of fruits. The research was carried out in 2021–2022 on the basis of the GBU Scientific Research Institute «Zhiguli Gardens». The chemical composition of the varieties was evaluated in accordance with generally accepted methods. As a result of the study, it was revealed that the most aligned and large fruits of honeysuckle are formed by the Strawberry variety. The amount of solids in the raw mass of the berries of the studied honeysuckle varieties ranged from 12,28 to 18,98% over the years of research, RSV – from 10,54 to 17,6%, sugars – from 5,69 to 9,51%, organic acids – from 1,41 to 3,22%, ascorbic acid – from 31,4 to 120,3 mg%, anthocyanins – from 315,8 to 565,5 mg%. It is advisable to use the Nymph and Tornado varieties in further breeding when creating new varieties with a fruit content of more than 16% solids, more than 14% RH, more than 7% sugars and the most favorable combination of sugars and acids in berries. The largest amount of vitamin C (75 mg% or more) is formed by varieties Turquoise, Nymph and Blueberry, anthocyanins (400 mg% or more) – varieties Turquoise, Tornado and Blueberry.*

**Ключевые слова:** honeysuckle, variety, dry substances, sugars, sugar acid index, ascorbic acid, anthocyanins.

## Биохимический состав ягод сортов малины обыкновенной в условиях Среднего Поволжья

УДК 634.711: 581.192

DOI: 10.32935/2221-7312-2024-59-1-37-42

М. И. Дулов (д.-с.-х.н.), М.И. Антипенко (к.-с.-х.н.)

Научно-исследовательский институт садоводства и лекарственных растений  
«Жигулевские сады»,  
dulov-tehfak@mail.ru

*Ягоды малины обладают уникальными питательными и лечебными свойствами, выделяются высоким содержанием природных антиоксидантов. Особенности сорта и погодные условия по периодам роста и развития растений малины во многом определяют биохимический состав плодов, их пищевую ценность и вкусовые достоинства. Цель исследований — провести оценку биохимического состава ягод различных сортов малины, получивших в условиях лесостепи Среднего Поволжья хорошую характеристику по биологическим и хозяйственно-ценным признакам, с целью выделения лучших генотипов для дальнейшего использования в селекции на улучшение химического состава плодов. Исследования проводили в 2022–2023 гг. на базе ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Оценка сортов по химическому составу проводили в соответствии с общепринятыми методиками. В результате исследования выявлено, что в сырой массе ягод изучаемых сортов малины обыкновенной по годам исследований количество сухих веществ варьировало от 13,78 до 19,10%, растворимых сухих веществ — от 9,04 до 12,88%, сахаров — от 5,24 до 7,47%, органических кислот — от 1,22 до 2,05%, аскорбиновой кислоты — от 19,16 до 51,74 мг%, антоцианов — от 40,55 до 84,26 мг% при сочетании сахаров и кислот на уровне 2,95–4,87 о.е. При создании новых генотипов малины улучшенного биохимического состава плодов в условиях лесостепи Среднего Поволжья на максимальное количество в ягодах растворимых сухих веществ (11% и более) и сахаров (7% и более) в качестве источника ценных хозяйственных признаков целесообразно использовать сорт Любетовская; на оптимальное количество свободных органических кислот и их солей (1,2–1,5%) — сорта Гусар и Любетовская; на наибольшее содержание аскорбиновой кислоты (30 мг% и более) — сорта Ранний сюрприз, Самарская плотная, Колокольчик, Бальзам.*

**Ключевые слова:** малина обыкновенная, сорт, сухие вещества, сахара, сахарокислотный индекс, аскорбиновая кислота, антоцианы.

### Введение

Малина является одной из наиболее ценных ягодных культур, плоды которой обладают уникальными питательными и лечебными свойствами. Ягоды малины свежей в зависимости от сорта, погодных условий выращивания, степени зрелости, времени сбора урожая, срока и условий хранения в среднем содержат 12,2–18,4% сухих веществ, 9,3–14,7% углеводов, 5,1–7,4% клетчатки, 0,68–2,40% пектиновых веществ, 0,42–0,6% минеральных веществ, 1,25–1,7% органических кислот. Углеводы в ягодах малины в основном представлены моно- и дисахаридами, их количество изменяется от 5,3 до 8,1%. На долю глюкозы приходится 1,84–3,2%, фруктозы 2,1–3,85%, сахарозы 0,80–1,86% [1]. В ягодах малины до 50 мг% витамина С и 100–250 мг% антоцианов [2], много тиамин (0,02 мг%) и рибофлавина (0,034 мг%) [3].

Наибольшее количество сахаров в ягодах малины накапливается в годы с меньшим количеством осадков за вегетационный период и большей суммой активных температур [4]. В условиях юга России сахаров и антоцианов в плодах малины формируется значительно больше, кислотность их ниже, чем в Центрально-Черноземном регионе страны [5, 6].

Цель исследований — провести оценку биохимического состава ягод различных сортов малины,

получивших в условиях лесостепи Среднего Поволжья хорошую характеристику по биологическим и хозяйственно-ценным признакам, с целью выделения лучших генотипов для дальнейшего использования в селекции на улучшение химического состава плодов.

### Материал и методы исследования

Исследования проводили в 2022–2023 гг. на опытных участках ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Объектом изучения служили плоды следующих сортов малины:

**Ранний сюрприз.** Сеянец от скрещивания сортов Колхозница и Новость Кузьмина. Получен в ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Зимостойкий, раннего срока созревания. Куст среднерослый, среднераскидистый. Плод массой 2,5–3,5 г удлинённо-тупоконической формы, темно-малиновый, матовый. Вкус приятный, кисло-сладкий, с ароматом.

**Самарская плотная.** Сеянец от скрещивания сортов Новость Кузьмина и Калининградская. Получен в ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Относительно зимостойкий, среднего срока созревания. Куст среднерослый, среднераскидистый. Плод массой 3,0–3,5 г, плотный, тупоконической формы, малиновый, матовый. Вкус приятный, кисло-сладкий, со слабым ароматом [7].

**Любетовская.** Сеянец от скрещивания сортов Ньюбург и Болгарский рубин. Получен в ФНЦ «ВИК



им. В.Р. Вильямса». Морозоустойчивый, среднего срока созревания. Куст средней силы роста, прямостоячий. Ягоды красные, крупные, удлиненно-конические, мякоть плотная, сочная, кисло-сладкого освежающего вкуса с ароматом, средней массой 2,2 г.

**Колокольчик.** Сеянец сорта Карнавал от свободного опыления. Получен в Федеральном Алтайском научном центре агробиотехнологий. Зимостойкий, среднего срока созревания. Куст высокий, средне-мощный, слабораскидистый. Плод массой 3,2–4,5 г, продолговато-конической формы, светло-красный, среднеплотный. Вкус ягод сладко-кислый, с ароматом.

**Гусар.** Сеянец от опыления сорта Кенби пыльцой российских сортов малины, обладающих высокими характеристиками продуктивности и жизнестойкости. Получен в ФНИЦ садоводства. Зимостойкость выше среднего. Раннего срока созревания. Куст высокий, мощный, раскидистый. Ягоды средней массой 3,2 г, тупоконической формы, красные, кисло-сладкого вкуса, с ароматом.

**Бальзам.** Сеянец от скрещивания сортов Ньюбург и Рубин болгарский. Получен в ФНИЦ садоводства. Зимостойкость высокая, среднего срока созревания. Куст прямостоячий, раскидистый, средней высоты. Ягоды массой 2,5–2,8 г, одномерные, ширококонические, плотные, темно-пурпуровые, хорошо отделяются от плодоложа, относительно дружно созревают, средние по вкусовым качествам.

Определение влажности (сумма сухих веществ) проводили по ГОСТ 28561-90, содержание растворимых сухих веществ (РСВ) — по ГОСТ ISO 2173-2013, общей (титруемой) кислотности — по ГОСТ ISO 750-2013, аскорбиновой кислоты (витамин С) — по ГОСТ 24556-89. Количество антоциановых пигментов определяли спектрофотометрическим методом на фотометре Lasa Agro 2800 (DR-2800). Содержание суммы антоцианов рассчитывали по формуле с применением удельного показателя поглощения цианидин-3,5-дигликозида в 1,0% водном растворе соляной кислоты (453). Поглощение данных пигментов определяли

на спектрофотометре при длине волны 510 нм. Для внесения поправки на содержание зеленых пигментов определяли оптическую плотность полученных пигментов при длине волны 657 нм.

Определение основных показателей качества ягод малины проводили в сырой массе, а также при перерасчете на абсолютно сухое вещество.

### Результаты исследования и их обсуждение

В погодных условиях 2022 года (май — сумма осадков 82 мм, сумма эффективных температур 89,3°C; июнь — сумма осадков 51 мм, эффективных температур 406,1°C; за три недели до сбора урожая ягод — осадков 5–7 мм, эффективных температур 341,8–343,5°C) сумма сухих веществ в плодах малины обыкновенной варьировала от 13,78% у сорта Колокольчик до 18,71% у сорта Любетовская, а в условиях 2023 г. (май — сумма осадков 10 мм, сумма эффективных температур 384,9°C; июнь — сумма осадков 42 мм, эффективных температур 374,2°C; за три недели до сбора урожая ягод — осадков 26 мм, эффективных температур 267,5°C) — от 15,11% (сорт Гусар) до 19,1% (сорт Любетовская). В ягодах сорта Ранний сюрприз, принятого в качестве контроля, общее количество сухих веществ равнялось по годам 15,73–16,44%, что на 0,29–0,53% ниже средних значений по культуре (табл. 1). На уровне контроля и выше количество сухих веществ в среднем за два года исследований выявлено в ягодах сортов Бальзам (16,67%), Любетовская (18,91%) и Самарская плотная (17,09%).

Содержание растворимых сухих веществ (РСВ) — наследственно обусловленный признак, но при этом подвержен влиянию метеорологических условий. Повышенная температура и умеренные осадки в период роста и созревания ягод способствуют большему их накоплению. В результате проведенных исследований выявлено, что в условиях 2022 г. с количеством осадков в мае-июне 133 мм при среднесуточной температуре воздуха 7,9°C в мае и 18,5°C в июне месяце содержание

Табл. 1. Химический состав сырой массы ягод сортов малины обыкновенной в условиях лесостепи Среднего Поволжья

Сорт	В 100 г сырой массы плодов									
	сумма сухих веществ, %		РСВ, %		сумма сахаров, %		титруемая кислотность, %		СКИ	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Ранний сюрприз	15,73	16,44	9,04	11,35	5,24	6,58	1,68	1,51	3,12	4,36
Самарская плотная	16,25	17,94	10,78	9,71	6,25	5,63	1,30	1,74	4,81	3,24
Любетовская	18,71	19,10	11,26	12,88	6,53	7,47	1,34	1,63	4,87	4,58
Колокольчик	13,78	16,21	9,46	10,16	5,49	5,89	1,86	1,92	2,95	3,07
Гусар	15,30	15,11	9,78	9,95	5,67	5,77	1,22	1,76	4,65	3,28
Бальзам	16,33	17,01	10,33	10,49	5,99	6,08	1,77	2,05	3,38	2,96
$M_{cp} \pm \sigma$	16,02	16,97	10,11	10,76	5,86	6,24	1,53	1,77	3,96	3,58
	$\pm 1,61$	$\pm 1,40$	$\pm 0,84$	$\pm 1,19$	$\pm 0,48$	$\pm 0,69$	$\pm 0,27$	$\pm 0,19$	$\pm 0,90$	$\pm 0,70$
V, %	10,05	8,25	8,31	11,86	8,19	11,06	17,65	10,73	22,72	19,55



в плодах РСВ по изучаемым сортам малины составляло в среднем 10,11%, а в условиях 2023 г. (сумма осадков в мае-июне 53,0 мм, среднесуточная температура воздуха соответственно 17,4 и 17,5°C) – на уровне 10,76%. Превышение средних значений содержания в ягодах РСВ, как правило, отмечено у сорта Любетовская, что позволяет рекомендовать его для селекции в качестве источника такого ценного признака, как содержание в ягодах растворимых сухих веществ.

По содержанию общего количества сахаров в 100 г сырых ягод малины в 2022 году отмечалось варьирование от 5,24% (сорт Ранний сюрприз) до 6,53% (сорт Любетовская), в 2023 году — 5,63% (сорт Самарская плотная) до 7,47% (сорт Любетовская), а в сухом веществе на их долю приходилось соответственно 33,11–39,84 и 31,38–40,02% (табл. 2).

Технологические требования к сортам малины, предназначенным для переработки, включают содержание сахаров не менее 7% [8]. В условиях вегетации 2022 г. накопление более 7% всех сахаров в 100 г сырых ягод малины в плодах изучаемых сортов не отмечалось. Но, тем не менее, наибольшее количество всех сахаров в сырой массе наблюдалось в плодах сортов Любетовская (6,53%) и Самарская плотная (6,25%). В условиях вегетации 2023 г. накопление более 7,0% всех сахаров в 100 г сырых ягод малины отмечалось только в плодах сорта Любетовская (7,47%). Более 6% количество всех сахаров в сырой массе наблюдалось в плодах сортов Ранний сюрприз (6,58%) и Бальзам (6,08%). В среднем за два года сорт Любетовская накапливал в ягодах 7% сахаров и по данному параметру соответствовал технологическим требованиям.

Органические кислоты определяют вкус и питательную ценность ягод малины, влияют на их технологические качества. В организме человека являются сильными возбудителями секреции поджелудочной железы, способствуют нормальному течению обменных процессов и пищеварения, обладают радиозащитным действием. Уровень кислотности ягод малины в зависимости от региона возделывания может изменяться в пределах 1,10–2,51%. Новые сорта малины должны

содержать в плодах органических кислот не более 2% [9]. Сорта малины, предназначенные для переработки, должны содержать в ягодах органических кислот на уровне 1,2–1,5%.

В наших опытах количество свободных органических кислот и их солей испытуемых в 2022 г. сортов малины в пересчете на преобладающую лимонную кислоту ( $\kappa=0,0064$ ) составляла в среднем  $1,53 \pm 0,27\%$ , в 2023 году —  $1,77 \pm 0,19\%$ . На уровне средних значений кислотности плодов малины или меньшее количество органических кислот, что значительно улучшает вкусовые качества ягод данной культуры, как правило, отмечено в плодах сортов Любетовская, Самарская плотная и Гусар.

Количество органических кислот в ягодах малины в пределах 1,2–1,5%, что определено требованиями пищевой промышленности к ягодам, предназначенным для переработки, а также можно считать оптимальным значением для условий лесостепи Поволжья, в среднем за годы исследований выявлено в плодах сортов Гусар (1,49%) и Любетовская (1,48%).

В абсолютном сухом веществе ягод малины, при среднем содержании органических кислот на уровне 10,09%, значения кислотности в пределах 6–8% отмечены у сорта Любетовская (7,85%), что может служить дополнительным основанием применения данного сорта в селекции малины обыкновенной по созданию для условий Среднего Поволжья новых сортов данной культуры с высокими потребительскими свойствами плодов.

Одним из основных качественных показателей ягод малины является их вкус, который во многом определяется соотношением сахаров и органических кислот. При гармоничном сочетании этих компонентов плоды малины имеют высокие вкусовые достоинства. Сортовой состав малины значительно варьирует по этому показателю. Сорта ремонтантного типа несколько уступают по вкусу ягод лучшим сортам обычного типа и не имеют выраженного «малинного» аромата [10]. В условиях Краснодарского края в зависимости от сорта сахарокислотный индекс ягод малины колеблется

Табл. 2. Химический состав сухого вещества ягод сортов малины обыкновенной в условиях лесостепи Среднего Поволжья

Сорт	В 100 г сухого вещества мякоти плода					
	общее количество сахара, %			свободные органические кислоты и их кислые соли, %		
	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее
Ранний сюрприз	33,31	40,02	36,67	10,68	9,18	9,93
Самарская плотная	38,46	31,38	34,92	8,00	9,70	8,85
Любетовская	34,90	39,11	37,01	7,16	8,53	7,85
Колокольчик	39,84	36,34	38,09	13,50	11,84	12,67
Гусар	37,06	38,19	37,63	7,97	11,65	9,81
Бальзам	36,68	35,74	36,21	10,84	12,05	11,45
$M_{cp} \pm \sigma$	$36,71 \pm 2,36$	$36,80 \pm 3,11$	$36,76 \pm 1,12$	$9,69 \pm 2,41$	$10,49 \pm 1,54$	$10,09 \pm 1,74$
V, %	6,43	8,45	3,05	24,87	14,68	17,24

**Табл. 3. Содержание биологически активных веществ в ягодах сортов малины обыкновенной в условиях лесостепи Среднего Поволжья**

Сорт	Полифенольные вещества (антоцианы), мг%				Аскорбиновая кислота (витамин С), мг%			
	сырая масса		сухое вещество		сырая масса		сухое вещество	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Ранний сюрприз	40,55	77,50	257,8	471,4	30,61	43,12	194,6	262,3
Самарская плотная	57,12	50,43	351,5	281,1	23,61	42,14	145,3	234,9
Любетовская	52,10	52,16	278,5	273,1	21,51	35,37	115,0	185,2
Колокольчик	75,82	84,26	550,2	519,8	23,43	41,21	170,0	254,2
Гусар	61,74	71,68	403,5	474,4	23,40	29,86	152,9	197,6
Бальзам	82,46	76,18	505,0	447,9	19,16	51,74	117,3	304,2
$M_{cp} \pm \sigma$	61,63±15,43	68,70±14,08	391,1±118,7	411,3±106,5	23,38±3,83	40,57±7,43	149,2±30,7	239,7±43,9
V, %	25,04	20,49	30,35	25,89	16,38	18,31	20,57	36,63

от 3 до 10,9 о.е. [11]. Наилучшие вкусовые качества плодов малины, как правило, отмечаются у сортов с сахарокислотным индексом от 5 до 8 о.е.

В агрометеорологических условиях 2022 г. соотношение сахаров к количеству кислот в плодах изучаемых сортов малины составляло в среднем  $3,96 \pm 0,9$  о.е., в условиях 2023 г. —  $3,58 \pm 0,7$  о.е. Наиболее высокие значения сахарокислотного индекса, отражающие хорошие вкусовые качества ягод малины (СКИ 5–8 о.е.), не отмечены, но ближе к данным значениям были у сортов Любетовская (4,73) и Самарская плотная (4,03).

Аскорбиновая кислота (витамин С) повышает работоспособность организма человека, является одним из основных факторов повышения естественной и приобретенной невосприимчивости организма к инфекции. Витамин С известен своими сильными антиоксидантными свойствами. Он участвует в превращении холестерина в желчные кислоты, улучшает всасывание железа. При выращивании малины в условиях Брянской области содержание аскорбиновой кислоты в ягодах составляет в среднем 32 мг% [9], в Тамбовской области варьирует на уровне 25,0–38,1 мг% [6], в Орловской области изменяется от 19,7 до 42 мг% [12]. Сорта малины, предназначенные для переработки, должны содержать в ягодах аскорбиновой кислоты не менее 25 мг% [1].

В плодах изучаемых нами сортов малины содержание аскорбиновой кислоты в среднем по культуре в 2022 г. составило  $23,38 \pm 3,83$  мг%, в 2023 г. —  $40,57 \pm 7,43$  мг% (табл. 3). Превышение уровня содержания витамина С в 25 мг% в условиях 2022 г. отмечено в плодах малины сорта Ранний сюрприз (30,61 мг%), а в условиях 2023 г. в плодах всех изучаемых сортов. В среднем за два года исследований наибольшее содержание аскорбиновой кислоты в сырой массе (30 мг% и более) выявлено в плодах сортов Ранний сюрприз, Самарская плотная, Колокольчик и Бальзам. В сухом веществе ягод малины, при среднем содержании аскорбиновой кислоты в 2022 году на уровне  $149,2 \pm 30,7$  мг% и в 2023 г. —  $239,7 \pm 43,9$  мг%, наибольшее её количество за годы исследований (200 мг% и более) выявлено у сортов Колокольчик, Ранний сюрприз и Бальзам.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) подчеркивает важность антиоксидантной активности фенольных компонентов, особенно из плодов ягодных культур, для профилактики наиболее важных проблем со здоровьем, а именно, сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета, рака и ожирения. При выращивании малины в Краснодарском крае накопление антоцианов в плодах достигает 150 мг% и более [13]. В ягодах малины, выращенных в Тамбовской области, количество антоцианов составляет в среднем по сортам 96,6 мг% [6]. В странах Северной Европы общее содержание антоцианов в ягодах малины варьирует от почти 0 (желтые сорта) до 51 мг% (сорт Гатино) [14].

В наших опытах 2022 года содержание суммы антоцианов в пересчете на цианидин-3-глюкозид в плодах изучаемых сортов малины равнялось в среднем  $61,63 \pm 15,43$  мг% при коэффициенте вариации равным 25,04%, а в условиях 2023 г. —  $68,70 \pm 14,08$  мг% с сортовой вариабельностью 20,49%. Выше средних значений содержания антоциановых веществ в ягодах малины отмечено у сортов Гусар, Колокольчик и Бальзам. Максимальное же количество антоцианов выявлено в плодах сортов Колокольчик (80,04 мг%) и Бальзам (79,32 мг%).

В сухом веществе плодов малины изучаемых сортов сумма антоциановых веществ в 2022 г. составляла в среднем  $391,1 \pm 118,7$  мг%, в 2023 г. —  $411,3 \pm 106,5$  мг% и достаточно варьировала по сортам (коэффициент вариации по годам соответственно 30,35 и 25,89%). В среднем за годы исследований более 400 мг в 100 г сухого вещества ягод малины количество антоциановых веществ выявлено у сортов Колокольчик (535 мг), Гусар (439 мг) и Бальзам (476,4 мг).

### Выводы

При создании новых генотипов малины обыкновенной улучшенного биохимического состава плодов, адаптированных к условиям лесостепи Среднего Поволжья, в качестве источников ценных хозяйственных признаков можно рекомендовать следующие сорта:

1) на высокое содержание в ягодах общего количества сухих веществ (17% и более) – Любетовская, Самарская плотная;

2) на максимальное количество в ягодах растворимых в воде сухих веществ (11,0% и более) и сахаров (7% и более) – Любетовская;

3) на оптимальное количество свободных органических кислот и их солей в сырой массе плодов (1,2–1,5%) – Гусар, Любетовская;

4) на наибольшее содержание аскорбиновой кислоты (30 мг% и более) в сырой массе плодов — Ранний сюрприз, Самарская плотная, Колокольчик, Бальзам;

5) на повышенное содержание антоциановых веществ (80 мг% и более) в сырой массе плодов — Колокольчик, Бальзам.

#### Литература

1. Дулов, М.И. Уборка урожая, хранение и переработка плодов малины и земляники / М.И. Дулов // Инновационные технологии в науке и образовании. – Петрозаводск, 2021. – С. 4-24.
2. Жбанова, Е.В. Плоды малины *Rubus idaeus* L. как источник функциональных ингредиентов/ Е.В. Жбанова // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 1. – С. 5–14.
3. Пакулина, А. П. и др. Оценка сортов малины по биохимическим показателям ягод в условиях Амурской области /А.П. Пакулина, В.В. Лештаева, А.Б. Козлова, Н.А. Тимченко // Дальневосточный аграрный вестник. – 2021. – № 4 (60). – С. 46–52.
4. Кильдиярова, Р.Р. Биохимическая оценка ягод малины в условиях Оренбургской области / Р.Р. Кильдиярова и др. // Оптимизация технологических параметров и структуры агроценозов при возделывании плодовых культур и винограда: материалы Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2008. – С. 236-240.
5. Матназарова, Д.И. Биохимическая оценка ягод малины – начальный этап селекции на улучшение химического состава плодов/ Д.И. Матназарова // Вестник аграрной науки. – 2019. – № 6(81). – С. 166-170.
6. Жбанова, Е.В. Сравнительная биохимическая оценка сортового фонда малины в разных регионах / Е.В. Жбанова, Е.И. Ознобкина// Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 6. – С. 127-132.
7. Минин, А.Н. Садоводство в Среднем Поволжье/ А.Н. Минин, А.А. Кузнецов, М.И. Антипенко и др. – Самара: ООО «Слово», 2021. – 635 с.
8. Мегердичев, Е.Я. Технологические требования к сортам овощных и плодовых культур, предназначенным для различных видов консервирования/ Е.Я. Мегердичев. – М.: Россельхозакадемия, 2003. – 95 с.
9. Евдокименко, С.Н. Оценка сортов ремонтантной малины по биохимическим показателям ягод / С.Н. Евдокименко, А.Ф. Никулин, И.А. Бохан// Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 3. – С. 49-53.
10. Сазонова, И.Д. Сравнительная оценка биохимического состава ягод малины с летним и ремонтантным типом плодоношения / И.Д. Сазонова // Актуальные проблемы агротехнологий XXI века и концепции их устойчивого развития : мат-лы национальной науч.-практич. конф. – Воронеж, 2016. – С. 70-73.
11. Причко, Т.Г. Влияние заморозки на показатели качества ягод малины / Т.Г. Причко, Н.В. Дрофичева// Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2015. – № 4(8). – С. 40-45.
12. Коденцова, В.М. Обеспеченность населения России микронутриентами и возможности её коррекции, состояние и проблемы /В.М. Коденцова, О.А. Вржесинская, Д.В. Рисник, Д.Б. Никитюк, В.А. Тутельян // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 4. – С. 113-124.
13. Чалай, Л.Д. Особенности накопления биологически активных веществ в ягодах малины, выращенных в условиях юга России / Л.Д. Чалай, Т.Г. Причко, Л.А. Хилько, Т.Л. Смелик // Плодоводство и ягодоводство России. – 2009. - № 2. – С. 367-376.
14. Anttonen M. J. et al. Environmental and genetic variation of phenolic compounds in red raspberry // Journal of Food Composition and Analysis. - 2005. - № 18 (8). – S. 759-769.

#### Литература

1. Dulov, M.I. Uboroka urozhaya, xranenie i pererabotka plodov maliny` i zemlyaniki / M.I. Dulov // Innovacionny`e tehnologii v nauke i obrazovanii. – Petrozavodsk, 2021. – S. 4-24.
2. Zhbanova, E.V. Plody` maliny` *Rubus idaeus* L. kak istochnik funkcional`ny`x ingredientov/ E.V. Zhbanova // Texnika i tehnologiya pishhevy`x proizvodstv. - 2018. - T. 48, № 1. - S. 5–14.
3. Pakusina A. P. i dr. Ocenka sortov maliny` po bioximicheskim pokazatelyam yagod v usloviyax Amurskoj oblasti /A.P. Pakusina, V.V. Leshtaeva, A.B. Kozlova, N.A. Timchenko // Dal`nevostochny`j agrarny`j vestnik. - 2021. - № 4 (60). - S. 46–52.
4. Kil`diyarova, R.R. Bioximicheskaya ocenka yagod maliny` v usloviyax Orenburgskoj oblasti / R.R. Kil`diyarova i dr. // Optimizaciya tehnologo-`ekonomicheskix parametrov i struktury` agrocenozov pri vozdeley`vanii plodovy`x kul`tur i vinograda: materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. - Krasnodar, 2008. - S. 236-240.
5. Matnazarova, D.I. Bioximicheskaya ocenka yagod maliny` – nachal`ny`j e`tap selekcii na uluchshenie ximicheskogo sostava plodov/ D.I. Matnazarova // Vestnik agrarnoj nauki. - 2019. - № 6(81). – S. 166-170.
6. Zhbanova, E.V. Sravnitel`naya bioximicheskaya ocenka sortovogo fonda maliny` v razny`x regionax / E.V. Zhbanova, E.I. Oznobkina// Izvestiya Timiryazevskoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. – 2013. – № 6. – S. 127-132.
7. Minin, A.N. Sadovodstvo v Srednem Povolzh`e/ A.N. Minin, A.A. Kuznecov, M.I. Antipenko i dr. – Samara: ООО «Слово», 2021. – 635 s.

8. Megerdichev, E.Ya. Teknologicheskie trebovaniya k sortam ovoshhny`x i plodovy`x kul'tur, prednaznachenny`m dlya razlichny`x vidov konservirovaniya/ E.Ya. Megerdichev. – M.: Rossel'hozakademiya. – 2003. – 95 s.
9. Evdokimenko, S.N. Ocenka sortov remontantnoj maliny` po bioximicheskim pokazatelyam yagod / S.N. Evdokimenko, A.F. Nikulin, I.A. Boxan // Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. – 2008. – № 3. – S. 49-53.
10. Sazonova, I.D. Sravnitel'naya ocenka bioximicheskogo sostava yagod maliny` s letnim i remontantny`m tipom plodonosheniya / I.D. Sazonova // Aktual'ny'e problemy` agrotexnologij XXI veka i koncepcii ix ustojchivogo razvitiya : mat-ly` nacional'noj nauch.-praktich. konf. – Voronezh, 2016. – S. 70-73.
11. Prichko, T.G. Vliyanie zamorozki na pokazateli kachestva yagod maliny` / T.G. Prichko, N.V. Droficheva// Teknologii pishhevoj i pererabaty`vayushhej promy`shlennosti APK – produkty` zdorovogo pitaniya. – 2015. – № 4(8). – S. 40-45.
12. Kodenczova, V.M. Obespechennost` naseleniya Rossii mikronutrientami i vozmozhnosti eyo korrekcii, sostoyanie i problemy` /V.M. Kodenczova, O.A. Vrzhesinskaya, D.V. Risnik, D.B. Nikityuk, V.A. Tutel'yan // Voprosy` pitaniya. – 2017. – T. 86, № 4. – S. 113-124.
13. Chalaya, L.D. Osobennosti nakopleniya biologicheski aktivny`x veshhestv v yagodax maliny`, vy`rashhenny`x v usloviyax yuga Rossii /L.D. Chalaya, T.G. Prichko, L.A. Xil'ko, T.L. Smelik // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – 2009. - № 2. – S. 367-376.
14. Anttonen M. J. et al. Environmental and genetic variation of phenolic compounds in red raspberry // Journal of Food Composition and Analysis. – 2005. – № 18 (8). – S. 759-769.

**M. I. Dulov, M. I. Antipenko**

Scientific Research Institute of Horticulture and Medicinal Plants «Zhiguli gardens»  
dulov-tehfak@mail.ru

### **THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF BERRIES OF RASPBERRY VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION**

*Raspberry berries have unique nutritional and medicinal properties, and are distinguished by a high content of natural antioxidants. The characteristics of the variety and weather conditions for the periods of growth and development of raspberry plants largely determine the biochemical composition of fruits, their nutritional value and taste advantages. The purpose of the research is to evaluate the biochemical composition of berries of various raspberry varieties that have received a good characteristic in terms of biological and economically valuable characteristics in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region, in order to identify the best genotypes for further use in breeding to improve the chemical composition of fruits. The research was carried out in 2022–2023 on the basis of the GBU Scientific Research Institute «Zhiguli Gardens». The chemical composition of the varieties was evaluated in accordance with generally accepted methods. As a result of the study, it was revealed that in the raw mass of berries of the studied varieties of ordinary raspberries, according to the years of research, the amount of solids ranged from 13,78 to 19,1%, soluble solids – from 9,04 to 12,88%, sugars – from 5,24 to 7,47%, organic acids – from 1,22 to 2,05%, ascorbic acid – from 19,16 to 51,74 mg%, anthocyanins – from 40,55 to 84,26 mg% with a combination of sugars and acids at the level of 2,95–4,87 o.e. When creating new raspberry genotypes with improved biochemical composition of fruits in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region, it is advisable to use the Lyubetovskaya variety as a source of valuable economic characteristics for the maximum amount of soluble solids (11,0% or more) and sugars (7% or more) in berries; for the optimal amount of free organic acids and their salts (1,2–1,5%) – varieties Gusar and Lyubetovskaya; for the highest content of ascorbic acid (30 mg% or more) – varieties Early surprise, Samara dense, Bell, Balsam.*

**Ключевые слова:** raspberries, variety, dry substances, sugars, sugar acid index, ascorbic acid, anthocyanins.

## Биохимический состав плодов смородины черной в условиях лесостепи Среднего Поволжья

УДК 634.723: 581.192

DOI: 10.32935/2221-7312-2024-59-1-43-47

М. И. Дулов (д.с.-х.н.), М. И. Антипенко (к.с.-х.н.), А. С. Заика

Научно-исследовательский институт садоводства и лекарственных растений  
«Жигулевские сады»,  
dulov-tehfak@mail.ru

*Плоды смородины черной являются большим источником природных полифенольных антиоксидантов, обеспечивают нормальное физическое и социальное благополучие людей всех возрастов, способствуют выведению из организма радионуклидов и солей тяжелых металлов. Биохимический состав ягод смородины черной во многом зависит от генетических особенностей сорта и почвенно-климатических условий выращивания. Цель исследований – провести оценку биохимического состава ягод различных сортов смородины черной, получивших в условиях лесостепи Среднего Поволжья хорошую характеристику по биологическим и хозяйственно-ценным признакам, с целью выделения лучших генотипов для дальнейшего использования в селекции на улучшение химического состава плодов. Исследования проводили в 2021–2022 годах на базе ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Оценка сортов по химическому составу проводили в соответствии с общепринятыми методиками. В результате исследования выявлено, что в ягодах смородины черной по годам исследований количество сухих веществ варьировало от 15,08 до 20,77%, растворимых сухих веществ — от 10,51 до 16,18%, сахаров — от 5,88 до 9,06%, органических кислот — от 2,22 до 2,91%, аскорбиновой кислоты — от 86,3 до 176,3 мг%, антоцианов — от 127,6 до 270,8 мг% при сочетании сахаров и кислот на уровне от 2,16 до 3,65 о.е. При создании новых сортов смородины черной с содержанием в ягодах сухих веществ (17,0% и более) в качестве источников следует применять сорта Русалка и Миф; на высокое содержание РСВ (14,0% и более) — сорт Миф; на количество сахаров в ягодах 7,0% и более — сорта Русалка и Миф; на пониженную кислотность ягод — сорта Русалка, Лентай, Монисто и Миф; на благоприятное сочетание сахаров и кислот — сорт Миф; на среднее содержание аскорбиновой кислоты — сорт Миф; на высокое количество антоцианов – сорта Русалка и Миф.*

**Ключевые слова:** смородина черная, сорт, сухие вещества, сахара, сахарокислотный индекс, аскорбиновая кислота, антоцианы.

### Введение

Смородина черная – наиболее распространенная ягодная культура, является большим источником природных полифенольных антиоксидантов, плоды которой обеспечивают нормальное физическое и социальное благополучие людей всех возрастов, снижают риск распространения неинфекционных заболеваний [1, 2]. Особое значение ягоды смородины имеют для людей, проживающих в районах с неблагоприятной радиационно-экологической обстановкой. Плоды смородины способствуют выведению из организма радионуклидов и солей тяжелых металлов, подавляют активность свободных радикалов, повреждающих генетический аппарат человека [3].

Ягоды смородины рекомендуется включать в состав функционального, здорового и полноценного питания [4]. Ягоды смородины черной в основном обладают кисло-сладким вкусом, накапливают до 16,5% сахаров, 1,8–4,1% органических кислот, 150–200 мг% витамина С. В плодах смородины черной суммарное содержание полифенолов составляет 580,4 мг%, флавоноидов — 84,6 мг%, антоцианинов 116,1 мг% [5].

На биохимический состав ягод смородины влияют сортовые особенности, почвенно-климатические условия выращивания, степень зрелости, величина ягод и различные факторы среды. По мере созревания

ягод смородины количество витамина С уменьшается, а количество сахаров увеличивается. С повышением содержания сухих веществ в ягодах уменьшается относительное количество витамина С. Наибольшим содержанием витамина С и органических кислот отличаются ягоды смородины черной поздних сроков созревания. Наибольшее количество сахара и сухих веществ содержится в ягодах среднего срока созревания [6].

Цель исследований – провести оценку биохимического состава ягод различных сортов смородины черной, получивших в условиях лесостепи Среднего Поволжья хорошую характеристику по биологическим и хозяйственно-ценным признакам, с целью выделения лучших генотипов для дальнейшего использования в селекции на улучшение химического состава плодов.

### Материал и методы исследования

Исследования проводили в 2021–2022 гг. на опытных участках ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Объектом изучения служили плоды следующих сортов смородины черной:

**Русалка.** Сеянец от скрещивания сортов Бредторп и Голубка. Получен в Уральском Федеральном аграрном научно-исследовательском центре УО РАН. Среднераннего срока созревания. Куст среднерослый, среднераскидистый, средней густоты. Ягоды крупные (2,3–7,5 г), округлые, сравнительно одномерные, почти



черные, с тонкой кожицей, вкус сладкий, десертный. Сорт зимостойкий, устойчив к мучнистой росе и почковому клещу.

**Лентяй.** Сеянец от скрещивания сорта Бредторп и Минай Шмырев. Получен во Всероссийском научно-исследовательском институте селекции плодовых культур. Среднепозднего срока созревания. Куст сильнорослый, среднераскидистый, густой. Ягоды массой 2,5–3,1 г, округлые, черные, с коричневым оттенком, неоднородные, сладкого вкуса. Морозостойкий. Устойчив к мучнистой росе и антракнозу.

**Монисто.** Сеянец от скрещивания сеянца 106-1-37-16 (Бредторп – св. опыление) и сорт Самоплодная. Получен в Всероссийском научно-исследовательском институте селекции плодовых культур». Среднего срока созревания. Куст сильнорослый, слабораскидистый, средней густоты. Ягоды крупные, округлые, одномерные, почти черные, с сухим отрывом, вкус кисло-сладкий. Сорт зимостойкий, с высокой полевой устойчивостью к болезням и почковому клещу.

**Миф.** Сеянец от скрещивания сортов Рита и Титания (Titania). Получен в ФНИ садоводства. Среднего срока созревания. Куст среднерослый, среднераскидистый. Ягоды массой 2,1–3,8 г, одномерные, округлой формы, черные, блестящие, с сухим отрывом. Вкус ягод кисло-сладкий, с освежающим ароматом. Сорт зимостойкий, устойчивый к основным болезням.

Определение влажности (сумма сухих веществ) проводили по ГОСТ 28561-90, содержание растворимых сухих веществ (РСВ) — по ГОСТ ISO 2173-2013, общей (титруемой) кислотности — по ГОСТ ISO 750-2013, аскорбиновой кислоты (витамин С) — по ГОСТ 24556-89. Количество антоциановых пигментов определяли спектрофотометрическим методом на фотометре Lasa Agro 2800 (DR-2800). Содержание суммы антоцианов рассчитывали по формуле с применением удельного показателя поглощения цианидин-3,5-дигликозида в 1,0% водном растворе соляной кислоты (453). Поглощение данных пигментов определяли на спектрофотометре при длине волны 510 нм. Для внесения поправки на содержание зеленых пигментов определяли оптическую плотность полученных пигментов при длине волны 657 нм.

Определение основных показателей качества ягод смородины черной проводили в сырой массе, а также при перерасчете на абсолютно сухое вещество.

### Результаты исследования и их обсуждение

В условиях, сложившихся в 2021 г. по периодам роста и развития растений смородины черной (май — сумма осадков 17 мм, среднесуточная температура воздуха 20,1°C, сумма эффективных температур 467,8°C; июнь — сумма осадков 69 мм, среднесуточная температура воздуха 22,3°C, эффективных температур 519,9°C) сумма сухих веществ в ягодах изменялась от 15,65 до 20,77%, а в условиях 2022 г. (май — сумма осадков 82 мм, среднесуточная температура воздуха 7,9°C, сумма эффективных температур 89,3°C; июнь — сумма осадков 51 мм, среднесуточная температура воздуха 18,5°C, эффективных температур 406,1°C) — от 15,08 до 19,06% (табл. 1). Наибольшее общее количество сухих веществ в среднем за годы исследований отмечено в плодах сорта Русалка (17,61%) и Миф (19,92%).

М. А. Макаркина и др. [7] считают, что в селекции смородины черной для создания новых генотипов с повышенным содержанием в ягодах растворимых сухих веществ в качестве источников следует применять сорта, элитные и отборные сеянцы с количеством таких веществ в ягодах 14% и более, а с высоким содержанием при наличии их в ягодах на уровне 16% и более. В наших опытах содержание в плодах смородины черной РСВ по изучаемым сортам в 2021 г. составляло в среднем 14,19±1,44%, в условиях 2022 г. 11,25±1,0% и варьировало по годам от 10,51 до 16,18%. В среднем за годы исследований только сорт Миф накапливал в ягодах растворимых сухих веществ более 14%, что позволяет рекомендовать его в качестве источника для создания новых генотипов смородины черной с повышенным содержанием в плодах растворимых сухих веществ.

Одним из перспективных направлений в селекции смородины черной является создание сортов с высоким содержанием в плодах сахаров. Т. П. Огольцова [8] считает, что сорта смородины черной улучшенного качества ягод должны содержать сахаров 10% и более. В условиях лесостепи Среднего Поволжья накопление

Табл. 1. Химический состав сырой массы ягод сортов смородины черной в условиях лесостепи Среднего Поволжья

Сорт	В 100 г сырой массы плодов									
	сумма сухих веществ, %		РСВ, %		сумма сахаров, %		титруемая кислотность, %		СКИ	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Русалка	17,09	18,12	14,02	11,21	7,85	6,28	2,26	2,91	3,47	2,16
Лентяй	16,05	15,08	13,84	10,61	7,75	5,94	2,67	2,54	2,90	2,34
Монисто	15,65	15,86	12,74	10,51	7,13	5,88	2,31	2,22	3,08	2,65
Миф	20,77	19,06	16,18	12,68	9,06	7,10	2,48	2,52	3,65	2,82
$M_{cp} \pm \sigma$	17,39	17,03	14,19	11,25	7,95	6,30	2,43	2,55	3,28	2,49
	±2,33	±1,87	±1,44	±1,00	±0,81	±0,56	±0,19	±0,28	±0,35	±0,30
V, %	13,40	10,98	10,15	8,89	10,19	8,89	7,82	10,98	10,67	12,05

**Табл. 2. Химический состав сухого вещества ягод сортов смородины черной в условиях лесостепи Среднего Поволжья**

Сорт	В 100 г сухого вещества мякоти плода					
	общее количество сахара, %			свободные органические кислоты и их кислые соли, %		
	2021	2022	среднее	2021	2022	среднее
Русалка	45,93	34,66	40,30	13,22	16,06	14,64
Лентяй	48,29	39,39	43,84	16,64	16,84	16,74
Монисто	45,56	37,07	41,32	14,76	14,00	14,38
Миф	43,62	37,25	40,44	11,94	13,22	12,58
$M_{cp} \pm \sigma$	45,85±1,92	37,09±1,93	41,48±1,64	14,14±2,03	15,03±1,70±	14,59±1,70
V, %	4,19	5,20	3,95	14,36	11,31	11,65

более 10% всех сахаров в 100 г сырой массы ягод изучаемых сортов смородины черной не отмечалось. Но, тем не менее, в среднем за годы исследований наибольшим количеством сахаров в плодах характеризовались сорта Русалка (7,07%) и Миф (8,08%).

Известно, что количество сухих веществ в плодах смородины черной в значительной степени определяется уровнем накопления сахаров, составляющих 45-55% от их общего содержания. В наших опытах более 45% сахаров от общего их содержания в сухом веществе плодов смородины черной отмечено только в условиях 2021 года при среднесуточной температуре воздуха на уровне 20,1–22,3°C и сумме эффективных температур за данный период в 987,7°C (табл. 2). Наибольшее количество всех сахаров в сухом веществе наблюдалось в плодах сорта Лентяй (48,29%).

Вкус плодов смородины черной не в меньшей степени, чем от сахаров, а скорее даже в большей, зависит от содержания в них органических кислот [9]. Лучшие генотипы смородины черной, которые рекомендуются в качестве источников для селекции на пониженную кислотность ягод, должны содержать в плодах органических кислот менее 2,7% [10]. В наших опытах титруемая кислотность (количество свободных органических кислот и их солей) плодов испытываемых сортов смородины черной в 2021 году составляла в среднем 2,43±0,19%, в 2022 г. — 2,55±0,28% и практически все генотипы соответствовали данным требованиям. В абсолютном сухом веществе ягод смородины черной содержание органических кислот в 2021 г. равнялось в среднем 14,14±2,03% с сортовой вариабельностью 14,36%, а в 2022 г. было на уровне 15,03±1,7% (V=11,31%). В интервале от 11 до 13% в среднем за годы исследований количество органических кислот в сухом веществе плодов смородины черной отмечено у сорта Миф.

Генотипы смородины черной, которые рекомендуются в качестве источников для селекции с наиболее благоприятным сочетанием сахара и кислоты, должны характеризоваться высоким сахарокислотным индексом (3,5 и более) ягод [10]. Ягоды смородины черной обладают кисло-сладким вкусом при сахарокислотном индексе (СКИ) 3,5 о.е. и более, а при СКИ, равном 4,0 о.е. – вкус ягод можно охарактеризовать как сладкий. По результатам наших исследований в агрометеороло-

гических условиях 2021 г. соотношение сахаров к количеству кислот в плодах изучаемых сортов смородины черной составляло в среднем по культуре 3,28±0,35 о.е., в условиях 2022 г. — 2,49±0,3 о.е. Кисло-сладкий вкус с сахарокислотным индексом более 3,5 о.е. имели ягоды сорта Миф, в условиях 2022 г. гармоничным соотношением сахаров и органических кислот плоды изучаемых сортов смородины черной не характеризовались.

Плоды смородины черной по накоплению в них аскорбиновой кислоты (витамин С) значительно превосходят большинство плодовых и ягодных культур. По количеству аскорбиновой кислоты в свежих ягодах сорта смородины черной условно можно разделить на три группы: с содержанием витамина С «ниже среднего» — до 150 мг%; с содержанием «среднее» — 151–200 мг%; с содержанием «высокое» — более 200 мг%. В плодах изучаемых нами сортов смородины черной содержание аскорбиновой кислоты в 2021 г. составило в среднем 119,5±40,99 мг%, в 2022 г. — 125,2±27,29 мг% (табл. 3). Ниже среднего количество витамина С выявлено в ягодах сортов Русалка, Лентяй и Монисто. В плодах смородины черной сорта Миф наблюдалось среднее содержание аскорбиновой кислоты и в среднем за годы исследований равнялось 169,4 мг%.

В сухом веществе ягод смородины черной наибольшее количество аскорбиновой кислоты (более 800 мг%) выявлено у сорта Миф. Это дополнительно указывает на то, что данный сорт целесообразно использовать в дальнейшей селекции в качестве источника такого важного признака, как содержание в ягодах смородины черной аскорбиновой кислоты.

Ягоды смородины черной богаты полифенольными соединениями – от 488 до 1116 мг%, которые значительно определяют их вкусовые и пищевые достоинства. Крупнейшим классом растительных полифенолов являются флавоноиды. Содержание флавоноидов в ягодах смородины — от 245 до 1047 мг%. Из всех групп флавоноидов особую ценность представляют антоцианы, которые являются пигментами клеточного сока и определяют окраску ягод, которая меняется при созревании плодов. Усиленное образование антоцианов в клетках растения происходит при снижении температур окружающей среды, при остановках синтеза хлорофилла. Поэтому больше всего их накапливают растения

**Табл. 3. Содержание биологически активных веществ в ягодах сортов смородины черной в условиях лесостепи Среднего Поволжья**

Сорт	Полифенольные вещества (антоцианы), мг%				Аскорбиновая кислота (витамин С), мг%			
	сырая масса		сухое вещество		сырая масса		сухое вещество	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Русалка	270,8	206,6	1584,6	1140,0	122,5	102,9	716,8	567,7
Лентяй	266,7	127,6	1661,7	846,3	93,0	107,0	579,4	709,7
Монисто	196,5	142,1	1255,6	896,0	86,3	128,4	551,4	809,5
Миф	212,4	209,4	1022,6	1098,8	176,3	162,5	848,8	852,8
$M_{cp} \pm \sigma$	236,6 $\pm 37,72$	171,4 $\pm 42,65$	1381,1 $\pm 296,9$	995,3 $\pm 145,7$	119,5 $\pm 40,99$	125,2 $\pm 27,29$	674,1 $\pm 137,1$	734,9 $\pm 126,6$
V, %	15,94	24,88	21,50	14,64	34,30	21,80	20,34	17,23

в местностях с суровыми климатическими условиями [11]. Синтез антоцианов в плодах смородины черной начинается в середине — конце июня, что сопровождается переходом окраски ягод из зеленой в бурую и далее в черную. Содержание их стабильно растет до середины — конца июля, затем идет на снижение [12].

В наших опытах содержание суммы антоцианов в пересчете на цианидин-3-глюкозид в плодах изучаемых сортов смородины черной в 2021 г. равнялось в среднем 236,6 $\pm$ 37,72 мг%, в 2022 г. — 171,4 $\pm$ 42,65 мг% при варьировании в годы исследований от 127,6 до 270,8 мг%. Высокое количество антоцианов в сырой массе плодов смородины черной (более 200 мг%) выявлено у сортов Русалка и Миф при средних значениях соответственно 238,7 и 210,9 мг%. В сухом веществе ягод данных сортов смородины черной сумма антоциановых веществ в среднем варьировала в пределах 1060,7–1362,3 мг%.

### Выводы

В условиях лесостепи Среднего Поволжья в селекции смородины черной для создания новых генотипов с повышенным содержанием в ягодах сухих веществ (17% и более) в качестве источников следует применять сорта Русалка и Миф; на высокое содержание в плодах растворимых сухих веществ (14% и более) — сорт Миф; на количество сахаров в ягодах 7% и более — сорта Русалка и Миф; на пониженную кислотность ягод (количество свободных органических кислот и их солей менее 2,7%) — сорта Русалка, Лентяй, Монисто и Миф; на наиболее благоприятное сочетание в ягодах сахаров и кислот (СКИ=3,5 о.е. и более) — сорт Миф; на среднее содержание аскорбиновой кислоты в плодах (151–200 мг%) — сорт Миф; на высокое количество антоцианов в пересчете на цианидин-3-глюкозид в сырой массе ягод (200 мг% и более) — сорта Русалка и Миф.

### Литература

1. Afshin A. et al. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 // *The Lancet*. – 2019. – V. 393 (10184). – P. 1958-1972.
2. Дулов, М.И. Биохимический состав и производство плодов смородины в странах мира / М.И. Дулов // *Инновационное развитие науки: фундаментальные и прикладные проблемы*. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2022. – С. 260-286.
3. Дулов, М.И. Биохимический состав ягод и производство смородины черной и красной в странах Евросоюза / М.И. Дулов // *Актуальные вопросы и векторы развития современной науки и технологий*. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2022. – С. 367-397.
4. Яшин, А.Я. Ягоды: химический состав, антиоксидантная активность. Влияние потребления ягод на здоровье человека / А.Я. Яшин, А.Н. Веденин, Я.И. Яшин, Б.В. Немзер // *Аналитика*. – 2019. – Т. 9. – № 3. – С. 222-231.
5. Butnariu M. Detection of the polyphenolic components in *Ribes nigrum* L. // *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. – 2014. – V. 21. – № 1. – P. 11–14.
6. Бжецева, Н.Р. Биохимический состав плодов смородины / Н.Р. Бжецева // *Новые технологии*. – 2017. – № 2. – С. 90-98.
7. Макаркина, М.А. Селекция смородины черной на повышенное содержание в ягодах растворимых сухих веществ / М.А. Макаркина, Т.В. Янчук, С.Д. Князев // *Вестник ОрелГАУ*. – 2010. – № 6 (27). – С. 122-125.
8. Огольцова, Т.П. Селекция смородины чёрной – прошлое, настоящее, будущее/ Т.П. Огольцова. – Тула: Приокское книжное издательство, 1992. – 384 с.
9. Дулов, М. И. Биохимический состав и товарно-потребительские качества плодов смородины черной / М. И. Дулов // *Наука, общество, образование в эпоху цифровизации и глобальных изменений*. – Пенза: «Наука и Просвещение», 2022. – С. 121-132.
10. Макаркина, М.А. Характеристика сортов смородины черной по содержанию сахаров и органических кислот/ М.А. Макаркина, Т.В. Янчук // *Современное садоводство*. – 2010. – № 2 (2). – С. 9-12.
11. Новрузов, Э.Н. Пигменты репродуктивных органов растений и их значение/ Э.Н. Новрузов. – Баку: Элм, 2010. – 308 с.

12. Шапошник Е. И. и др. Биологически активные вещества плодов Ribes L. /Е.И. Шапошник, Л.А. Дейнека, В.Н. Сорокопудов, В.И. Дейнека, Ю.В. Бурменко, В.В. Каргушинский, А.В. Трегубов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер.: Естественные науки. – 2011. – № 9 (15-2). – С. 239-249.

#### References

1. Afshin A. et al. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 // The Lancet. – 2019. – V. 393 (10184). – P. 1958-1972.
2. Dulov, M.I. Bioximicheskij sostav i proizvodstvo plodov smorodiny` v stranax mira / M.I. Dulov // Innovacionnoe razvitie nauki: fundamental`ny`e i prikladny`e problemy`. – Petrozavodsk: Mezhdunarodny`j centr nauchnogo partnerstva «Novaya Nauka», 2022. – S. 260-286.
3. Dulov, M.I. Bioximicheskij sostav yagod i proizvodstvo smorodiny` chernoj i krasnoj v stranax Evrosoyuza / M.I. Dulov // Aktual`ny`e voprosy` i vektory` razvitiya sovremennoj nauki i texnologij. – Petrozavodsk: Mezhdunarodny`j centr nauchnogo partnerstva «Novaya Nauka», 2022. – S. 367-397.
4. Yashin, A.Ya. Yagody`: ximicheskij sostav, antioksidantnaya aktivnost`. Vliyanie potrebleniya yagod na zdorov`e cheloveka / A.Ya Yashin, A.N. Vedenin, Ya.I. Yashin, B.V. Nemzer // Analitika. – 2019. – T. 9. – № 3. – S. 222-231.
5. Butnariu M. Detection of the polyphenolic components in Ribes nigrum L. // Annals of Agricultural and Environmental Medicine. – 2014. – V. 21. – № 1. – P. 11–14.
6. Bzheceva, N.R. Bioximicheskij sostav plodov smorodiny` / N.R. Bzheceva // Novy`e texnologii. – 2017. – № 2. – S. 90-98.
7. Makarkina, M.A. Selekcija smorodiny` chernoj na povu`shennoe sodержanie v yagodax rastvorimyx suxix veshhestv / M.A. Makarkina, T.V. Yanchuk, S.D. Knyazev // Vestnik OrelGAU. – 2010. – № 6 (27). – S. 122-125.
8. Ogol`czova, T.P. Selekcija smorodiny` chyornoj – proshloe, nastoyashhee, budushhee/ T.P. Ogol`czova. – Tula: Priokskoe knizhnoe izdatel`stvo, 1992. – 384 s.
9. Dulov, M. I. Bioximicheskij sostav i tovarno-potrebitel`skie kachestva plodov smorodiny` chernoj / M. I. Dulov // Nauka, obshhestvo, obrazovanie v e`poxu cifrovizacii i global`ny`x izmenenij. – Penza: «Nauka i Prosveshhenie», 2022. – S. 121-132.
10. Makarkina, M.A. Xarakteristika sortov smorodiny` chernoj po sodержaniyu saxarov i organicheskix kislot/ M.A. Makarkina, T.V. Yanchuk // Sovremennoe sadovodstvo. – 2010. – № 2 (2). – S. 9-12.
11. Novruzov, E`N. Pigmenty` reproduktivny`x organov rastenij i ix znachenie/ E`N. Novruzov. – Baku: E`lm, 2010. – 308 s.
12. Shaposhnik E. I. i dr. Biologicheski aktivny`e veshhestva plodov Ribes L. /E.I. Shaposhnik, L.A. Dejneka, V.N. Sorokopudov, V.I. Dejneka, Yu.V. Burmenko, V.V. Kartushinskij, A.V. Tregubov // Nauchny`e vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Estestvenny`e nauki. – 2011. – № 9 (15-2). – S. 239-249.

**M. I. Dulov, M. I. Antipenko, A. S. Zaika**

Scientific Research Institute of Horticulture and Medicinal Plants «Zhiguli gardens»  
dulov-tehfak@mail.ru

### BIOCHEMICAL COMPOSITION OF BLACK CURRANT FRUITS IN THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

*Black currant fruits are a great source of natural polyphenolic antioxidants, provide normal physical and social well-being for people of all ages, and contribute to the elimination of radionuclides and heavy metal salts from the body. The biochemical composition of black currant berries largely depends on the genetic characteristics of the variety and the soil and climatic conditions of cultivation. The purpose of the research is to evaluate the biochemical composition of berries of various varieties of black currant, which have received a good characteristic in terms of biological and economically valuable characteristics in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region, in order to identify the best genotypes for further use in breeding to improve the chemical composition of fruits. The research was carried out in 2021–2022 on the basis of the GBU Scientific Research Institute «Zhiguli Gardens». The chemical composition of the varieties was evaluated in accordance with generally accepted methods. As a result of the study, it was revealed that in black currant berries, according to the years of research, the amount of solids varied from 15,08 to 20,77%, soluble solids – from 10,51 to 16,18%, sugars – from 5,88 to 9,06%, organic acids – from 2,22 to 2,91%, ascorbic acid – from 86,3 to 176,3 mg%, anthocyanins – from 127,6 to 270,8 mg% with a combination of sugars and acids at a level from 2,16 to 3,65 o.e. When creating new varieties of black currant with a dry matter content in berries (17,0% or more), Rusalka and Myth varieties should be used as sources; for a high content of RSV (14,0% or more) – the Myth variety; for the amount of sugars in berries 7,0% or more – the Rusalka and Myth varieties; for low acidity of berries – the Rusalka, Lazy, Monisto and Myth varieties; for a favorable combination of sugars and acids – the Myth variety; for an average ascorbic acid content – the variety Myth; for a high number of anthocyanins – varieties Rusalka and Myth.*

**Ключевые слова:** black currant, variety, dry substances, sugars, sugar acid index, ascorbic acid, anthocyanins.



## Изменение биохимического состава ягод земляники садовой при хранении в неохлажденном состоянии

УДК 634.723: 581.192

DOI: 10.32935/2221-7312-2024-59-1-48-52

М. И. Дулов (д.с.–х.н.), М. С. Сергеев

Научно–исследовательский институт садоводства и лекарственных растений  
«Жигулевские сады»,  
dulov-tehfak@mail.ru

*Плоды земляники садовой характеризуются прекрасным вкусом и ароматом, являются ценным источником фитохимических соединений. Максимальное сохранение плодов в свежем виде с минимальными потерями их товарных качеств и биохимического состава при повышенных температурах (20–22°C) в период после сбора урожая, при размещении в торговых сетях после окончания хранения или производстве вяленых ягод во многом зависит от сорта земляники садовой. Цель исследований – определить изменения биохимического состава плодов земляники садовой в послеуборочный период при хранении в неохлажденном состоянии для выявления сортов, обеспечивающих наименьшие потери товарных качеств и пищевой ценности ягод. Исследования проводили на базе ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». Объектом исследований служили сорта земляники садовой голландской, итальянской и французской селекции. Оценку сортов по химическому составу проводили в соответствии с общепринятыми методиками. В результате исследований выявлено, что в течение 7 суток хранения в неохлажденном состоянии, в связи с увяданием ягод земляники, содержание сухого вещества в 100 г плодов возрастает в среднем с 10,34 до 15,43%, растворимых сухих веществ — с 9,72 до 12,35%, сахаров — с 6,61 до 8,39%, свободных органических кислот и их кислых солей — 0,73 до 0,9%, антоцианов — с 34,2 до 46,2 мг%, аскорбиновой кислоты — с 55 до 62,4 мг%. Наибольшие потери влаги характерны для сорта Шарлотта, наименьшие (3,4–4%) для сортов Гармония, Лия Сахарная и Азия. В плодах земляники садовой стандартной 90% влажности содержание общего сахара за 7 суток хранения в неохлаждаемом состоянии снижается в среднем на 0,92%, органических кислот на 0,1%, антоцианов на 9,8%, аскорбиновой кислоты на 29,3%, а соотношение сахар/кислота изменяется незначительно с некоторой тенденцией в сторону его повышения (с 9,52 до 9,57 или на 0,52%).*

**Ключевые слова:** земляника садовая, хранение плодов, сорт, сухие вещества, сахара, сахарокислотный индекс, аскорбиновая кислота, антоцианы.

### Введение

Земляника садовая ценится за быстрое вступление в период товарного плодоношения, раннее созревание ягод и высокую урожайность. Плоды земляники отличаются привлекательным внешним видом, прекрасным вкусом и ароматом, являются ценным источником фитохимических соединений и ценным продуктом диетического питания [1, 2]. В зависимости от сорта, уровня агротехники и погодных условий выращивания ягоды земляники садовой содержат сухих веществ 6,42–11,84%, растворимых сухих веществ — от 6,42 до 11,84%, органических кислот (титрируемая кислотность) — от 0,47 до 1,18%, аскорбиновой кислоты (витамин С) — от 42,4 до 89 мг%, антоциановых веществ — от 17,9 до 50,7 мг% [3]. Углеводы в ягодах земляники в основном представлены моно- и дисахаридами, их количество изменяется от 5,9 до 8,9%. На долю глюкозы приходится 1,8–3,4%, фруктозы 1,9–3,9%, сахарозы 0,1–0,6% [4].

Плоды земляники садовой принадлежит к классу нестойких, скоропортящихся фруктов — они обладают высокой интенсивностью дыхания, быстро перезревают и подвержены грибковым заболеваниям [5]. Поэтому, крайне важно, в послеуборочный период как можно дольше ягоды земляники сохранить в свежем виде с

минимальными потерями, с сохранением их высоких товарных качеств и пищевой ценности. Для этого нужны сорта земляники, плоды которых при хранении в меньшей мере ухудшают потребительские свойства, и все основные компоненты биохимического состава ягод максимально долго остаются на высоком уровне [6, 7].

Цель исследований — определить изменения биохимического состава плодов земляники садовой в послеуборочный период при хранении в неохлажденном состоянии для выявления сортов, обеспечивающих наименьшие потери товарных качеств и пищевой ценности ягод.

### Материал и методы исследования

Исследования проводились на базе ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады». В качестве биологических объектов исследования использованы следующие сорта земляники садовой:

**Гармония** (Голландия). Сеянец от Harmony «P061103V». Средняя масса плода до 30 г. Мякоть красная, сочная, средняя по плотности. Срок созревания 4–8 июня.

**Лия Сахарная** (Италия). Точное происхождение сорта не установлено. Масса плода 45–50 г. Мякоть красная, сочная, по вкусу очень сладкая, с насыщенным ароматом. Срок созревания 8–20 июня.



**Мурано** (Италия). Получен в 2004 г. путем скрещивания незапатентованных номерных сортов R6R1-26 и A030-12. Средняя масса плода 20–25 г. Мякоть красная, плотная, мясистая. Вкус сладкий с ярко выраженным ароматом. Срок созревания 4–8 июня.

**Азия** (Италия). В Украине известен как NF 421, в Беларуси как «Азия». Средняя масса плода до 18 г. Мякоть нежно-красного цвета с глянцевым покрытием, сладкая, без внутренних пустот, сочная, плотная. Срок созревания 5–10 июня.

**Шарлотта** (Франция). Получен в 1995 г. путём скрещивания ремонтанта Мара де Буа и номерной разновидности Cal.19. Масса плода 20–30 г. Мякоть насыщенно красная, сочная и нежная. Вкус мускатный с выраженным земляничным ароматом. Срок созревания 8–10 июня.

Определение влажности (сумма сухих веществ) проводили по ГОСТ 28561-90, содержание растворимых сухих веществ (РСВ) — по ГОСТ ISO 2173-2013, общей (титруемой) кислотности — по ГОСТ ISO 750-2013, аскорбиновой кислоты (витамин С) — по ГОСТ 24556-89. Количество антоциановых пигментов определяли спектрофотометрическим методом на фотометре Lasa Agro 2800 (DR-2800). Содержание суммы антоцианов рассчитывали по формуле с применением удельного показателя поглощения цианидин-3,5-дигликозида в 1%-ном водном растворе соляной кислоты (453). Поглощение данных пигментов определяли на спектрофотометре при длине волны 510 нм. Для внесения поправки на содержание зеленых пигментов определяли оптическую плотность полученных пигментов при длине волны 657 нм.

Определение основных показателей качества ягод земляники садовой проводили в сырой массе, а также

при перерасчете на абсолютно сухое вещество, непосредственно после сбора урожая и через 7 суток хранения и естественного увядания плодов в неохлажденном состоянии при температуре 20–22°C.

### Результаты исследования и их обсуждение

Отмечено, что в течение 7 суток хранения в неохлажденном состоянии, в связи с увяданием ягод земляники садовой, содержание сухого вещества в них в среднем по культуре возрастало с 10,34±1,24% до 15,43±2,80%, а количество водорастворимых сухих веществ увеличивалось соответственно с 9,72±1,30% до 12,35±2,11%. Наибольшие потери влаги были характерны для сорта Шарлотта (с 88,54% при сборе до 79,65% через 7 суток хранения), а количество растворимых сухих веществ при этом возрастало с 10,72±0,05% до 16,19±0,1% (табл. 1).

В сырой массе плодов общее количество сахаров в зависимости от сорта при сборе плодов варьировало от 4,86±0,04% у сорта Гармония до 7,29±0,03% у сорта Шарлотта, тогда как через 7 суток хранения количество сахаров в ягодах возрастало до 7,07±0,08% у сорта Гармония и до 11,01±0,07% у сорта Шарлотта.

Количество органических кислот и их солей в сырых ягодах в течение 7 суток хранения плодов в неохлаждаемых условиях возрастало в среднем с 0,73±0,18% при коэффициенте вариации 24,96% до 0,9±0,12% с вариацией от среднего в 13,43%.

В плодах сорта Гармония титруемая кислотность увеличивалась с 0,61±0,04 до 0,81±0,01%, у сорта Лия Сахарная с 0,98±0,02 до 1,04±0,02%, у сорта Мурано с 0,54±0,03 до 0,84±0,02%, у сорта Азия с 0,92±0,02 до 1,06±0,01% и у сорта Шарлотта с 0,60±0,06 до

**Табл. 1. Изменение биохимического состава сырой массы ягод сортов земляники садовой при хранении в неохлажденном состоянии после сбора урожая**

Сорт	В 100 г сырой массы мякоти плода				
	сумма сухих веществ, %	РСВ, %	сумма сахаров, %	титруемая кислотность, %	СКИ
После сбора ягод					
Гармония	7,92±0,14	7,15±0,05	4,86±0,04	0,61±0,04	7,97
Лия Сахарная	10,69±0,24	10,34±0,05	7,03±0,03	0,98±0,02	7,17
Мурано	10,90±0,18	10,27±0,10	6,98±0,06	0,54±0,03	12,93
Азия	10,75±0,23	10,13±0,02	6,89±0,02	0,92±0,02	7,49
Шарлотта	11,46±0,04	10,72±0,05	7,29±0,03	0,60±0,06	12,15
$M_{cp} \pm \sigma$	10,34±1,24	9,72±1,30	6,61±0,89	0,73±0,18	9,54±2,47
V, %	12,01	13,38	13,39	24,96	25,92
После 7 суток хранения в неохлажденном состоянии					
Гармония	11,88±0,30	10,40±0,12	7,07±0,08	0,81±0,01	8,73
Лия Сахарная	14,70±0,20	11,54±0,05	7,85±0,04	1,04±0,02	7,55
Мурано	16,04±0,10	12,89±0,10	8,76±0,06	0,84±0,02	10,43
Азия	14,18±0,09	10,71±0,12	7,28±0,06	1,06±0,01	6,87
Шарлотта	20,35±0,25	16,19±0,10	11,01±0,07	0,77±0,05	14,30
$M_{cp} \pm \sigma$	15,43±2,80	12,35±2,11	8,39±1,43	0,90±0,12	9,58±2,65
V, %	18,16	17,06	17,07	13,43	27,70

0,77±0,05%, т.е. наименьшая кислотность через 7 суток хранения отмечалась в ягодах сортов Шарлотта и Гармония, а наибольшая у сортов Лия Сахарная и Азия.

Содержание аскорбиновой кислоты в ягодах земляники садовой в период сбора плодов изучаемых сортов равнялось в среднем 55,02±9,77 мг% с коэффициентом вариации от среднего 17,76% и изменялось от 45,1±1,40 мг% у сорта Лия Сахарная до 70,8±0,75 мг% у сорта Шарлотта (табл. 2). После 7 суток хранения в неохлажденном состоянии в 100 г сырой мякоти плодов количество аскорбиновой кислоты возрастало в среднем на 13,4%, в том числе у сорта Гармония на 36,8%, у сорта Лия Сахарная на 40,1%, у сорта Азия на 1,4%, у сорта Шарлотта на 7,8%, тогда как в плодах сорта Мурано отмечалось снижение количества аскорбиновой кислоты на 8%.

Содержание суммы антоцианов в пересчете на цианидин-3-глюкозид в плодах изучаемых сортов земляники садовой сразу после сбора урожая равнялось в среднем 34,16±9,74 мг% с вариацией от среднего значения в 28,52%, а через 7 суток хранения их количество в сырой массе ягод увеличивалось на 35,3% и составляло 46,22±8,07 мг% с коэффициентом вариации 17,46%. Наибольшее увеличение количества антоцианов в 100 г сырой массы плодов после 7 суток хранения в неохлажденном состоянии, по сравнению с исходным их содержанием, отмечено у сорта Лия Сахарная (73,7%) и сорта Шарлотта (66%). В сырой массе мякоти плодов земляники сорта Мурано содержание антоциановых веществ в период их хранения изменялось незначительно.

<b>Табл. 2. Изменение содержания биологически активных веществ в ягодах сортов земляники садовой при хранении в неохлажденном состоянии после сбора урожая</b>				
Сорт	Полифенольные вещества (антоцианы), мг%		Аскорбиновая кислота (витамин С), мг%	
	сырая масса	сухое вещество	сырая масса	сухое вещество
После сбора ягод				
Гармония	26,5±3,78	334,6	46,2±2,65	583,3
Лия Сахарная	22,4±2,17	209,5	45,1±1,40	421,9
Мурано	50,7±1,71	465,1	61,4±1,95	563,3
Азия	35,6±0,45	331,2	51,6±6,15	480,1
Шарлотта	35,6±4,80	310,6	70,8±0,75	617,8
$M_{cp} \pm \sigma$	34,2±9,74	330,2±81,45	55,0±9,77	533,3±71,81
V, %	28,48	24,67	17,76	13,46
После 7 суток хранения в неохлажденном состоянии				
Гармония	37,8±0,33	318,2	63,2±3,00	532,0
Лия Сахарная	38,9±2,58	264,6	63,2±3,00	429,9
Мурано	51,6±3,37	321,7	57,1±3,25	356,0
Азия	43,7±1,43	308,2	52,3±1,40	368,8
Шарлотта	59,1±0,62	290,4	76,3±2,20	374,9
$M_{cp} \pm \sigma$	46,2±8,07	300,6±21,04	62,4±8,06	412,3±64,96
V, %	17,47	7,0	12,92	15,76

Максимальное номинальное количество антоциановых веществ после 7 суток хранения плодов, на уровне среднего их содержания, выявлено в ягодах сорта Мурано (51,6±3,37 мг%) и сорта Шарлотта (59,1±0,62 мг%).

Неодинаковая интенсивность потери влаги плодами земляники садовой в период хранения не позволяет в полной мере судить о тенденции изменения биохимического состава ягод с учетом сортовых особенностей. В связи с этим, полученные результаты исследований по содержанию в сырых ягодах сахаров, органических кислот, аскорбиновой кислоты и антоциановых веществ были перерасчитаны на абсолютно сухое вещество, как на момент сбора урожая плодов, так и через 7 суток их хранения в неохлажденном состоянии (табл. 3).

Данные биохимического состава сухого вещества изучаемых сортов земляники садовой свидетельствуют, что доля общего количества сахаров в нем за 7 суток хранения плодов в неохлажденном состоянии в среднем по культуре снижается с 63,8 до 59,5% (на 4,3%), органических кислот с 7,70 до 6,82% (на 0,88%), аскорбиновой кислоты с 533,3 до 412,3 мг% (на 29,3%), антоциановых веществ с 330,2 до 300,6 мг% (на 9,8%). Наименьшее снижение содержания общего количества сахаров в составе сухих веществ наблюдалось у сорта Гармония и равнялось 1,86%, тогда как у других сортов доля сахаров в сухом веществе уменьшалась на 9,44–12,79%.

По изменению количества органических кислот в сухом веществе выявлена тенденция их снижения на 0,88% у сорта Гармония, на 2,10% — у сорта Лия Сахарная, на 1,08% — у сорта Азия, на 1,46% — у сорта Шарлотта, а у сорта Мурано, наоборот, происходило увеличение значений титруемой кислотности с 4,95 до 5,24% или на 0,29%.

Наибольшее снижение содержания в сухом веществе аскорбиновой кислоты после 7 суток хранения плодов в неохлажденном состоянии отмечено у сорта Шарлотта (на 64,79% или с 617,8 до 374,9 мг%) и у сорта Мурано (на 58,23 % или с 563,3 до 356,0 мг%). Незначительное уменьшение количества аскорбиновой кислоты в сухом веществе плодов при хранении было характерно для сорта Гармония (на 9,64%), а в сухом веществе ягод сорта Лия Сахарная отмечалось некоторое (на 1,86%) повышение содержания витамина С.

Количество антоциановых веществ в пересчете на цианидин-3-глюкозид в сухом веществе плодов земляники после 7 суток хранения равнялось в среднем 300,6±21,04 мг% с вариацией от среднего значения в 7,00%. В сухом веществе плодов снижение количества антоцианов у сорта Гармония происходило на 5,15%, у сорта Мурано — на 44,58%, у сорта Азия — на 7,46% и у сорта Шарлотта — на 6,96%. У сорта Лия Сахарная содержание антоцианов в сухом веществе ягод после 7 суток их хранения возрастало с 209,5 до 264,6 мг% или на 26,3%.

**Табл. 3. Изменение биохимического состава сухого вещества ягод сортов земляники садовой при хранении в неохлажденном состоянии после сбора урожая**

Сорт	В 100 г сухого вещества мякоти плода			
	количество сахаров, %	свободные органические кислоты и их кислые соли, %	полифенольные вещества (антоцианы), мг	аскорбиновая кислота (витамин С), мг
После сбора ягод				
Гармония	61,36	7,70	334,6	583,3
Лия Сахарная	65,76	9,17	209,5	421,9
Мурано	64,04	4,95	465,1	563,3
Азия	64,09	8,56	331,2	480,1
Шарлотта	63,61	5,24	310,6	617,8
$M_{cp} \pm \sigma$	63,77±1,41	7,12±1,72	330,2±81,45	533,3±71,8
V, %	2,21	24,20	24,67	13,46
После 7 суток хранения в неохлажденном состоянии				
Гармония	59,5	6,82	318,2	532,0
Лия Сахарная	53,4	7,07	264,6	429,9
Мурано	54,6	5,24	321,7	356,0
Азия	51,3	7,48	308,2	368,8
Шарлотта	54,1	3,78	290,4	374,9
$M_{cp} \pm \sigma$	54,58±2,71	6,08±1,38	300,6±21,04	412,3±64,96
V, %	4,96	22,66	7,00	15,75

Для сравнимости биохимического состава сырой массы плодов изучаемых сортов земляники садовой в течение 7 суток их хранения в неохлажденном состоянии, полученные нами результаты исследований по содержанию сахаров, органических кислот, аскорбиновой кислоты и антоцианов, были приведены к стандартной влажности (массовая доля влаги в ягодах 90%).

**Табл. 4. Биохимический состав ягод сортов земляники садовой стандартной 90% влажности при хранении в неохлажденном состоянии после сбора урожая**

Сорт	В 100 г сырой массы мякоти плода				
	сумма сахаров, %	титруемая кислотность, %	СКИ	антоцианы, мг%	аскорбиновая кислота, мг%
После сбора ягод					
Гармония	6,14	0,77	7,97	33,4	58,3
Лия Сахарная	6,58	0,92	7,15	21,0	42,2
Мурано	6,40	0,50	12,80	46,5	56,3
Азия	6,41	0,86	7,45	33,1	48,0
Шарлотта	6,36	0,52	12,23	31,1	61,8
$M_{cp} \pm \sigma$	6,38±0,14	0,71±0,17	9,52±2,46	33,02±8,12	53,32±7,18
V, %	2,21	24,28	25,90	24,60	13,46
После 7 суток хранения в неохлажденном состоянии					
Гармония	5,95	0,68	8,75	31,8	53,2
Лия Сахарная	5,34	0,71	7,52	26,5	43,0
Мурано	5,46	0,52	10,50	32,2	35,6
Азия	5,13	0,75	6,84	30,8	36,9
Шарлотта	5,41	0,38	14,24	29,0	37,5
$M_{cp} \pm \sigma$	5,46±0,27	0,61±0,14	9,57±2,64	30,06±2,10	41,24±6,49
V, %	4,96	22,73	27,65	6,97	15,74

При стандартной влажности плодов земляники сразу после сбора урожая общее количество сахаров в ягодах изучаемых сортов составляло в среднем 6,38±0,14% с вариацией в 2,21% и изменялось от 6,14% у сорта Гармония до 6,58% у сорта Лия Сахарная (табл. 4).

Количество свободных органических кислот и их кислых солей варьировало от 0,52 до 0,92%. Наименьшая титруемая кислотность отмечена в плодах сорта Шарлотта, наибольшая у сорта Лия Сахарная. Значения сахарокислотного индекса составляли в среднем 9,52±2,46%. Выявлено, что в ягодах сортов Гармония, Лия Сахарная и Азия соотношение сахар/кислота изменялось на уровне 7,15-7,97, а в плодах сортов Мурано и Шарлотта сахарокислотный индекс (СКИ) был в 1,53–1,79 раза выше и составлял 12,23–12,80 о.е. Содержание антоциановых веществ в плодах земляники равнялся в среднем 33,02±8,12 мг% с наименьшим их количеством у сорта Лия Сахарная (21,0 мг%) и максимальным у сорта Мурано (46,5 мг%). Аскорбиновой кислоты больше всего отмечалось в ягодах Шарлотта (61,8 мг%) при среднем значении 53,32±7,18 мг% с коэффициентом вариации в 13,46%.

#### Выводы

В послеуборочный период при хранении плодов земляники садовой в неохлажденном состоянии в течение 7 суток, в связи с естественным увяданием ягод, содержание сухого вещества в них в среднем по культуре возрастает с 10,34 до 15,43%, а количество водорастворимых сухих веществ увеличивается с 9,72 до 12,35%. Наибольшие потери влаги характерны для сорта Шарлотта (с 88,54 до 79,65%). В плодах земляники садовой, приведенных к стандартной 90% влажности, содержание общего сахара за 7 суток хранения

в неохлажденном состоянии снижается в среднем до 5,46% (на 0,92%), свободных органических кислот — до 0,61% (на 0,1%), антоцианов — до 30,06 мг% (на 2,96 мг% или на 9,8%), аскорбиновой кислоты — до

41,24 мг% (на 12,08 мг% или на 29,3%), а соотношение сахар/кислота изменяется незначительно с некоторой тенденцией в сторону его повышения (с 9,52 до 9,57 или на 0,52%).

#### Литература

1. Дулов, М.И. Уборка урожая, хранение и переработка плодов малины и земляники / М. И. Дулов // Инновационные технологии в науке и образовании. – Петрозаводск, 2021. – С. 4-24.
2. Минин, А.Н. Садоводство в Среднем Поволжье/ А.Н. Минин, А.А. Кузнецов, М.И. Антипенко и др. – Самара: ООО «Слово», 2021. – 635 с.
3. Дулов, М.И. и др. Биохимический состав ягод новых и перспективных сортов земляники садовой в условиях Среднего Поволжья / М. И. Дулов, М. И. Антипенко // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2023. – № 4 (58). – С. 35-39.
4. Акимов, М.Ю. Пищевая ценность плодов перспективных сортов земляники / М.Ю. Акимов, Е.В. Жбанова, В.Н. Макаров, И.Б. Перова, Л.В. Шевякова, О.А. Вржесинская, Н.А. Бекетова, О.В. Кошелева, М.Н. Богачук, Е.В. Рылина, И.В. Лукьянчук, А.М. Миронов // Вопросы питания. – 2019. – Т. 88, № 2. – С. 64-72.
5. Колесник, А. А. Химия плодов и овощей и биохимические основы их хранения/ А.А. Колесник. – М.: МИНХ им. Г. В. Плеханова, 1971. – 270 с.
6. Новик, Г.А. Технологический регламент хранения ягод земляники садовой/ Г.А. Новик, А.М. Криворот, М.Г. Максименко // Плодоводство. – 2017. – Т. 29. – С. 214-224.
7. Antunes M. et al. Postharvest quality of strawberry produced during two consecutive seasons // Horticultura Brasileira, 2014. – № 32. – С. 168–173.

#### References

1. Dulov, M.I. Ubor'ka urozhaya, xranenie i pererabotka plodov maliny i zemlyaniki / M. I. Dulov // Innovacionny`e tehnologii v nauke i obrazovanii. – Petrozavodsk, 2021. – S. 4-24.
2. Minin, A.N. Sadovodstvo v Srednem Povolzh'e/ A.N. Minin, A.A. Kuznecov, M.I. Antipenko i dr. – Samara: ООО «Slovo», 2021. – 635 s.
3. Dulov, M.I. i dr. Bioximicheskij sostav jagod novy`x i perspektivny`x sortov zemlyaniki sadovoj v usloviyax Srednego Povolzh'ya / M. I. Dulov, M. I. Antipenko // Teoreticheskie i prikladny`e problemy` agropromy`shlennogo kompleksa. – 2023. – № 4 (58). – S. 35-39.
4. Akimov, M.Yu. Pishhevaya cennost` plodov perspektivny`x sortov zemlyaniki / M.Yu. Akimov, E.V. Zhbanova, V.N. Makarov, I.B. Perova, L.V. Shevyakova, O.A. Vrzhesinskaya, N.A. Beketova, O.V. Kosheleva, M.N. Bogachuk, E.V. Ry`lina, I.V. Luk`yanchuk, A.M. Mironov // Voprosy` pitaniya. – 2019. – T. 88, № 2. – S. 64-72.
5. Kolesnik, A. A. Ximiya plodov i ovoshhej i bioximicheskie osnovy` ix xraneniya/ A.A. Kolesnik. - M.: MINX im. G. V. Plexanova, 1971. - 270 s.
6. Novik, G.A. Texnologicheskij reglament xraneniya jagod zemlyaniki sadovoj/ G.A. Novik, A.M. Krivorot, M.G. Maksimenko // Plodovodstvo. – 2017. – T. 29. – S. 214-224.
7. Antunes M. et al. Postharvest quality of strawberry produced during two consecutive seasons // Horticultura Brasileira, 2014. – № 32. – С. 168–173.

**M. I. Dulov, M. S. Sergeev**

Scientific Research Institute of Horticulture and Medicinal Plants «Zhiguli gardens», [dulov-tehfak@mail.ru](mailto:dulov-tehfak@mail.ru)

### CHANGES IN THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF STRAWBERRY BERRIES WHEN STORED IN A CHILLED STATE

*Strawberry fruits are characterized by excellent taste and aroma, and are a valuable source of phytochemical compounds. The maximum preservation of fruits in fresh form with minimal losses of their commercial qualities and biochemical composition at elevated temperatures (20–22 °C) in the period after harvest, when placed in retail chains after the end of storage or production of dried berries largely depends on the variety of strawberry.*

*The purpose of the research is to determine changes in the biochemical composition of strawberry fruits in the post-harvest period when stored in an uncooled state to identify varieties that provide the least loss of commercial qualities and nutritional value of berries. The research was carried out on the basis of the GBU Scientific Research Institute «Zhiguli Gardens». The object of research was varieties of Dutch, Italian and French garden strawberries. The chemical composition of the varieties was evaluated in accordance with generally accepted methods. As a result of the research, it was revealed that during 7 days of storage in an uncooled state, due to the wilting of strawberry berries, the dry matter content in 100 g of fruits increases on average from 10,34 to 15,43%, soluble solids – from 9,72 to 12,35%, sugars – from 6,61 to 8,39%, free organic acids and their acidic salts – 0,73 to 0,90%, anthocyanins – from 34,2 to 46,2 mg%, ascorbic acid – from 55,0 to 62,4 mg%. The highest moisture losses are typical for the Charlotte variety, the lowest (3,4–4,0%) for the Harmony, Liya Sugar and Asia varieties. In the fruits of standard strawberry 90,0% humidity, the total sugar content for 7 days of storage in an uncooled state decreases by an average of 0,92%, organic acids by 0,10%, anthocyanins by 9,8%, ascorbic acid by 29,3%, and the sugar/acid ratio changes slightly with some tendency towards its increase (from 9,52 to 9,57 or 0,52%).*

**Key words:** strawberry, fruit storage, variety, dry substances, sugars, sugar acid index, ascorbic acid, anthocyanins.



# Полиморфизм генов биосинтеза этилена Md-ACS1 и Md-ACO1 у сортов яблони российской селекции зимнего срока созревания плодов

УДК 634.11: 575.822

DOI: 10.32935/2221-7312-2024-59-1-53-60

**М. И. Дулов** (д.с.–х.н.)

Научно-исследовательский институт садоводства и лекарственных растений  
«Жигулевские сады»,  
dulov-tehfak@mail.ru

Важными показателями качества яблок являются плотность, сочность и пригодность плодов для хранения. Способность сохранять твердость во время созревания и хранения во многом связана со скоростью выработки этилена в плодах. Для сортов, гомозиготных по аллелю Md-ACS1-2, характерен пониженный, гетерозиготных (Md-ACS1-1/2) — средний, гомозиготных (Md-ACS1-1/1) — высокий уровень биосинтеза этилена в плодах. Цель исследований — провести анализ сортов яблони зимнего срока созревания российской селекции с выявленным аллельным составом генов Md-ACS1 и Md-ACO1 с целью выделения лучших генотипов для дальнейшего использования в селекции и предоставления производителям яблок информации о сортах, несущих ценные комбинации аллелей и проявляющих способность к лучшей сохраняемости яблок во время хранения. Объектом анализа служили 92 сорта российской селекции зимнего срока созревания плодов. Установлено, что 87,5% стародавних и местных сортов гомозиготны по аллелю Md-ACS1-1 и 12,5% гетерозиготны по данному локусу. Гомозигот по аллелям Md-ACS1-2 и Md-ACO1-1 с низким содержанием этилена в созревших плодах не обнаружено. Сорта яблони, созданные в первой половине XX века, по аллельному разнообразию генов Md-ACS1 и Md-ACO1 практически не отличаются от стародавних и местных сортов. Частота встречаемости аллелей Md-ACS1-1/1 у полученных во второй половине XX века сортов снизилась в среднем до 58,97%, аллелей Md-ACS1-1/2 — увеличилась до 35,9% и впервые получены сорта с наличием аллелей Md-ACS1-2/2. В среднем 19,05% современных сортов яблони по аллелю Md-ACS1-2 гомозиготны, 42,85% гетерозиготны по Md-ACS1-1-2 и 38,1% гомозиготны по Md-ACS1-1. Частота встречаемости аллелей Md-ACO1-1/1 у современных сортов составляет в среднем 4,76%, аллелей Md-ACO1-1/2 — 71,43%, а аллелей Md-ACO1-2/2 — 23,81%. При создании для условий Среднего Поволжья генотипов яблони зимнего срока созревания с низким уровнем биосинтеза этилена в плодах в качестве родительских форм представляет интерес использование сортов отечественной селекции Азимут, Георгия, Академик Казаков, Александр Бойко, Память Нестерова.

**Ключевые слова:** яблоня, сорт, хранение плодов, биосинтез этилена, Md-ACS1, Md-ACO1, полиморфизм.

## Введение

Яблоки являются важным компонентом здорового и сбалансированного питания, помогают предотвращать возникновение всех форм неполноценного питания. Потребление их в достаточном количестве снижает риск возникновения различных заболеваний и преждевременного старения организма [1]. В настоящее время яблоня домашняя выращивается во всех умеренных и субтропических странах мира и насчитывает более 10 тыс. сортов, которые имеют разную скорость созревания и товарно-потребительские показатели качества плодов.

Одними из наиболее важных характеристик качества плодов яблони являются текстура, упругость и пригодность их для хранения в течение определенного периода времени. Потребители все чаще требуют твердых яблок с сочной и хрустящей текстурой. Способность сохранять твердость во время созревания важна не только для вкусовых качеств плодов, но и для снижения восприимчивости их к патогенам, повышения сохранности и сроков годности при хранении.

Изменение структуры мякоти плодов при созревании происходит в результате различных физиологиче-

ческих и биохимических процессов, среди которых важная роль принадлежит процессу эндогенного синтеза этилена, увеличение интенсивности которого активирует различные ферментативные системы, влияющие на плотность клеточной стенки и размягчение мякоти [2]. Снижение уровня выработки этилена в плодах и подавление его действия способствуют повышению сроков хранения яблок [6].

Применение холодильных камер с регулируемой атмосферой, химических обработок имеют свою эффективность в поддержании стабильного качества плодов в период хранения, но использование данных методов значительно повышает себестоимость яблок. Наиболее эффективным вариантом частичной замены этих методов, особенно при производстве органической продукции, где не все химические вещества разрешены, является применение сортов яблони с низким уровнем биосинтеза этилена в плодах во время созревания и при хранении.

Основными генами, ответственными за биосинтез этилена в плодах яблони во время созревания и при хранении, являются гены Md-ACS1 и Md-ACO1 [24]. В локусе Md-ACS1 аллель Md-ACS1-1 приводит к нор-



мальному производству этилена, а аллель Md-ACS1-2 связана со сниженным уровнем этилена [20]. Гомозиготность по аллелю Md-ACS1-1 указывает на максимальный биосинтез этилена в плодах и невысокую степень их лежкости. В локусе Md-ACO1 идентифицированы также две аллели: сорта, гомозиготные по аллелю ACO1-1, имеют низкое содержание этилена и отличаются лучшей сохраняемостью плодов, чем гетерозиготные сорта по аллелю ACO1-1/2 и сорта, гомозиготные по аллелю ACO1-2. Гомозиготность по Md-ACO1-1 в сочетании с аллелем Md-ACS1-2/2 приводит к дополнительному снижению синтеза этилена в плодах до уровня, который позволяет обеспечить сохранение твердости яблок при хранении в течение нескольких месяцев [3, 4].

Цель исследований – провести анализ сортов яблоны зимнего срока созревания российской селекции с выявленным аллельным составом генов Md-ACS1 и Md-ACO1 с целью выделения лучших генотипов для дальнейшего использования в селекции и предоставления производителем яблок информации о сортах, несущих ценные комбинации аллелей и проявляющих способность к лучшей сохраняемости яблок во время хранения.

#### Материал и методы исследования

Объектом анализа аллельного состояния генов Md-ACS1 и Md-ACO1, вовлеченных в биосинтез этилена в период созревания и хранения плодов яблоны, служили 92 сорта российской селекции зимнего срока созревания плодов. Частота встречаемости аллелей гена Md-ACS1 определена на основе анализа установленного аллельного разнообразия данного гена у 92 сортов, аллелей гена Md-ACO1 — у 85 сортов яблоны. Для обнаружения у сортов яблок аллелей гена Md-ACS1 применяют маркер Md-ACS1 [21], гена Md-ACO1 — маркер Md-ACO1 [20]. Созданные ДНК-маркеры являются достаточно эффективными, имеют следующую нуклеотидную последовательность и размер ПЦР-продукта:

Md-ACS1 F5'-AGAGAGATGCCATTTTTGTTTCGTAC-3', 489 п.н.;

Md-ACS1 R.5'-CTACAACTTGCGTGGGGATTATAAGTGT-3', 655 п.н.;

Md-ACO1 F5'-TCCCCCAATGCACCACTCCA-3', 525 п.н.;

Md-ACO1 R.5'-GATTCCTTGGCCTTCATAGCTTC-3', 587 п.н.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследований отечественных ученых и стран мира по изучению аллельного разнообразия генов Md-ACS1 и Md-ACO1 анализируемых сортов яблоны российской селекции зимнего срока созревания плодов приведены в *табл. 1*. Отмечено, что у 87,50%

стародевичих и местных сортов аллель Md-ACS1-1 в гомозиготном состоянии, гетерозиготны по этому локусу 12,5% сортов, а гомозиготных по аллелю Md-ACS1-2 с более низким содержанием эндогенного этилена не выявлено. Рассматриваемые сорта яблоны на 93,33% гетерозиготны по локусу Md-ACO1 и характеризуются средним уровнем внутренней концентрации этилена, что практически не сказывается на лежкости плодов при хранении. Сорта, гомозиготные по аллелю Md-ACO1-1 с низким содержанием этилена в созревших плодах и демонстрирующих лучшее сохранение твердости яблок при хранении, не обнаружено.

Сорта яблоны российской селекции зимнего срока созревания плодов, созданные в первой половине XX века, по аллельному разнообразию генов Md-ACS1 и Md-ACO1 практически не отличаются от стародевичих и местных сортов.

Выявлено, что стародевичий сорт Ренет Симиренко, местный сорт Калининградской области Местное Лежкое, а также сорта Зимнее полосатое и Парадизка мичуринская имеют гетерозиготное состояние генов Md-ACS1 и Md-ACO1. При использовании данных сортов в качестве родительских форм, в зависимости от комбинаций скрещивания, в полученном гибридном материале ожидаемое количество генотипов, несущих селекционно ценные аллели Md-ACS1-2/2 и Md-ACO1-1/1, может достигать в среднем 20%.

Во второй XX века в России при создании новых генотипов яблоны зимнего срока созревания плодов в селекционный процесс в качестве родительских форм все чаще стали вовлекать сорта зарубежной селекции. Это позволило в зародышевой плазме вновь создаваемых сортов яблоны значительно увеличить присутствие ценных аллелей генов биосинтеза этилена (*табл. 2*). Частота встречаемости аллелей Md-ACS1-1/1 у полученных в данный период сортов, по сравнению со стародевичими и местными сортами, уменьшилась в среднем до 58,97%, аллелей Md-ACS1-1/2 — увеличилась до 35,9% и впервые получены сорта с наличием аллелей Md-ACS1-2/2.

В выборке из 39 сортов яблоны зимнего срока созревания плодов с установленным аллельным составом гена Md-ACS1 аллель Md-ACS1-2 в гомозиготе выявлена у сортов Любава (Китайка поздняя × Победа Черненко) и Прикубанское (Ред Делишес × Опалесцент), т.е. частота встречаемости аллеля Md-ACS1-2/2 составляет в среднем 5,13%. Данные генотипы, обуславливающие в плодах низкий уровень биосинтеза этилена, необходимо в программах селекции яблоны привлекать в качестве исходных родительских форм. Это позволит, в зависимости от комбинаций скрещивания, до 40–50% увеличить количество гибридных сеянцев с наличием ценного аллеля Md-ACS1-2/2 и получать сорта с длительным сроком хранения плодов. Гетерозиготными генотипами (Md-ACS1-1/2) со средним уровнем синтеза

**Табл. 1. Состав аллелей генов биосинтеза этилена у сортов яблони зимнего срока созревания, созданных в России до середины XX века**

Сорт	Происхождение	Md-ACS1		Md-ACO1		Источник
		489 п.н.	655 п.н.	525 п.н.	587 п.н.	
Ренет Симиренко	Стародавний русский сорт	+	+	+	+	[11]
Местное Лежкое	Местный сорт Калининградской области	+	+	+	+	[18, 23]
Антоновка–каменичка	Стародавний русский сорт	+	–	+	+	[12]
Антоновка обыкновенная	Стародавний русский сорт	+	–	+/- <sup>3</sup>	+	[8, 10 <sup>3</sup> , 15 <sup>3</sup> , 16, 18]
Антоновка ржавая	Стародавний русский сорт	+	–	+	+	[18, 23]
Бабушкино	Стародавний русский сорт	+	–	+/- <sup>3</sup>	+	[15 <sup>3</sup> , 18]
Башкирский красавец	Местный Башкирский сорт	+	–	+	+	[18]
Понявинское	Стародавний русский сорт	+	–	+	+	[18, 23]
Зеленое Княжеское	Местный поволжский сорт	+	–	+	+	[18, 23]
Саблы Синап	Местный Крымский сорт	+	–	+	+	[12]
Сары Синап	Местный Крымский сорт	+	–	+	+	[12]
Синап Судакский	Местный Крымский сорт	+	–	+	+	[12]
Северный Великан	Местный сорт Ленинградской области	+	–	+	+	[18, 23]
Сладкое Зимнее	Местный сорт Псковской области	+	–	+	+	[18, 23]
Скрыжапель	Стародавний русский сорт	+	–	–	–	[17]
Чулановка	Стародавний русский сорт	+	–	–	+	[15]
Зимнее полосатое	Боровинка × Ренет шампанский	+	+	+	+	[8, 16]
Парадизка мичуринская	Скрыжапель × Бессемянка комсинская	+	+	+	+	[8, 16, 17]
Аркад зимний	Яблоня Недзвецкого × Ант. обыкн.	+	–	+/- <sup>3</sup>	+	[8, 17, 18 <sup>3</sup> ]
Бельфлер–рекорд	Бельфлер–китайка × Яхонтовое	+	–	+	+	[8, 16]
Вишневое	Пепин шафранный × Ант. обыкн.	+	–	+	+	[12]
Витязь	Пепин шафранный × Анис полосатый	+	–	+	+	[12]
Вымпел	Скала × Карповское	+	–	+	+	[9]
Комсомолец	Бельфлер–китайка × Рубиновое	+	–	+	+	[8, 16]
Кулон–китайка	Китайка × Ренет Кулона	+	–	+	+	[8, 16]
Пепин шафранный	Ренет орлеанский × (Пепинка литовская × Китайка)	+	–	+/- <sup>3</sup>	+	[8, 10 <sup>3</sup> , 16, 17]
Россошанское зимнее	Ренет Симиренко × Уэлси	+	–	+	+	[12]
Феникс алтайский	Бельфлер–феникс – св. опыление	+	–	+	+	[8, 16]
Северный синап	От св. опыления сорта Кандиль–китайка	+	–	–	+	[10]
Богатырь	Антоновка × Ренет Ландсбергский	+	–	–	–	[17, 22]
Шафран–китайка	Ренет орлеанский × китайская садовая яблоня	+	–	–	–	[8]
Яхонтовое	Яблоня Недзвецкого × Ант. обыкн.	+	–	–	–	[8]

**Табл. 2. Состав аллелей генов биосинтеза этилена у сортов яблони зимнего срока созревания, созданных в России во второй половине XX века**

Сорт	Происхождение	Md-ACS1		Md-ACO1		Источник
		489 п.н.	655 п.н.	525 п.н.	587 п.н.	
1	2	3	4	5	6	7
Любава	Китайка поздняя × Победа Черненко	–	+	+	+	[11, 13]
Прикубанское	Ред Делишес × Опалесцент	–	+	+	+	[12]
Исетское позднее	Щедрая × Янтарь	+	+	+	–	[19]
Афродита	814 – свободное опыление	+	+	+	+	[11]
Благая весть	Сеянец 2034 × Краса Свердловска	+	+	+	+	[19]
Веньяминовское	Голден Делишес × F2 M. floribunda	+	+/- <sup>2</sup>	+/- <sup>3</sup>	+	[8, 10 <sup>2,3</sup> , 11, 17]
Кубанское багряное	Ред Делишес × Джонаред	+	+	+	+	[11, 12]
Меканис	Мекинтош × Анис алый	+	+	+	+	[10]
Орловское полесье	814 – свободное опыление	+	+/- <sup>2</sup>	+/- <sup>3</sup>	+	[11, 15 <sup>2,3</sup> ]
Персиковое	Кубань спур × Кальвиль снежный	+/- <sup>1</sup>	+	+	+	[11, 14 <sup>1</sup> ]
Ренет кубанский	Клон сорта Ренет Симиренко	+	+	+	+	[11]

**Селекция, семеноводство и биотехнология растений**

1	2	3	4	5	6	7
Валюта	КВ 6 × ОР38Т17	+	+	–	+	[5, 10]
Орлик	Мекинтош × Бессемянка мичуринская	+	+	–	+	[10]
Рождественское	Уэлси × ВМ41497	+	+	–	+	[8, 16, 17]
Старт	814 × Мекинтош тетраплоидный	+	+	–/+ <sup>3</sup>	+	[10, 11 <sup>3</sup> , 15]
Флагман	Богатырь × Скала	+	+	–	+	[8, 16, 17]
Болотовское	Скрыжапель × 1924 (IV поколение от яблони обильноцветущей)	+/- <sup>1</sup>	–/+ <sup>2</sup>	+	+	[8, 11 <sup>1,2</sup> , 15, 16]
Былина	Прима × Бессемянка мичуринская	+	–	+	+	[5, 8, 16, 17]
Кандиль орловский	Сеянец 1924 (F2 M. floribunda × Уэлси) × (F2 M. floribunda × Джонатан)	+	–	+	+	[8, 15, 16, 17]
Курнаковское	814 × ПА-29-1-1-63	+	–	+	+	[11]
Память есаулу	27-7-14 (Розмарин × Прима) × Кандиль краснодарский	+	–	+	+	[11]
Полинка	Богатырь – крона × Богатырь – корни	+	–	+	+	[8, 16]
Президент	Сеянец от св. опыления элиты КВ 103	+	–	+	+	[12]
Свежесть	Антоновка краснобочка × PR12Т67 (Уэлси × F2 M. floribunda)	+	–	+	+	[8, 11, 15, 16, 17, 22]
Строевское	814 – свободное опыление	+	–	+/- <sup>3</sup>	+	[10, 11, 15 <sup>3</sup> ]
Юбилей Москвы	814 – свободное опыление	+	–	+/- <sup>3</sup>	+	[10 <sup>3</sup> , 11]
Беркутовское	Кортланд × (Анис розово-полосатый × Антоновка обыкновенная)	+	–	–	–	[17]
Юность	Лалетино × Папировка	+	–	–	–	[22]
Ветеран	Сеянец от свободного опыления сорта Кинг	+	–	–	+	[10, 15]
Вита	Ренет Черненко × 11-1-122	+	–	–	+	[10]
Имрус	Антоновка обыкновенная × ОР18Т13	+	–	–	+	[10, 15, 22]
Краса Свердловска	Сеянец из семян предположительно сорта Джонатан	+	–	–	+	[19]
Орловская заря	Мекинтош × Бессемянка мичуринская	+	–	–	+	[10]
Пепин орловский	Сеянец от свободного опыления сорта Пепин шафранный	+	–	–	+	[10]
Первоуральская	Персиянка × донор иммунитета к парше ВМ41497	+	–	–	+	[19]
Синап орловский	Северный синап × Память Мичурина	+	–	–	+	[10, 15, 17, 22]
Соколовское	Сеянец от свободного опыления сорта Выдубецкая плакучая	+	–	–	+	[7]
Утренняя звезда	Мекинтош × Бессемянка мичуринская	+	–	–	+	[10]
Чистотел	Антоновка обыкновенная × SR 0523	+	–	–	+	[10, 17]

этилена в плодах во время созревания и при хранении в анализируемой выборке являются сорта Исетское позднее, Афродита, Благая весть, Венъяминовское, Кубанское багряное, Меканис, Орловское полесье, Персиковое, Ренет кубанский, Валюта, Орлик, Рождественское, Старт и Флагман.

Вовлечение генотипов яблони зарубежной селекции в селекционный процесс по созданию во второй половине XX века сортов зимнего срока созревания также сказалось и на изменениях у них аллельного разнообразия локуса Md-ACO1. В анализируемой выборке сортов с установленным аллельным составом гена Md-ACO1 количество генотипов при наличии у них аллелей Md-ACO1-1/2 в гетерозиготном состоянии, по сравнению со стародавними и местными сортами, уменьшилось в среднем с 93,33 до 52,78%, но при этом увеличилась доля сортов с аллелями Md-ACO1-2/2 в гомозиготе с 6,67 до 44,44%. Гомозигот по аллелям Md-ACS1-2 и Md-ACO1-1 не обнаружено. Аллель Md-ACO1-1 в гомозиготе при наличии аллелей Md-ACS1-2 в гетерозиготном состоянии выявлена у сорта Исетское позднее (Щедрая × Янтарь). Данный сорт представляет интерес для дальнейшей селекции, поскольку сочетание в генотипе аллелей Md-ACS1-1/2 и Md-ACO1-1/1 может дополнительно снижать скорость биосинтеза этилена и,

тем самым, дольше сохранять потребительские свойства плодов яблони.

Данные о современных сортах яблони зимнего срока созревания с выявленным аллельным составом генов Md-ACS1 и Md-ACO1, включенных в Госреестр селекционных достижений России с 2010 года или проходящих в настоящее время государственное испытание, приведены в *табл. 3*.

В анализируемой выборке из 21 сорта гомозиготу по аллелям Md-ACS1-2 и Md-ACO1-1, что указывает на минимальную скорость биосинтеза этилена в плодах и сохранение их твердости при хранении в течение нескольких месяцев, имеет сорт Азимут (Делишес × Балгард 0247E). Данный сорт является иммунным к парше, имеет высокую зимостойкость и засухоустойчивость, морозостойкость до – 30°C. Кроме сорта Азимут, гомозиготность по аллелю Md-ACS1-2 обнаружена также у сортов Апорт АСС, Щит и Георгия.

По аллелю Md-ACS1-2 гомозиготны в среднем 19,05% современных сортов яблони российской селекции зимнего срока созревания плодов, 42,85% гетерозиготны по аллелям Md-ACS1-1/Md-ACS1-2 и 38,10% гомозиготны по аллелю Md-ACS1-1 (*табл. 4*).

Частота встречаемости аллелей Md-ACO1-1/1 у современных сортов составляет в среднем 4,76%, ал-

**Табл. 3. Состав аллелей генов биосинтеза этилена в генплазме яблони у сортов зимнего срока созревания российской селекции, проходящих ГСИ или включенных в Госреестр селекционных достижений с 2010 г.**

Сорт	Происхождение	Md-ACS1		Md-ACO1		Источник
		489 п.н.	655 п.н.	525 п.н.	587 п.н.	
Азимут	Делишес × Балстард 0247E	–	+	+	–	[13, 14]
Апорт АСС	Апорт кубанский × Кандиль кубанский, мутационная селекция	–	+	+	+	[11]
Щит	Кубань спур × Скарлетт Стеймаред	–	+	+	+	[11]
Геоorgia	Либерти × Голден Делишес	–	+			[14]
Академик Казаков	Карповское × Релейка	+	+	+	+	[9]
Александр Бойко	Прима × Уэлси тетраплоидный	+	+	+	+	[10]
Золотая корона	Радиационный клон сорта Голден Делишес	+	+	+	+	[11]
Памяти Нестерова	Летнее иммунное × Гапа	+	+	+	+	[9]
Румяный альпинист	Кальтерер Бемер × Альпинист зимний	+	+	+	+	[11]
Свердловчанин	Янтарь × смесь пыльцы сортов Оранжевое, Самоцвет и Звездочка	+	+	+	+	[19]
30-47-88	Либерти × 13-6-106 (сеянец Суворовца)	+	+	+	+	[10]
Поэзия	224-18 (SR 0523 × Важак) – свободное опыление	+	+	–	+	[10]
Приокское	224-18 (SR 0523 × Важак) – свободное опыление	+	+	–	+	[10]
Благовест	Прима × Бессемянка мичуринская	+	–	+	+	[8, 12, 16, 17]
ВЭМ розовый	Уральский сувенир × SR 0523 (ген Vm)	+	–	+	+	[19]
Марго	[Голден Делишес тетраплоидный × 2 034 (F2 M. Floribunda × Голден Делишес)]	+	–	+	+/- <sup>±</sup>	[11, 14 <sup>±</sup> ]
Орфей	[Голден Делишес тетраплоидный × OR18T13 (Вольф Ривер × M. atrosanguinea 804/240-57)]	+	–	+	+/- <sup>±</sup>	[11, 14 <sup>±</sup> ]
Талида	Слайер золотой × Уэлси тетраплоидный	+	–	+	+	[11]
25-37-45	Орловская гирлянда × Уэлси тетраплоидный	+	–	+	+	[10]
Восторг	270–124 (Маяк × KB 103) × 23-17-62 (814 – свободное опыление)	+	–	–	+	[10]
Созвездие	224–18 (SR 0523 × Важак) × 22–34-95 (814×ПА-29-1-1-63)	+	–	–	+	[10]

аллелей Md-ACO1-1/2 – 71,43%, а аллелей Md-ACO1-2/2 – 23,81%. Гетерозиготными генотипами по локусам Md-ACS1 и Md-ACO1, со средним уровнем синтеза этилена в плодах во время созревания и при хранении, являются сорта Академик Казаков, Александр Бойко, Золотая корона, Памяти Нестерова, Румяный альпинист, Свердловчанин и гибридная форма 30-47-88.

**Выводы**

Стародавние и созданные в первой половине XX века сорта яблони зимнего срока созревания плодов

отечественной селекции в основном гомозиготны по аллелю Md-ACS1-1. Гомозигот по аллелям Md-ACS1-2 и Md-ACO1-1 с низким содержанием этилена в созревших плодах не имеют. Первые сорта яблони с наличием в генотипе аллелей Md-ACS1-2/2 в России получены во второй половине XX века. У современных сортов частота встречаемости аллеля Md-ACS1-2 в гомозиготе составляет в среднем 19,05%, по аллелям Md-ACS1-1/2 гетерозиготны 42,85% сортов и 38,10% гомозиготны по Md-ACS1-1. Частота встречаемости аллелей Md-ACO1-1/1 у современных сортов составляет в среднем

**Табл. 4. Частота встречаемости аллелей генов Md-ACS1 и Md-ACO1 у сортов яблони российской селекции зимнего срока созревания плодов**

Сорта	Количество сортов	Частота встречаемости аллелей, %		
		Md-ACS1-1/1	Md-ACS1-1/2	Md-ACS1-2/2
Стародавние и местные сорта	16	87,50	12,50	0
Созданные в первой половине XX века	16	87,50	12,50	0
Созданные во второй половине XX века	39	58,97	35,90	5,13
Современные сорта	21	38,10	42,85	19,05
Всего	92	64,13	29,35	6,52
		Md-ACO1-1/1	Md-ACO1-1/2	Md-ACO1-2/2
Стародавние и местные сорта	15	0	93,33	6,67
Созданные в первой половине XX века	13	0	92,31	7,69
Созданные во второй половине XX века	36	2,78	52,78	44,44
Современные сорта	21	4,76	71,43	23,81
Всего	85	2,35	70,59	27,06

4,76%, аллелей Md-ACO1-1/2 — 71,43%, а аллелей Md-ACO1-2/2 — 23,81%. При создании для условий Среднего Поволжья генотипов яблони зимнего срока созревания с низким уровнем биосинтеза этилена в плодах в качестве родительских форм представляет

интерес использование сортов российской селекции Азимут (морозостойкость до  $-30^{\circ}\text{C}$ ), Георгия (морозостойкость до  $-30^{\circ}\text{C}$ ), Академик Казаков (морозостойкость до  $-40^{\circ}\text{C}$ ), Александр Бойко (морозостойкость до  $-40^{\circ}\text{C}$ ), Память Нестерова (морозостойкость до  $-35^{\circ}\text{C}$ ).

#### Литература

1. Дулов, М. И. Биохимический состав и производство яблок в странах мира / М. И. Дулов // Наукосфера. – 2022. – № 2-1. – С. 90-96.
2. Дулов, М. И. Уборка урожая, хранение и переработка плодов яблони / М. И. Дулов // Традиции и инновации в современной науке и образовании: теория и передовая практика. – Петрозаводск, 2021. – С. 235-252.
3. Дулов, М. И. Аллельный состав генов биосинтеза этилена в отечественной генплазме яблони осеннего срока созревания плодов / М. И. Дулов // Наукосфера. – 2023. – № 3-2. – С. 143-149.
4. Дулов, М. И. Частота встречаемости аллелей генов, вовлеченных в биосинтез этилена и лежкость плодов у сортов яблони российской и зарубежной селекций / М. И. Дулов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 3(63). – С. 51-57.
5. Лыжин, А. С. Молекулярно-генетический анализ гибридных семян яблони по генам Md-ACS1 и Md-ACO1 биосинтеза этилена / А. С. Лыжин, Н. Н. Савельева // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2020. – Т. 30. – С. 9-14.
6. Минин, А. Н. Садоводство в Среднем Поволжье / А. Н. Минин, А. А. Кузнецов, М. И. Антипенко [и др.]. – Самара: ООО «Слово», 2021. – 635 с.
7. Омашева, М. Е. Генетическое разнообразие культурной яблони, возделываемой в Казахстане / М. Е. Омашева, А. С. Пожарский, Б. Б. Смайлов [и др.] // Генетика. – 2018. – Т. 54. – № 2. – С. 187-199.
8. Савельев, Н. И. Генетический полиморфизм исходных форм яблони по аллелям генов длительной лежкости и качества плодов / Н. И. Савельев, И. Н. Шамшин, А. М. Кудрявцев // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 3. – С. 17-20.
9. Савельева, Н. Н. Полиморфизм сортов и форм яблони по генам биосинтеза этилена / Н. Н. Савельева, А. С. Лыжин, Н. И. Савельев // Селекция и сорторазведение садовых культур: Материалы Международной научно-практической конференции. Том 2. – Орёл: ВНИИСПК, 2015. – С. 165-167.
10. Седов, Е. Н. Инвентаризация и развитие коллекции плодовых, ягодных и декоративных растений / Е. Н. Седов, З. Е. Ожерельева, И. Г. Красова [и др.] // Отчет о НИР (ФАНО России). – 2017. – 300 с.
11. Супрун, И. И. Изучение аллельного разнообразия генов синтеза этилена MD-ACS1 и MD-ACO1 в отечественной генплазме яблони / И. И. Супрун, С. В. Токмаков // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т. 17. – № 2. – С. 298-302.
12. Супрун, И. И. Краткий отчет лаборатории генетики и микробиологии за 1 полугодие 2017 года по теме № 0689-2016-0002 / И. И. Супрун: [Электронный ресурс]. URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/1474465675>. (Дата обращения 16.02.2024).
13. Ульяновская, Е. В. Совершенствование методов создания и оценки генофонда яблони / Е. В. Ульяновская, И. И. Супрун, К. М. Атабиев [и др.] // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2019. – Т. 25. – С. 9-18.
14. Ульяновская, Е. В. Изучение биоразнообразия и формирование идентифицированных коллекций рода *Malus* Mill. для ускоренного создания сортов с долговременной устойчивостью к *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter / Е. В. Ульяновская: [Электронный ресурс] // Российский научный фонд. URL: <https://rscf.ru/project/22-26-20101>. (Дата обращения 03.02.2024).
15. Урбанович, О. Ю. Аллельный состав генов Md-ACS1, Md-ACO1 и Md-Exp7 сортов яблони (*Malus* × *domestica*) с различным сроком хранения плодов / О. Ю. Урбанович, П. В. Кузмицкая, З. А. Козловская, Н. А. Картель // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия биологических наук. – 2013. – № 3. – С. 47-55.
16. Шамшин, И. Н. Оценка генетического разнообразия сортов и форм яблони с использованием ДНК-маркеров : дис. ... канд. биол. наук: 06.01.05 / Шамшин Иван Николаевич. – Санкт-Петербург, 2014. – 117 с.
17. Шамшин, И. Н. Распространение аллелей генов, вовлеченных в контроль лежкости плодов, среди сортов яблони / И. Н. Шамшин, О. В. Зорина, С. А. Мкртычян // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2. – С. 57-61.
18. Шамшин, И. Н. Каталог мировой коллекции ВИР / И. Н. Шамшин, А. В. Шлявас, А. А. Трифонова, К. В. Борис // Выпуск 864. Яблоня: Лежкость плодов и результаты анализа полиморфизма генов биосинтеза этилена Md-ACS1, Md-ACO1 и экспансина Md-Exp7 у сортов народной селекции из генетической коллекции яблони научно-производственной базы «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР». – 2018. – 25 с.
19. Шамшин, И. Н. Оценка сортов яблони Свердловской селекционной станции садоводства по генам биосинтеза этилена с использованием молекулярных маркеров / И. Н. Шамшин, Д. А. Тележинский, А. В. Шлявас // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – Т. 21. – № 6. – С. 706-712.
20. Costa, F. Role of the genes Md-ACO1 and Md-ACS1 in ethylene production and shelf life of apple (*Malus domestica* Borkh) / F. Costa, S. Stella, W. E. Van de Weg [et al.] // Euphytica. – 2005. – Vol. 141. – P. 181-190.



21. Harada, T. An allele of the 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase gene (Md-ACS1) accounts for the low level of ethylene production in climacteric fruits of some apple cultivars / T. Harada, T. Sunako, Y. Wakasa [et al.] // *Theoretical and Applied Genetics*. – 2000. – Vol. 101. – P. 742-746.
22. Lundmark, J. Genotyping ethylene production genes Md-ACS1 and Md-ACO1 for marker-assisted selection in apple / J. Lundmark // *SLU, Swedish University of Agricultural Sciences*. – Alnarp, 2019. – 27 s.
23. Shamshin, I. N. Ethylene and expansin biosynthesis related genes polymorphism in local apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars from VIR Collection of plant genetic resources / I. N. Shamshin, A. V. Shlyavas, A. A. Trifonova [et al.] // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. – 2018. – Vol. 22. – № 6. – P. 660-666.
24. Zhu, Y. Md-ACS1 and Md-ACO1 genotyping of apple (*Malus × domestica* Borkh.) breeding parents and suitability for marker-assisted selection // Y. Zhu, B. H. Barritt // *Tree Genetics and Genomes*. – 2008. – Vol. 4. – P. 555-562.

#### Литература

1. Dulov, M. I. Biochemical composition and production of apples in the countries of the world / M. I. Dulov // *Naukosphere*. – 2022. – № 2-1. – S. 90-96.
2. Dulov, M. I. Harvesting, storage and processing of apple fruits / M. I. Dulov // *Traditions and innovations in modern science and education: theory and best practice*. – Petrozavodsk, 2021. – S. 235-252.
3. Dulov, M. I. Allelic composition of ethylene biosynthesis genes in the domestic genplasm of apple trees of the autumn fruit ripening period / M. I. Dulov // *Naukosphere*. – 2023. – № 3-2. – S. 143-149.
4. Dulov, M. I. Frequency of occurrence of alleles of genes involved in ethylene biosynthesis and fruit keeping in apple varieties of Russian and foreign breeding / M. I. Dulov // *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. – 2023. – № 3(63). – S. 51-57.
5. Lyzhin, A. S. Molecular genetic analysis of hybrid apple seedlings by genes Md-ACS1 and Md-ACO1 of ethylene biosynthesis / A. S. Lyzhin, N. N. Savelyeva // *Scientific works of the North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, viticulture, winemaking*. – 2020. – Vol. 30. – S. 9-14.
6. Minin, A. N. Horticulture in the Middle Volga region / A. N. Minin, A. A. Kuznetsov, M. I. Antipenko [et al.]. – Samara: Slovo LLC, 2021. – 635 s.
7. Yumasheva, M. E. Genetic diversity of cultivated apple trees cultivated in Kazakhstan / M. E. Yumasheva, A. S. Pozharsky, B. B. Smilov [et al.] // *Genetics*. – 2018. – Vol. 54. – № 2. – S. 187-199.
8. Savelyev, N. I. Genetic polymorphism of the initial apple tree forms according to the alleles of genes for long-term keeping and fruit quality / N. I. Savelyev, I. N. Shamshin, A. M. Kudryavtsev // *Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. – 2014. – № 3. – S. 17-20.
9. Savelyeva, N. N. N. Polymorphism of apple varieties and forms according to genes of bio-synthesis of ethylene / N. N. Savelyeva, A. S. Lyzhin, N. I. Savelyev // *Breeding and variety breeding of garden crops: Materials of the International scientific and practical conference*. Volume 2. – Orel: VNIISPK, 2015. – S. 165-167.
10. Sedov, E. N. Inventory and development of the collection of fruit, berry and ornamental plants / E. N. Sedov, Z. E. Koleryeva, I. G. Krasova [et al.] // *Research report (FANO of Russia)*. – 2017. – 300 s.
11. Suprun, I. I. The study of the allelic diversity of genes for the synthesis of ethylene MD-ACS1 and MD-ACO1 in the domestic genplasm of apple trees / I. I. Suprun, S. V. Tokmakov // *Vavilovsky Journal of Genetics and Breeding*. – 2013. – Vol. 17. – № 2. – S. 298-302.
12. Suprun, I. I. Summary report of the Laboratory of Genetics and Microbiology for the 1st half of 2017 on the topic No. 0689-2016-0002 / I. I. Suprun: [Electronic resource]. URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/1474465675>. (Date of application 16.02.2024).
13. Ulianovskaya, E. V. Improvement of methods for creating and evaluating the apple tree gene pool / E. V. Ulianovskaya, I. I. Suprun, K. M. Atabiev [et al.] // *Scientific works of the North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, winemaking*. – 2019. – Vol. 25. – S. 9-18.
14. Ulianovskaya, E. V. The study of biodiversity and the formation of identified collections of the genus *Malus* Mill. for accelerated creation of varieties with long-term resistance to *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter / E. V. Ulianovskaya: [Electronic resource] // *The Russian Science Foundation*. URL: <https://rscf.ru/project/22-26-20101>. (Date of application 03.02.2024).
15. Urbanovich, O. Y. Allelic composition of Md-ACS1, Md-ACO1 and Md-Expr7 genes of apple varieties (*Malus × domestica*) with different fruit shelf life / O. Y. Urbanovich, P. V. Kuzmitskaya, Z. A. Kozlovskaya, N. A. Kartel // *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Series of Biological Sciences*. – 2013. – № 3. – S. 47-55.
16. Shamshin, I. N. Assessment of the genetic diversity of apple varieties and forms using DNA markers : dis. ... cand. Biol. sciences: 06.01.05 / Shamshin Ivan Nikolaevich. – St. Petersburg, 2014. – 117 s.
17. Shamshin, I. N. Distribution of alleles of genes involved in the control of fruit keeping among apple varieties / I. N. Shamshin, O. V. Zorina, C. A. Mkrtchyan // *Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University*. – 2015. – № 2. – S. 57-61.
18. Shamshin, I. N. Catalog of the world collection of VIR / I. N. Shamshin, A.V. Shlyavas, A. A. Trifonova, K. V. Boris // *Issue 864. Apple tree: fruit bone and the results of the analysis of polymorphism of genes of biosynthesis of ethylene Md-ACS1, Md-ACO1 and Md-EXP7 expansin in varieties folk breeding from the genetic collection of apple trees of the scientific and production base «Pushkin and Pavlovsky laboratories of VIR»*. – 2018. – 25 s.
19. Shamshin, I. N. Evaluation of apple varieties of the Sverdlovsk horticulture breeding station by genes of ethylene biosynthesis using molecular markers / I. N. Shamshin, D. D. Telezhinsky, A.V. Shlyavas // *Agricultural science of the Euro-North-East*. – 2020. – Vol. 21. – № 6. – S. 706-712.

20. Costa, F. Role of the genes Md-ACO1 and Md-ACS1 in ethylene production and shelf life of apple (*Malus domestica* Borkh) / F. Costa, S. Stella, W. E. Van de Weg [et al.] // *Euphytica*. – 2005. – Vol. 141. – S. 181-190.
21. Harada, T. An allele of the 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase gene (Md-ACS1) accounts for the low level of ethylene production in climacteric fruits of some apple cultivars / T. Harada, T. Sunako, Y. Wakasa [et al.] // *Theoretical and Applied Genetics*. – 2000. – Vol. 101. – S. 742-746.
22. Lundmark, J. Genotyping ethylene production genes Md-ACS1 and Md-ACO1 for marker-assisted selection in apple / J. Lundmark // SLU, Swedish University of Agricultural Sciences. – Alnarp, 2019. – 27 s.
23. Shamshin, I. N. Ethylene and expansin biosynthesis related genes polymorphism in local apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars from VIR Collection of plant genetic resources / I. N. Shamshin, A. V. Shlyavas, A. A. Trifonova [et al.] // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. – 2018. – Vol. 22. – № 6. – S. 660-666.
24. Zhu, Y. Md-ACS1 and Md-ACO1 genotyping of apple (*Malus × domestica* Borkh.) breeding parents and suitability for marker-assisted selection // Y. Zhu, B. H. Barritt // *Tree Genetics and Genomes*. – 2008. – Vol. 4. – S. 555-562.

**M. I. Dulov**

Scientific Research Institute of Horticulture and Medicinal Plants «Zhiguli gardens»  
dulov-tehfak@mail.ru

### **POLYMORPHISM OF GENES FOR ETHYLENE BIOSYNTHESIS MD-ACS1 AND MD-ACO1 IN RUSSIAN APPLE VARIETIES OF WINTER FRUIT RIPENING**

*Important indicators of apple quality are the density, juiciness and shelf life of the fruit. The ability to maintain hardness during maturation and storage is largely related to the rate of ethylene production in fruits. Varieties homozygous for the Md-ACS1-2 allele are characterized by low, heterozygous (Md-ACS1-1/2) – medium, homozygous (Md-ACS1-1/1) – high level of ethylene biosynthesis in fruits. The purpose of the research is to analyze the apple varieties of the winter ripening period of Russian breeding with the identified allelic composition of the Md-ACS1 and Md-ACO1 genes in order to identify the best genotypes for further use in the lecture and provide apple producers with information about varieties that do not have valuable combinations of alleles and exhibit the ability to better preserve apples during storage time. The object of the analysis was 92 varieties of the Russian selection of the winter fruit ripening period. It was found that 87,50% of ancient and local varieties are homozygous for the Md-ACS1-1 allele and 12,50% are heterozygous for this locus. Homozygotes for the Md-ACS1-2 and Md-ACO1-1 alleles with a low ethylene content in ripe fruits have not been detected. Apple varieties created in the first half of the 20th century, according to the allelic diversity of the Md-ACS1 and Md-ACO1 genes, practically do not differ from ancient and local varieties. The frequency of occurrence of Md-ACS1-1/1 alleles in varieties obtained in the second half of the 20th century decreased to an average of 58,97%, Md-ACS1-1/2 alleles increased to 35,9% and varieties with Md-ACS1-2/2 alleles were obtained for the first time. On average, 19,05% of modern apple varieties are homozygous for the Md-ACS1-2 allele, 42,85% are heterozygous for Md-ACS1-1-2 and 38,10% are homozygous for Md-ACS1-1. The frequency of Md-ACO1-1/1 alleles in modern varieties averages 4,76%, Md-ACO1-1/2 alleles – 71,43%, and Md-ACO1-2/2 alleles – 23,81%. When creating winter ripening apple tree genotypes for the conditions of the Middle Volga region with a low level of ethylene biosynthesis in fruits, the use of varieties of domestic selection Azimut, Georgiya, Academician Kazakov, Alexander Boyko, Memory of Nesterov is of interest as parent forms.*

**Ключевые слова:** apple tree, variety, fruit storage, ethylene biosynthesis, Md-ACS1, Md-ACO1, polymorphism.

# Морфологическая оценка формирования печени у японских перепелов

УДК 591.4

DOI: 10.32935/2221-7312-2024-59-1-61-64

**И. Е. Прозоровский<sup>1</sup>, Е. А. Кротова<sup>1</sup>, Г.А. Ветошкина<sup>2</sup>, С. Б. Селезнев<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов,<sup>2</sup>Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К. И. Скрябина, [prozorovskiy-ie@rudn.ru](mailto:prozorovskiy-ie@rudn.ru), [seleznev1961@mail.ru](mailto:seleznev1961@mail.ru)

Данная научное исследование выполнялось в экспериментальной научно-исследовательской лаборатории и виварии Департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов в период с 2021 по 2024 гг. Объектом исследований являлись японские перепела эстонской породы в определенные этапы постэмбрионального онтогенеза: неонатальный (суточные), ювенольный (30-дневные), полового созревания (90-дневные) и морфофункциональной зрелости (180- и 360-дневные). Каждый из данных этапов характеризуется определенными особенностями и имеет различную продолжительность у японских перепелов, поэтому с целью повышения объективности результатов исследования материал брали в середине определенного этапа постэмбрионального онтогенеза в количестве 3-5 экземпляров каждой возрастной группы. Целью исследования является разработка индекса п/л печени, отражающего процессы формирования её долей (правой и левой) и позволяющего выявить взаимосвязь между полом птицы и внешним обликом, определяющим её наружную архитектуру. В статье представлены результаты научных исследований весовых показателей печени у японских перепелов в раннем постэмбриональном онтогенезе, на основании которых предложен новый индекс п/л, учитывающий процесс ее формирования в возрастном аспекте. Согласно полученным данным, печень у японских перепелов является высокоспециализированным органом и состоит из двух самостоятельных долей (правой и левой), для которых характерна определенная возрастная стадийность развития и половой диморфизм, который проявляется в сильном развитии правой доли. Печень наиболее интенсивно растет у японских перепелов до 30-дневного возраста, после чего наступает ее критический период, связанный со активным становлением репродуктивной системы и яйцекладкой. Она достигает окончательного развития только к 180-дневному возрасту, что необходимо учитывать при выращивании и составлении рациона кормления домашней птицы. Изучение морфологических особенностей пищеварительной системы перепелов дает возможность целенаправленно влиять на их развитие, используя разведение и селекцию в направлении повышения их яичной продуктивности.

**Ключевые слова:** перепелки, анатомия, морфометрия, печень, правая доля печени, левая доля печени, индекс печени.

## Введение

Яичное перепеловодство является высокорентабельной отраслью промышленного птицеводства, которая развивается быстрыми темпами. Интенсивное использование организма перепелок — это основа технологии данной отрасли. Технологический процесс по выращиванию, кормлению и содержанию птицы может быть обречен на неудачу, если он вступает в конфликт с морфо-функциональным нормам птицы и нарушает ее гомеостаз [1, 5]. Японские перепела обладают высокой яичной продуктивностью, но их структурные особенности изучены недостаточно. Поэтому исследования, направленные на выяснение морфологических связей различных систем организма перепелов, а именно пищеварительной системы представляет научно-практический интерес. В решении данной проблемы важно обратить внимание на возрастную морфологию, которая раскрывает онтогенетические процессы развития, благодаря ей, можно обнаружить наиболее важные периоды становления систем организма [4, 8].

Печень у птиц является центральной пищеварительной железой, где происходит синтез желчи для переваривания корма в двенадцатиперстной кишке,

а также витаминов и депонирование гликогена [7]. Адекватное развитие печени напрямую влияет на рост и продуктивность любого живого организма, в частности, японского перепела. Изучение особенностей роста и развития данного органа является ключом к пониманию механизмов его влияния на организм птицы в постэмбриональном онтогенезе.

## Материал и методы исследования

Объектом исследований являлись японские перепела эстонской породы в определенные этапы постэмбрионального онтогенеза: неонатальный (суточные), ювенольный (30-дневные), полового созревания (90-дневные) и морфофункциональной зрелости (180- и 360-дневные). Каждый из данных этапов характеризуется определенными особенностями и имеет различную продолжительность у японских перепелов, поэтому с целью повышения объективности результатов исследования материал брали в середине определенного этапа постэмбрионального онтогенеза в количестве 3–5 экземпляров каждой возрастной группы. Условия содержания и кормления японских перепелов соответствовали зоотехническим нормам, предъявляемым к данному виду птицы в условиях промышленного разведения.

Материалом исследований служила печень, полученная от клинически здоровых японских перепелов. Она изучалась при помощи макро- и микро-препарирования, морфометрии и биометрического анализа изучаемых структур. Отпрепарированную печень перепелок взвешивали на торсионных и электронных весах для определения абсолютной массы в граммах. Далее вычисляли относительную массу для органа в процентах от живой массы птицы. Морфометрические показатели печени (правой и левой доли) определяли в граммах и на их основе рассчитывали индекс п/л печени птицы. Биометрический анализ цифрового материала проводили с использованием обновленных методов пакета вариационного анализа данных Microsoft Excel.

### Результаты исследования и их обсуждение

Печень (hepar) у японских перепелов располагается позади сердца в переднем отделе (эпигастрии) грудобрюшной полости тела птицы и имеет вид купола, обращенного вершиной к голове (рис. 1). Она окружена воздухоносными мешками (краниальными и каудальными грудными, а также абдоминальными), которые образуют вокруг нее своеобразную «подушку безопасности», предохраняющую печень от резких механических и физических воздействий. Благодаря постоянной циркуляции воздуха в ней также достигается «эффект охлаждения» печени при ее функциональной деятельности.

Печень перепелов покрыта снаружи капсулой, которая состоит из плотной волокнистой соединительной ткани, и при помощи связок она соединяется с грудной костью (серповидная), воздухоносными мешками, желудком и двенадцатиперстной кишкой.

Неполными вырезками она разделяется на две асимметричные доли (правую и левую), которые соединяются между собой перешейком. Около правой доли

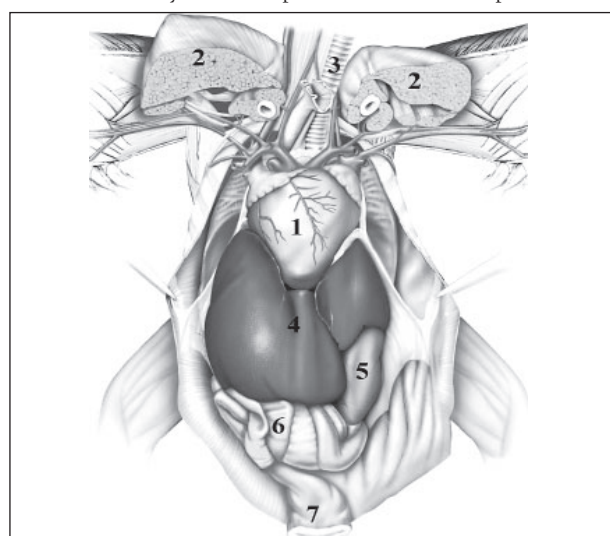


Рис. 1 Топографо-анатомическое расположения печени у японской перепелки: 1 – сердце; 2 – легкие; 3 – трахея; 4 – печень; 5 – желудок; 6 – кишечник; 7 – клоака

печени (pars dexter) располагается желчный пузырь овальной формы, от которого отходит пузырный проток. Он сливается с правым печеночным протоком и образует общий желчный проток, который впадает в двенадцатиперстную кишку. Что же касается левой доли печени (pars sinister), то от нее отходит левый печеночный проток, который также, как и общий желчный, самостоятельно впадает в двенадцатиперстную кишку. Таким образом, печень имеет неправильную форму, которая обусловлена с дорсальной стороны компрессией сердца (треугольная форма для сердца), а с вентральной стороны – компрессией пищеварительных органов.

В ходе нашего исследования при помощи морфометрии изучались весовые показатели печени (абсолютная и относительная массы) и её долей у японских перепелов, которые были определены после взвешивания на электронных весах (табл. 1).

При анализе динамики абсолютной массы печени отчетливо видно прогрессивное ее увеличение с 1-го по 180-й день. У суточных перепелят данный показатель составлял у самок  $0,23 \pm 0,01$  г, а у самцов  $0,23 \pm 0,01$  г. Далее, с 1-го по 30-й день отмечался значительный рост абсолютной массы печени до  $4,08 \pm 0,05$  г у самок и до  $3,56 \pm 0,08$  г у самцов, т.е. почти в 15–18 раз. К 90-дневному возрасту абсолютная масса печени изменилась незначительно (табл. 1), но она увеличилась почти в 2 раза и составила у самок  $8,34 \pm 0,06$  г, а у самцов  $8,45 \pm 0,05$  г. В дальнейшем к 360-дневному возрасту данный показатель изменился в 1,2 раза и составил у самок  $11,54 \pm 0,02$  г, а у самцов  $10,11 \pm 0,04$  г. Таким образом, наиболее активно абсолютная масса печени у японских перепелов растет в период от 1-дневного до 30-дневного возраста (рис. 2).

Для характеристики возрастных процессов формирования печени у японских перепелок мы предлагаем рассчитывать индекс соотношения абсолютной массы правой и левой долей печени (И п/л, %), который учитывает общую массу печени ( $M_o$ , г), а также массу правой ( $M_p$ , г) и левой доли ( $M_l$ , г) печени:  $И\ п/л = (M_p - M_l) / M_o \cdot 100$ .

Табл. 1. Морфометрическая характеристика абсолютной массы печени и ее долей у японских перепелов в постэмбриональном онтогенезе ( $M \pm m$ , %)

Возраст, дни	Пол	Абсолютная масса печени, г ( $M \pm m$ )			Индекс п/л, %
		Общая	Правая доля	Левая доля	
1	м	$0,23 \pm 0,01$	$0,12 \pm 0,01$	$0,10 \pm 0,01$	4,3
	ж	$0,24 \pm 0,01$	$0,13 \pm 0,01$	$0,10 \pm 0,01$	8,3
30	м	$3,56 \pm 0,08$	$1,93 \pm 0,06$	$1,63 \pm 0,04$	8,4
	ж	$4,08 \pm 0,05$	$2,23 \pm 0,02$	$1,85 \pm 0,02$	9,3
90	м	$4,44 \pm 0,05$	$2,38 \pm 0,02$	$2,06 \pm 0,04$	7,2
	ж	$4,30 \pm 0,06$	$3,14 \pm 0,04$	$1,16 \pm 0,02$	22,8
180	м	$8,45 \pm 0,05$	$4,62 \pm 0,02$	$3,84 \pm 0,01$	9,2
	ж	$8,34 \pm 0,06$	$5,17 \pm 0,03$	$3,17 \pm 0,02$	23,9
360	м	$10,11 \pm 0,04$	$5,51 \pm 0,02$	$4,53 \pm 0,03$	9,6
	ж	$11,54 \pm 0,02$	$7,13 \pm 0,05$	$4,41 \pm 0,04$	23,6



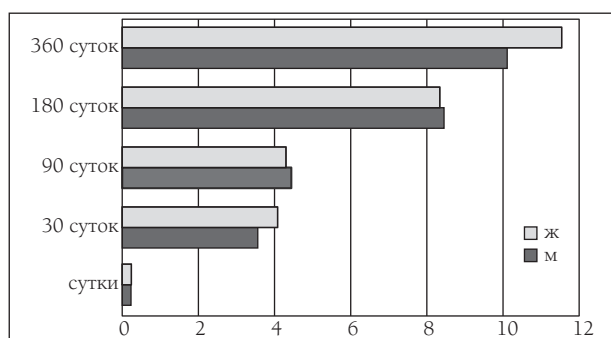


Рис. 2. Динамика роста абсолютной массы печени у японских перепелов в постэмбриональном онтогенезе

Индекс соотношения абсолютной массы правой и левой долей печени у японских перепелов в однодневном возрасте составил у самцов — 4,3%, а у самок 8,3% (рис. 3). Он значительно увеличился в течение первого месяца жизни перепелов и достиг в 30-дневном возрасте у самцов 8,4%, а у самок — 9,3% (см. табл. 1). В возрасте 90 дней индекс п/л печени у японских перепелов снизился у самцов до 7,2%, а у самок наоборот увеличился до 22,8%, что по-видимому связано с активным формированием у перепелок яичного направления яичника и яйцепровода, которые, располагаясь с левой стороны, способствуют лучшему развитию правой доли печени. К 180-дневному возрасту данная тенденция сохранилась и данный показатель составил у самцов 9,2%, а у самок 23,9%. К 360-дневному возрасту индекс соотношения абсолютной массы правой и левой долей печени у японских перепелов остался практически на том же уровне и составил у самцов 9,6%, а у самок 23,6%. Таким образом, для японских перепелок яичного направления характерен сильно выраженный половой диморфизм, который проявляется в активном формировании правой доли печени, так как в левой половине грудобрюшной полости активно функционирует яйцепровод.

Далее вычисляли относительную массу для печени в процентах от живой массы птицы по формуле: Относ. Масса (%) = (Абс. масса печени (г)/масса тела (г)) 100%.

Из данных табл. 2 мы отмечаем необычную динамику относительной массы печени у японских перепелов

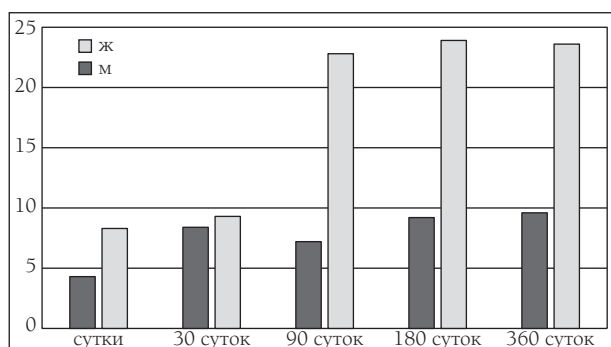


Рис. 3. Возрастные изменения индекса соотношения абсолютной массы правой и левой долей печени (%) у японских перепелов в постэмбриональном онтогенезе

**Табл. 2. Морфометрическая характеристика относительной массы печени у японских перепелов в постэмбриональном онтогенезе (M±m, %)**

Возраст, дни	Пол	Масса тела перепелов, г (M±m)	Абсолютная масса печени, г	Относительная масса печени, %
1	м	7,20±0,08	0,23±0,01	3,19±0,02
	ж	7,33±0,07	0,24±0,01	3,23±0,03
30	м	147,44±1,74	3,56±0,08	2,41±0,01
	ж	148,95±1,82	4,08±0,05	2,74±0,02
90	м	210,12±1,47	4,44±0,05	2,11±0,02
	ж	215,23±1,34	4,30±0,06	2,00±0,01
180	м	235,21±2,51	8,45±0,05	3,59±0,04
	ж	255,25±2,13	8,34±0,06	3,26±0,01
360	м	219,16±2,18	10,11±0,04	4,61±0,03
	ж	239,11±2,16	11,54±0,02	4,83±0,02

яичного направления за исследуемый период. Действительно, этот показатель имел максимальное значение у суточных перепелят и составлял у самцов 3,19±0,02%, а у самок 3,23±0,03%, что по-видимому связано с кроветворной функцией печени. Далее он уменьшился к 30-дневному возрасту и составил у самцов 2,41±0,01%, а у самок 2,74±0,02% (табл. 2). К 90-дневному возрасту данная тенденция сохранилась, и относительная масса печени у японских перепелов яичного направления уменьшилась до 2,11±0,02% у самцов и до 2,0±0,01% у самок. Затем данный показатель к 180-дневному возрасту значительно возрос до 3,59±0,04% у самцов и до 3,26±0,01% (рис. 4). Таким образом, полученные данные свидетельствуют о критическом периоде, который проходит печень у японских перепелов яичного направления с 30 до 90-дневного возраста.

#### Выводы

Таким образом, печень у японских перепелов является высокоспециализированным органом и состоит из двух самостоятельных долей (правой и левой), для которых характерна определенная возрастная стадийность развития и половой диморфизм, который проявляется в сильном развитии правой доли. Печень наиболее интенсивно растет у японских перепелов до 30-дневного

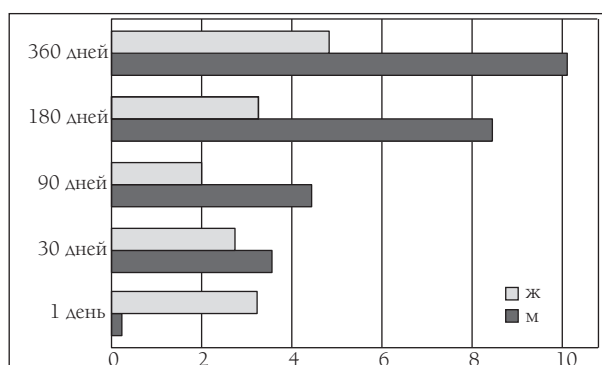


Рис. 4. Динамика роста абсолютной массы печени у японских перепелов в постэмбриональном онтогенезе



возраста, после чего наступает ее критический период, связанный со активным становлением репродуктивной системы и яйцекладкой. Она достигает окончательной

развития только к 180-дневному возрасту, что необходимо учитывать при выращивании и составлении рациона кормления домашней птицы.

#### Литература

1. Бронникова, Г.З. Анатомо-топографические особенности и рост печени перепелов в постэмбриональном онтогенезе / Г.З. Бронникова, Е.Н. Сквородин // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2 (46). – С. 58-61.
2. Бессарабов, Б.Ф. Птицеводство и технология производства яиц и мяса птицы / Б.Ф. Бессарабов. - СПб: Лань, 2005. – 352 с.
3. Кретов, А.А. Морфогенез органов пищеводно-желудочного отдела перепела японского (*Coturnix Coturnix japonica*) в условиях интенсивного использования / А.А. Кретов // Морфологический альманах имени В.Г. Ковешникова. – 2018. – Т. 16, №2. – С. 28-33.
4. Кочиш, И.И. Птицеводство / И.И. Кочиш, М.Г. Петраш, С.Б. Смирнов. – М.: Колос, 2004. – 407 с.
5. Сквородин, Е.Н. Цитология гепатоцитов перепелов при применении препарата Диронакс / Е.Н. Сквородин, Г.З. Бронникова // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии. Сб. науч. тр. Международ. учебно-метод. и научно-практич. конф., посвящ. 100-летию со дня основания ФГБОУ ВО МГАВМиБ–МВА имени К.И. Скрябина. - Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина. – М., 2019. – С. 171-173.
6. Селезнев, С.Б. Морфология домашней птицы / С.Б. Селезнев, Г.А. Ветошкина, Е.В. Куликов. – Москва: РУДН, 2022. – 144 с.
7. Слесаренко, Н.А. Анатомия и гистология птицы / Н.А. Слесаренко, Г.А. Ветошкина, С.Б. Селезнев. – Москва: ООО «Арт-Сервис ЛТД», 2015. – 138 с.
8. Фисинин, В.И. Новые научные и практические подходы в развитии мирового и отечественного птицеводства / В.И. Фисинин // Современная ветеринарная защита в промышленном птицеводстве. – СПб.: МГК, 2004. – С.6-11.
9. Хохлов, Р.Ю. Критические фазы морфогенеза яйцевода кур / Р.Ю. Хохлов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2008. – № 3. – С. 48–49.

#### Литература

1. Bronnikova, G.Z. Anatomo-topograficheskie osobennosti i rost pecheni perepelov v poste'mbrional'nom ontogeneze / G.Z. Bronnikova, E.N. Skovorodin // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. - № 2 (46). - S. 58-61.
2. Bessarabov, B.F. Pticevodstvo i tehnologiya proizvodstva yaicz i myasa pticy/ B.F. Bessarabov. – Spb: Lan', 2005. – 352 s.
3. Kretov, A.A. Morfogenez organov pishhevodno-zheludochnogo otdela perepela yaponskogo (*Coturnix Coturnix japonica*) v usloviyax intensivnogo ispol'zovaniya / A.A. Kretov // Morfologicheskij al'manax imeni V.G. Koveshnikova. – 2018. – Tom 16, №2. – S. 28-33.
4. Kochish, I.I. Pticevodstvo/ I.I. Kochish, M.G. Petrash, S.B. Smirnov. – M.: Kolos, 2004. – 407 s.
5. Skovorodin, E.N. Citologiya gepatocitov perepelov pri primenenii preparata Dironaks / E.N. Skovorodin, G.Z. Bronnikova // Aktual'ny'e problemy' veterinarnoj mediciny', zootexnii i biotexnologii. Sb. nauch. tr. Mezhdunarod. uchebno-metod. i nauchno-praktich. konf., posvyashh. 100-letiyu so dnya osnovaniya FGBOU VO MGAVMiB–MVA imeni K.I. Skryabina. - Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny' i biotexnologii im. K.I. Skryabina. – M., 2019. – S. 171-173.
6. Seleznev, S.B. Morfologiya domashnej pticy/ S.B. Seleznev, G.A. Vetoshkina, E.V. Kulikov. – Moskva: RUDN, 2022. – 144 s.
7. Slesarenko, N.A. Anatomiya i gistologiya pticy/ N.A. Slesarenko, G.A. Vetoshkina, S.B. Seleznev. – Moskva: ООО «ArtServis LTD», 2015. – 138 s.
8. Fisinin, V.I. Novy'e nauchny'e i prakticheskie podkhody' v razvitii mirovogo i otechestvennogo pticevodstva/ V.I. Fisinin // Sovremennaya veterinarnaya zashhita v promy'shленном pticevodstve. - Spb.: MGK, 2004.- S.6-11.
9. Xoxlov, R.Yu. Kriticheskie fazy' morfogeneza jajceвода kur / R.Yu. Xoxlov // Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N.I. Vavilova. – 2008. – № 3. – S. 48–49.

**I. E. Prozorovsky<sup>1</sup>, E. A. Krotova<sup>1</sup>, G. A. Vetoshkina<sup>2</sup>, S. B. Seleznev<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia, <sup>2</sup>Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I.Skryabin, *prozorovskiy-ie@rudn.ru, seleznev1961@mail.ru*

### MORPHOLOGICAL ASSESSMENT OF LIVER FORMATION IN JAPANESE QUAIL

*This scientific research was carried out in an experimental research laboratory and vivarium of the Department of Veterinary Medicine of the Agricultural–Technological Institute of the Peoples' Friendship University of Russia in the period from 2021 to 2024. The object of research was Japanese quails of the Estonian breed at certain stages of postembryonic ontogenesis: neonatal (day-old), juvenile (30-day), puberty (90-day) and morpho-functional maturity (180- and 360-day). Each of these stages is characterized by certain features and has a different duration in Japanese quails, therefore, in order to increase the objectivity of the research results; the material was taken in the middle of a certain stage of postembryonic ontogenesis in the amount of 3–5 specimens of each age group. The purpose of the study is to develop an index of liver p/l, reflecting the processes of formation of its lobes (right and left) and allowing identifying the relationship between the sex of the bird and the external appearance that determines its external architectonics. The article presents the results of scientific studies of liver weight indicators in Japanese quails in early postembryonic ontogenesis, based on which a new p/l index is proposed, taking into account the process of its formation in the age aspect. According to the data obtained, the liver of Japanese quails is a highly specialized organ and consists of two independent lobes (right and left), which are characterized by a certain age-related stage of development and sexual dimorphism, which is manifested in the strong development of the right lobe. The liver grows most intensively in Japanese quails until 30 days of age, after which its critical period begins, associated with the active formation of the reproductive system and egg laying. It reaches its final development only by 180 days of age, which must be taken into account when raising and preparing the diet for poultry. Studying the morphological features of the digestive system of quails makes it possible to purposefully influence their development, using breeding and selection in the direction of increasing their egg productivity.*

**Ключевые слова:** quail, anatomy, morphometry, liver, right lobe of the liver, left lobe of the liver, liver index.