УДК 633.11:633-1/-2

Научная статья

Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-76-81

С.В. Резвякова[1], ✉
В.Н. Титов[2],
С.Ю. Данилов[1,2],
О.А. Конеева[1],
В.А. Зайцев[2]

[1] Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орел, Российская Федерация

[2] АО «Щелково Агрохим», Орел, Российская Федерация

✉ *orel@betaren.ru*

Поступила в редакцию:
05.12.2022

Одобрена после рецензирования:
30.12.2022

Принята к публикации:
31.01.2023

Урожайность и качество зерна новых сортов озимой пшеницы в условиях Орловской области

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Озимая пшеница является одной из основных зерновых продовольственных культур. Внедрение новых высокопродуктивных сортов и интенсивной «технологии высоких урожаев» направлено на получение качественного зерна не ниже 3-го класса, которое отличается высокими хлебопекарными качествами.

Методы. Производственный опыт проводился в 2019–2021 гг. в Орловском районе Орловской области. Съемку опытного поля проводили с помощью платформы для точного земледелия OneSoil. Измерения индекса содержания хлорофилла — с помощью прибора N-тестер Yara. Учеты и наблюдения — по Методике государственного испытания сельскохозяйственных культур (1985). Пробы озимой пшеницы для исследования отбирали по ГОСТу 12036-85. Количество клейковины определяли по ГОСТу Р 54478-2011. Массу 1000 семян — по ГОСТу 10842-89, массовую долю белка — по ГОСТу 10846-91. Влажность зерна — по ГОСТу 13586.5-93. Статистическую обработку выполнили по Б.А. Доспехову (1985) с использованием компьютерной программы Microsoft Office Exel.

Результаты. Установлено, что измерение индекса содержания хлорофилла в период вегетации позволяет контролировать содержание нитратного азота в растении и своевременно проводить подкормки азотными удобрениями научно обоснованными нормами. Доказано, что новые сорта озимой пшеницы Аист и Леонида при возделывании по «интенсивной технологии высоких урожаев» обеспечивают урожайность зерна высокого качества более 10 т/га. По содержанию клейковины зерно обоих сортов относится к 3-му классу, по содержанию белка — ко 2-му классу, что свидетельствует о его высоких хлебопекарных качествах.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорта, технология возделывания, урожайность, качество зерна.

Для цитирования: Резвякова С.В., Титов В.Н., Данилов С.Ю., Конеева О.А., Зайцев В.А. Урожайность и качество зерна новых сортов озимой пшеницы в условиях Орловской области. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 76–81. https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-76-81

© Резвякова С.В., Титов В.Н., Данилов С.Ю., Конеева О.А., Зайцев В.А.

Research article

Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-76-81

Svetlana V. Rezvyakova[1], ✉
Viktor N. Titov[2],
Sergey Y. Danilov[1,2],
Oksana A. Koneeva[1],
Vladimir A. Zaitsev[2]

[1] N.V. Parakhin Orel State Agrarian University, Orel, Russian Federation

[2] JSC "Shchelkovo Agrokhim", Orel, Russian Federation

✉ *orel@betaren.ru*

Received by the editorial office:
05.12.2022

Accepted in revised:
30.12.2022

Accepted for publication:
31.01.2023

Grain yield and quality of new winter wheat varieties in the Orel region

ABSTRACT

Relevance. Winter wheat is one of the main food crops. The introduction of new high-yield varieties and intensive 'high-yield technology' aims to produce high-quality grain of grade 3 or higher, which has high baking qualities.

Methods. The production experiment was conducted out in 2019-2021 in Oryol district of Oryol region. The experimental field was surveyed using the OneSoil precision farming platform. The chlorophyll index was measured using a Yara N-tester. The counts and observations were made according to the Methodology for State Crop Testing (1985). Samples of winter wheat were taken in accordance with GOST 12036-85. Gluten content was determined according to GOST R 54478-2011, weight of 1000 seeds — according to GOST 10842-89, mass fraction of protein — according to GOST 10846-91. Grain moisture content — according to GOST 13586.5-93. Statistical processing was performed according to B.A. Dospekhov (1985) using Microsoft Office Exel computer program.

Results. It was found that measuring the chlorophyll index during the growing season allows you to monitor the nitrate nitrogen content in the plant and timely nitrogen fertiliser application at scientifically justified rates. The new winter wheat varieties Stork and Leonida, when cultivated using 'intensive high yield technology', have been shown to provide high quality grain yields of more than 10 t/ha. In terms of gluten content, the grains of both varieties belong to the third class and in terms of protein content to the second class, which indicates their high baking qualities.

Key words: winter wheat, varieties, cultivation technology, yield, grain quality.

For citation: Rezvyakova S.V., Titov V.N., Danilov S.Y., Koneeva O.A., Zaitsev V.A. Grain yield and quality of new winter wheat varieties in the Orel region. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 76–81. https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-76-81 (In Russian).

© Rezvyakova S.V., Titov V.N., Danilov S.Y., Koneeva O.A., Zaitsev V.A.

Введение / Introduction

Озимая пшеница является одной из основных зерновых колосовых культур в мире и России. По данным ФГБУ «Центр оценки качества зерна» Россельхознадзор в 2021 году валовой сбор зерна пшеницы в нашей стране составил 76 млн т. Мягкой пшеницы собрано 47,2 млн т или 62% от валового сбора. Однако по качеству зерно 3-го класса составило всего 46,8% от общего сбора мягкой пшеницы [1]. Повысить хлебопекарные качества зерна можно за счет интенсификации технологии возделывания, что предполагает проведение комплекса мероприятий от подготовки почвы и семян к посеву, припосевного внесения минеральных удобрений до управления вегетацией по фенологическим фазам [2–5]. Внедрение в производство новых сортов интенсивного типа с генетическим потенциалом продуктивности более 10 т/га требует значительных капиталовложений на обеспечение оптимального водного и пищевого режимов, защиту от вредных факторов, таких как вредители, болезни, сорные растения, зимне-весенние морозы и оттепели, летние жара и засуха [6–9].

Известно, что азотные удобрения позволяют повысить не только урожайность, но и качество зерна [10–12]. В научной литературе высказывается мнение, что увеличение урожайности зачастую приводит к ухудшению качества зерна [13]. Это связано с возделыванием новых сортов интенсивного типа по традиционным технологиям [14–16]. Определить своевременность подкормок и оценить потребность растений в азоте помогают современные цифровые технологии [17–19]. Содержание хлорофилла коррелирует с обеспеченностью растений азотом. В связи с этим разработаны инновационные методы, основанные на определении вегетационных индексов, что позволяет управлять состоянием посевов и получать запланированную урожайность [20–23].

Целью исследований является возделывание новых сортов озимой пшеницы интенсивного типа Аист и Леонида по «технологии высоких урожаев» с получением не менее 10 т/га зерна высокого качества.

Материалы и методы исследования/ Materials and methods

Производственный опыт проводился в 2019–2021 гг. на земельном участке площадью 51,4 га, который расположен в Орловском районе Орловской области. Экспозиция — склон юго-восточный, крутизна 1,14°. Высота над уровнем моря — 232 метра. Характер рельефа и продуктивность опытного участка представлены на рисунке 1.

Почвы участка — серые лесные. Механический состав — средний суглинок. Кислотность 4,6–5,0, содержание гумуса — 4–6%, P_2O_5 — 2,6 мг/100 г почвы, K_2O — 5,3 мг/100 г почвы. Предшественник — яровой ячмень. Убран зерноуборочным комбайном с измельчителем соломы. Запас продуктивной влаги в метровом слое почвы составляет 230–250 мм. Подготовка почвы проведена дискатором LEMKEN в два следа с интервалом 10 дней на глубину 11–12 см и 6–8 см соответственно.

За вегетационные периоды сумма осадков составила 212–230 мм (92–96% от среднегодовых значений), сумма активных температур — 1991–1999 °С.

Объектами исследований послужили два новых сорта озимой мягкой пшеницы — Аист и Леонида. Сорт Аист отличается высокой стабильной урожайностью в сочетании с устойчивостью к полеганию, поражению болезнями и высоким содержанием клейковины. Среднепоздний, с продолжительностью вегетационного периода 295–307 суток. Максимальная урожайность в Госсортоиспытании в 2017 г. составила 105,4 ц/га (Курская обл.) и 91,2 ц/га (Орловская обл.).

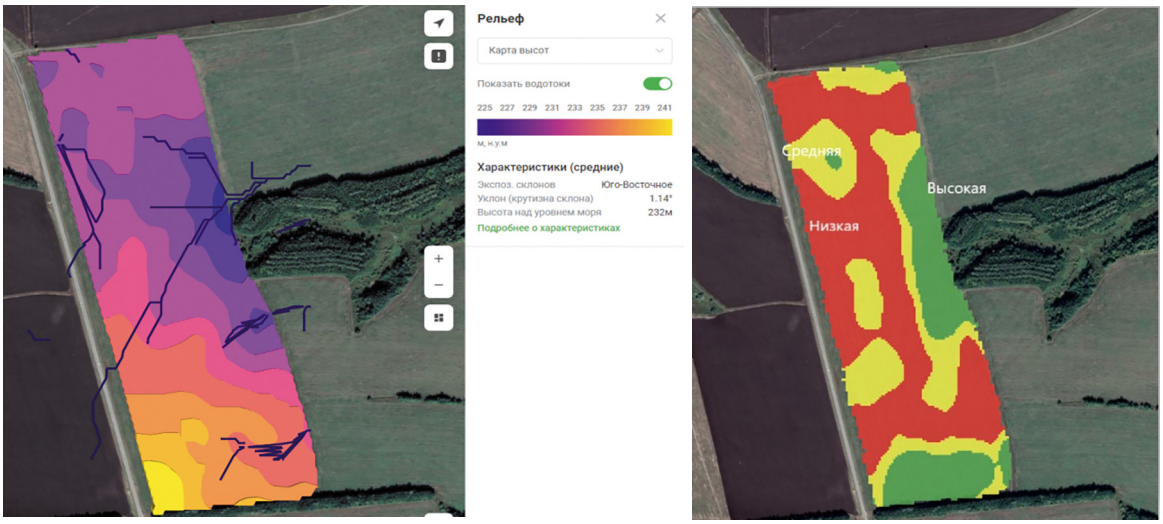
Сорт Леонида — среднеспелый, вегетационный период 290–300 суток. Сорт интенсивного типа, отличается высокой пластичностью, стабильной урожайностью в сочетании с зимостойкостью, засухоустойчивостью, устойчивостью к полеганию и осыпанию зерна при перестое. Максимальная урожайность в Государственном испытании в 2016 г. — 107 ц/га (Курская обл., Щигровский ГСУ).

Сев проводили в конце II-й декады сентября сеялкой VADERSTAD Spirit 9000 S с шириной захвата 9 м, нормой высева 5,1 млн шт./га на глубину 4–5 см, междурядья — 12,5 см.

Балансовым методом рассчитывали потребность минеральных удобрений на запланированную урожайность. На получение 100 ц/га зерна озимой пшеницы вносили: N — 276,0 кг/га д.в., P_2O_5 — 104,5 кг/га д.в., K_2O — 135,0 кг/га д.в в виде сложных удобрений APAVIVA NPK(S) 5:15:30(5) ООО «ФосАгро-Орёл». По 450 кг/га вносили разбрасывателем минеральных удобрений AMAZONEZA-M 1500 перед посевом под предпосевную культивацию. Аммиачную селитру NITRIVAN 34,4 вно-

Рис. 1. Характеристика рельефа и продуктивность опытного участка

Fig. 1. Characteristics of the topography and productivity of the experimental plot



Продуктивность участка (влага) Рельеф участка

сили весной в I декаде апреля по мерзлоталой почве ранним утром. В конце II декады мая в виде подкормки вносили еще по 150 кг/га аммиачной селитры. По вегетации в начале мая опрыскивателем вносили жидкое фосфорное удобрение Apaliqua ЖКУ (11:37) из расчета 100 кг/га д.в.

Проводили подкормку карбамидом в II декаду июня в фазу выхода в трубку. Вносили 100 кг/га с помощью разбрасывателя удобрений AMAZONEZA-M 1500. Убирали урожай зерноуборочным комбайном АКРОС 585 с рабочей скоростью 1,3 км/ч.

Съемку опытного поля проводили с помощью платформы для точного земледелия OneSoil, которая помогает эффективно управлять посевами. Измерения индекса содержания хлорофилла — с помощью прибора N-тестер производства Yara (Норвегия). Учеты и наблюдения — по Методике государственного испытания сельскохозяйственных культур (1985). Пробы озимой пшеницы для исследования отбирали по ГОСТ 12036-85. Количество клейковины определяли по ГОСТ Р 54478-2011. Массу 1000 семян — по ГОСТ 10842-89, массовую долю белка — по ГОСТ 10846-91. Влажность зерна — по ГОСТ 13586.5-2015. Статистическую обработку выполнили по Б.А. Доспехову (1985) с использованием компьютерной программы Microsoft Office Exel.

Результаты и обсуждения / Results and discussion

Наблюдения показали, что в осенний период развитие обоих сортов озимой пшеницы проходило одинаково (табл. 1). Фенологические фазы сортов озимой пшеницы на примере вегетационного сезона 2020/21 г.представлены в таблице 1.

Несмотря на поздний срок сева, кущение озимой пшеницы началось с осени, так как длительное время была теплая и влажная погода. Вследствие того, что озимая пшеница была размещена по яровому ячменю, с осени посевы были сильно засорены всходами ячменя. Наблюдались неравномерные всходы из-за неравномерного распределения соломы после уборки. Общий вид опытного поля озимой пшеницы на основе оценки вегетационного индекса NDVI перед уходом в зиму представлен на рисунке 2.

Нормализованный вегетационный индекс (Normalized difference vegetation index, NDVI) — это числовой показатель качества и количества растительности на участке поля, и рассчитывается по спутниковым снимкам и зависит от того, как растения отражают и поглощают световые волны разной длины. Красный и коричневатый цвет соответствует значению вегетационного индекса 0,15–0,18, т.е. растения погибли или отмечены очень слабые всходы (рис. 2). Желтый цвет соответствует значению 0,25 и обозначает, что растения вошли в зимовку на ранней фенологической фазе, до кущения. Зеленоватый оттенок свидетельствует, что растения в хорошем состоянии, ушли на зимовку в фазе кущения, на поздней стадии развития. Значение NDVI составило 0,38–0,44.

Весенняя вегетация озимой пшеницы возобновилась 8 апреля 2021 г. Состояние озимых было удовлетворительное (рис. 3). Количество стеблей — от 498 до 512 шт./м^2. Начиная с фазы выхода в трубку, выявлено опережающее развитие на 2–4 дня по сорту Леонида по сравнению с сортом Аист.

В начале фазы выхода в трубку (30–32) 20.05.2021 г. перед подкормкой аммиачной селитрой были произведены с помощью N-тестера Yara измерения индекса содержания хлорофилла, величина которого коррелирует с содержанием нитратного азота в растении. Индекс хлорофилла составил по сорту Аист — 601, Леонида — 613, что позволяет получить урожайность 6,5 т/га (рис. 4).

Измерения индекса хлорофилла через девять дней после подкормки аммиачной селитрой в дозе 150 кг/га показали увеличение индекса хлорофилла. Так, на сорте Аист значение данного показателя составило 687 единиц, Леонида — 725 единиц, что по прогнозу позволяет получить урожайность озимой пшеницы до 10,0 т/га [14]. Общее состояние посевов озимой пшеницы сорта Леонида показано на рисунках 5.

После подкормки 8 июня карбамидом через три дня индекс хлорофилла на сорте Аист составил 669 единиц, сорте Леонида — 706 единиц.

В конце I декады июня высота растений обоих сортов варьировала от 75 до 90 см, количество продуктивных стеблей сорта Аист составило 1066 шт./м^2, сорта Леонида — 1110 шт./м^2. Индекс кущения сорта Аист отмечен на уровне 2,13, Леонида — 2,21.

Урожайность озимой пшеницы была высокой и составила по сорту Аист 10,34 т/га, по сорту Леонида — 10,05 т/га (табл. 2).

Таблица 1. **Даты наступления фенологических фаз озимой пшеницы**
Table 1. **Dates of winter wheat phenological phases**

Фенологическая фаза роста	Сорт	
	Аист	Леонида
Всходы	28.09.2020	28.09.2020
Кущение	28.11.2020	28.11.2020
Весеннее возобновление вегетации	08.04.2021	08.04.2021
Весеннее кущение	10.04.2021	10.04.2021
Выход в трубку	23.05.2021	21.05.2021
Колошение	16.06.2021	12.06.2021
Цветение	23.06.2021	19.06.2021
Молочная спелость	03.07.2021	01.07.2021
Восковая спелость	13.07.2021	10.07.2021
Полная спелость	26.07.2021	23.07.2021

Рис. 2. Общий вид опытного поля озимой пшеницы на основе оценки вегетационного индекса NDVI перед уходом в зиму (аэрофотосъемка)

Fig. 2. General view of a test field of winter wheat based on NDVI vegetation index estimation before going into winter (aerial photography)

Рис. 3. Состояние посевов сорта озимой пшеницы Аист в I декаде апреля 2021 г. Фото автора

Fig. 3. Crop condition of winter wheat variety Stork in the first decade of April 2021. Photo by the author

Рис. 4. Измерение показателей индекса хлорофилла с помощью N-тестера Yara: а — сорт Аист; б — сорт Леонида. 20.06.2021. Фото автора

Fig. 4. Measurement of chlorophyll index with the Yara N-tester: a — Aist variety; б — Leonida variety. 20.06.2021. Photo by the author

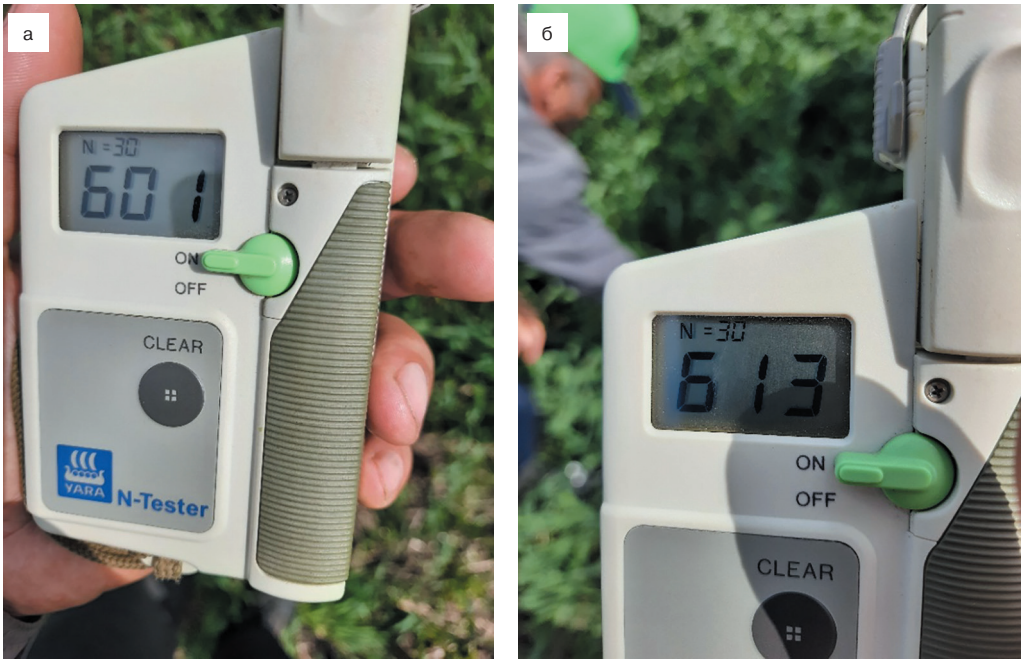


Рис. 5. Общее состояние посевов озимой пшеницы сорта Леонида: а — густота посева; б — высота посева. 29.05.2021. Фото автора

Fig. 5. General crop condition of winter wheat variety Leonida: a — the density of sowing; б — the height of sowing. 29.05.2021. Photo by the author

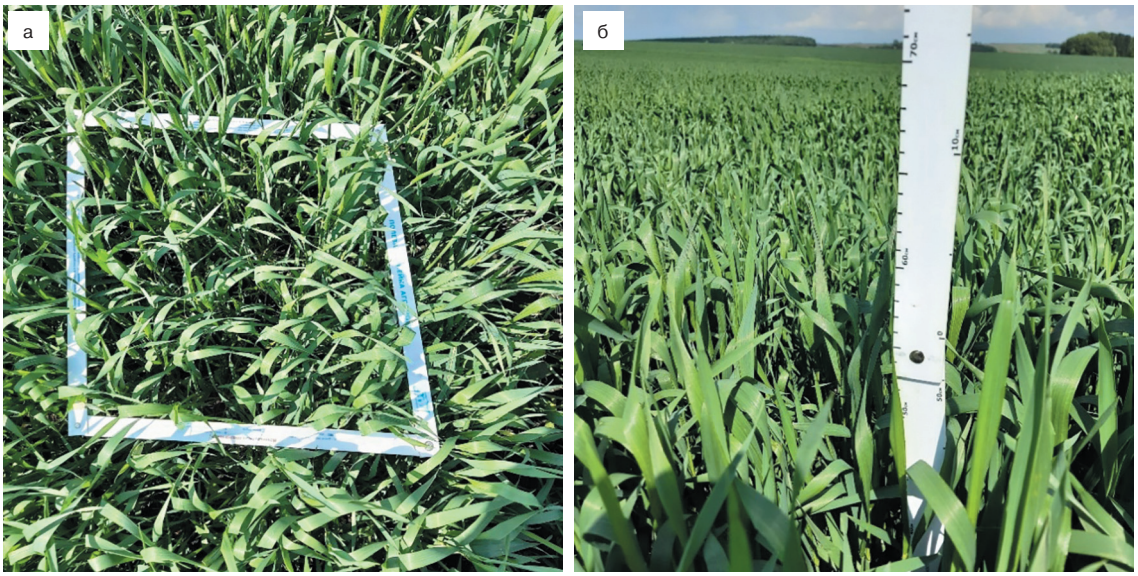


Таблица 2. **Показатели урожайности и качества зерна озимой пшеницы (среднее за 2019–2021 гг., влажность 14%)**

Table 2. **Indicators of yield and quality of winter wheat grain (average for 2019–2021, moisture content 14%)**

Показатель	Сорт		$НСР_{05}$
	Аист	Леонида	
Урожайность, ц/га	103,4	100,5	2,12
Натура, г/л	838,9	802,4	16,4
Белок, %	13,0	13,1	*Фф < Fт*
Клейковина, %	23,9	24,0	*Фф < Fт*
Масса 1000 зерен	44,5	44,7	*Фф < Fт*

При одинаковой технологии возделывания культуры урожайность сорта Аист была выше на 2,9 ц/га по сравнению с сортом Леонида. Кроме того, натура зерна сорта Аист также была выше на 36,5 г/л. По содержанию белка, клейковины и массе 1000 зерен изучаемые сорта показали равнозначный результат, т.к. $F_ф < F_т$. Это означает, что подтверждается нулевая гипотеза о случайном характере различий групповых средних, т.е. нет существенных различий между изучаемыми сортами по содержанию белка, клейковины и массе 1000 зерен.

Выводы / Conclusion

1. Установлено, что измерение индекса содержания хлорофилла по фенофазам озимой пшеницы сортов Аист и Леонида позволяет контролировать содержание нитратного азота в растениях и научно обоснованно проводить подкормки расчетными дозами азотных удобрений.

2. Доказано, что новые сорта озимой пшеницы Аист и Леонида при возделывании по «интенсивной технологии высоких урожаев» обеспечивают урожайность зерна высокого качества более 10 т/га. По содержанию клейковины зерно обоих сортов относится к 3-му классу, по содержанию белка — ко 2-му классу, что свидетельствует о его высоких хлебопекарных качествах.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.
Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу.
Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work.
The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.
The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оценка качества кормового зерна, кормов и кормовых добавок ФГБУ «Центр оценки качества зерна». РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР. Обучающая презентация. 2021. (электронный ресурс) https://meatindustry.ru/upload/iblock (дата обращения 03.01.2022)

2. Дрепа Е.Б., Попова Е.Л., Матвеев А.Г., Чаплыгин И.М. Влияние различных элементов технологии возделывания на урожайность озимой пшеницы. *Вестник АПК Ставрополья*. 2012; 2(6): 11-12.

3. Пигорев И.Я., Тарасов А.А., Тарасов С.А. Влияние биопрепаратов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в Центральном Черноземье. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2016; 9: 94-99.

4. Железова С.В., Акимов Т.А., Белошапкина О.О., Березовский Е.В. Влияние разных технологий возделывания озимой пшеницы на урожайность и фитосанитарное состояние посевов (на примере полевого опыта Центра точного земледелия РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева). *Агрохимия.* 2017; 4: 65-75.

5. Бедарева О.М., Мурачёва Л.С., Троян Т.Н., Горшинина Г.В. Влияние оптимальных доз биогенных элементов на процессы роста, развития, продуктивности озимой пшеницы на дерново-подзолистых почвах в условиях Калининградской области. *Известия КГТУ*. 2019; 52:123-132.

6. Кудашкин М.И. Эффективность минеральных удобрений, хелатов, микроэлементов и средств защиты растений при выращивании озимой пшеницы. *Агрохимия.* 2011; 5: 26-34.

7. Сацюк И.В., Кулинкович С.Н., Трушко В.Ю., Ардашникова А.Э. Урожайность сортообразцов озимой пшеницы в зависимости от уровня интенсификации технологии возделывания. *Земледелие и селекция в Беларуси*. 2015;51: 123-128.

8. Конончук В.В., Штырхунов В.Д., Тимошенко С.М., Соболев С.В., Назарова Т.О. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от элементов технологии возделывания при разных погодных условиях в Центральном Нечерноземье. *Достижения науки и техники АПК.* 2016; 30(9): 73-77.

9. Резвякова С.В., Еремин Л.П., Таракин А.В., Догадина М.А., Конеева О.А. Биологизированная технология возделывания озимой пшеницы. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 3(43): 94-99.

10. Воропаева А.А., Менькина Е.А. Влияние минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья. *Новости науки в АПК*. 2019; 3(12): 348-352.

REFERENCES

1. Quality Assessment of feed grain, fodder and feed additives FGBU “Center for Quality Assessment of Grain”. ROSSELKHOZNADZOR. Teaching presentation. 2021. (electronic resource) https://meatindustry.ru/upload/iblock (accessed 03.01.2022).

2. Drepa E.B., Popova E.L., Matveev A.G., Chaplygin I.M. Effect of different elements of cultivation technology on winter wheat yield. *Bulletin of the Agroindustrial Complex of Stavropol Territory*. 2012; 2(6): 11-12. (In Russian).

3. Pigorev I.Y., Tarasov A.A., Tarasov S.A. Effect of biological preparations on the yield and quality of winter wheat grain in the Central Black Earth region // *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy.* 2016; 9: 94-99. (In Russian).

4. Zhelezova S.V., Akimov T.A., Beloshapkina O.O., Berezovsky E.V. Effect of different winter wheat cultivation technologies on yield and phytosanitary condition of crops (on the example of field experience of Precision Farming Center of K.A. Timiryazev Russian Academy of Agriculture). *Agrochemistry*. 2017; 4: 65-75. (In Russian).

5. Bedareva O.M., Muracheva L.S., Troyan T.N., Gorshinina G.V. Effect of optimal doses of biogenic elements on the growth, development, productivity of winter wheat on sod-podzolic soils in the Kaliningrad region. *Proceedings of the Kaliningrad State Technical University*. 2019; 52:123-132. (In Russian).

6. Kudashkin M.I. Effectiveness of mineral fertilizers, micronutrient chelates and plant protection agents in growing winter wheat. *Agrochemistry.* 2011; 5: 26-34. In Russian).

7. Satsyuk I.V., Kulinkovich S.N., Trushko V.Y., Ardashnikova A.E. Yield of winter wheat varieties depending on the level of intensification of cultivation technology. *Farming and breeding in Belarus.* 2015;51: 123-128. (In Russian).

8. Kononchuk V.V., Shtyrkhunov V.D., Timoshenko S.M., Sobolev S.V., Nazarova T.O. Yield and grain quality of winter wheat depending on the elements of cultivation technology under different weather conditions in the Central Black Earth Region. *Achievements of Science and Technology of Agricultural Complex*. 2016; 30(9): 73-77. (In Russian).

9. Rezvyakova S.V., Eremin L.P., Tarakin A.V., Dogadina M.A., Koneeva O.A. Biologized cultivation technology of winter wheat. *Grain legumes and cereals*. 2022; 3(43): 94-99. (In Russian).

10. Voropaeva A.A., Menkina E.A. Effect of mineral fertilizers on winter wheat yield depending on the technology of cultivation in the zone of unstable moisture in the Central Caucasus. *Science News in the Agricultural Complex*. 2019; 3(12): 348-352. (In Russian).

11. Энговатова И.В., Шестакова Е.О., Сторчак И.Г., Ерошенко Ф.В. Влияние элементов агротехнологии на азотное питание озимой пшеницы. *Аграрный научный журнал*. 2020; 12: 55-58.

12. Малышева Е.В., Долгополова Н.В., Нагорных А.В. Влияние различных видов удобрений на биохимические показатели зерна. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии.* 2021; 6: 35-40.

13 Balyan H.S., Gupta P.K., Kumar S., Dhariwal R., Jaiswal V., Tyagi S., Agarwal P., Gahlaut V., Kumari S. Genetic improvement of grain protein and other health-related constituents of wheat grain. Plant Breeding. 2013. available at http://wileyonlinelibrary.com. https://doi.org/10.1111/pbr.12047.

14. Березовский Е.В., Прокофьев Н.А., Телышев А.Н. Дифференцированное внесение азотных удобрений на основе данных дистанционного зондирования земли с беспилотных летательных аппаратов. *Сахар*. 2017; 10: 22-24.

15. Коношина С.Н., Коношин И.В., Прудникова Е.Г. Использование технологий точного земледелия при возделывании озимой пшеницы в условиях Орловской области. *Вестник аграрной науки*. 2022; 2(95):26-30.

16. Денисов П.В., Иванов А.Б., Мишуров Н.П., Петухов Д.А., Подъяблонский П.А., Трошко К.А. Прогнозирование урожайности озимой пшеницы с использованием технологий дистанционного зондирования Земли. *Управление рисками в АПК*. 2021;1(39): 37-45.

17. Тугуз Р.К., Панеш А.Х. Использование веб-сервисов геоинформационных систем при возделывании озимой пшеницы. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* 2017; 11(1): 118-123.

18. Гулянов Ю.А. Мониторинг фитометрических параметров с использованием инновационных методов сканирования посевов. *Таврический вестник аграрной науки.* 2019; 3(19): 64-76.

19. Вилюнов С.Д., Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Старикова Ж.В., Мальцев А.А. Применение вегетационных индексов в селекции озимой мягкой пшеницы. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 3(43): 73-83.

20. Ерошенко Ф.В., Сторчак И.Г., Шестакова Е.О. Связь вегетационного индекса NDVI с содержанием хлорофилла в растениях озимой пшеницы. *Аграрный вестник Урала*. 2018; 171: 10-16, DOI: 10.25930/1se7-wj26.

21. Сторчак И.Г., Шестакова Е.О., Ерошенко Ф.В. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность и NDVI посевов озимой пшеницы. *Новости науки в АПК*. 2018; 2-2(11): 396-399.

22. Шестакова Е.О., Оганян Л.Р., Чернова И.В., Бильдиева Е.А. Влияние сорта, предшественника, уровня минерального питания, сроков и норм высева на относительное содержание хлорофилла в растениях озимой пшеницы. *Новости науки в АПК*. 2019; 487-490.

23. Павловская Н.Е., Родимцев С.А., Бородин Д.Б., Вершинин С.В., Гагарина И.Н. Оценка состояния посевов озимой пшеницы и ярового ячменя по среднему значению NDVI на основе космоснимков. *Вестник аграрной науки.* 2020; 6(87): 25-32.

11. Engovatova I.V., Shestakova E.O., Storchak I.G., Eroshenko F.V. Influence of agrotechnological elements on nitrogen nutrition of winter wheat. *Agrarian Scientific Journal*. 2020; 12: 55-58. (In Russian).

12. Malysheva EV, Dolgopolova NV, Nagornykh AV Influence of different types of fertilizers on the biochemical parameters of grain. *Bulletin of Kursk State Agricultural Academy*. 2021; 6: 35-40. (In Russian).

13. Balyan H.S., Gupta P.K., Kumar S., Dhariwal R., Jaiswal V., Tyagi S., Agarwal P., Gahlaut V., Kumari S. Genetic improvement of grain protein and other health-related constituents of wheat grain. Plant Breeding. 2013. available at http://wileyonlinelibrary.com. https://doi.org/10.1111/pbr.12047.

14. Berezovsky E.V., Prokofyev N.A., Telyshev A.N. Differential application of nitrogen fertilizers based on remote sensing data from drones. *Sugar*. 2017; 10: 22-24. (In Russian).

15. Konoshina S.N., Konoshin I.V., Prudnikova E.G. The use of precision farming technology in the cultivation of winter wheat in the Orel region. *Bulletin of Agrarian Science.* 2022; 2(95):26-30. (In Russian).

16. Denisov P.V., Ivanov A.B., Mishurov N.P., Petukhov D.A., Pod'yablonsky P.A., Troshko K.A. Winter wheat yield forecasting using remote sensing technologies. *Risk Management in Agroindustrial Complex*. 2021;1(39): 37-45. (In Russian).

17. Tuguz R.K., Panesh A.H. The use of web services of geoinformation systems in the cultivation of winter wheat. *International Journal of Applied and Fundamental Research*2017; 11(1): 118-123. (In Russian).

18. Gulyanov Yu.A. Monitoring of phytometric parameters using innovative methods of crop scanning. *Tavrichesky Vestnik of Agrarian Science.* 2019; 3(19): 64-76. (In Russian).

19. Vilyunov S.D., Zotikov V.I., Sidorenko V.S., StarikovaZh.V., Maltsev A.A. Application of vegetation indices in selection of winter soft wheat. *Grain legumes and cereals*. 2022; 3(43): 73-83. (In Russian).

20. Eroshenko F.V., Storchak I.G., Shestakova E.O. Relationship of vegetative index NDVI with chlorophyll content in winter wheat plants. *Agrarny vestnik of the Urals*. 2018; 171: 10-16, DOI: 10.25930/1se7-wj26. (In Russian).

21. Storchak I.G., Shestakova E.O., Eroshenko F.V. Influence of cultivation technology elements on yield and NDVI of winter wheat crops. *Science News in Agricultural Complex.* 2018; 2-2(11): 396-399 .(In Russian).

22. Shestakova E.O., Ohanyan L.R., Chernova I.V., Bildieva E.A. Effect of variety, predecessor, mineral nutrition level, timing and seeding rates on the relative chlorophyll content in winter wheat plants. *Science News in Agricultural Complex*. 2019; 487-490. (In Russian).

23. Pavlovskaya N.E., Rodimtsev S.A., Borodin D.B., Vershinin S.V., Gagarina I.N. Assessment of winter wheat and spring barley crops by mean value of NDVI based on satellite images. *Bulletin of Agrarian Science*. 2020; 6(87): 25-32. (In Russian).

ОБ АВТОРАХ:

Светлана Викторовна Резвякова,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина 69, Орел, 302019, Российская Федерация.
lana8545@yandex.ru
https://orcid.org: 0000-0002-7681-4516

Виктор Николаевич Титов,
кандидат сельскохозяйственных наук, АО «Щёлково Агрохим», ул. Северная 5, Орел, 302009, Российская Федерация.
E-mail:orel@betaren.ru

Сергей Юрьевич Данилов,
аспирант,
Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина 69, Орел, 302019, Российская Федерация.
АО «Щёлково Агрохим», ул. Северная 5, Орел, 302009, Российская Федерация.
E-mail:danicergej@yandex.ru

Оксана Андреевна Конеева,
аспирант, Орловский
государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина 69, Орел, 302019, Российская Федерация.
E-mail: koneeva-1995@mail.ru

Владимир Анатольевич Зайцев,
ведущий научный консультант АО «Щелково Агрохим», ул. Северная 5, Орел, 302009, Российская Федерация.
E-mail:orel@betaren.ru

ABOUT THE AUTHORS:

Svetlana Viktorovna Rezvyakova,
Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
N.V. Parakhin Orel State Agrarian University, 69 General Rodina str, Orel, 3020193, Russian Federation.
lana8545@yandex.ru
https://orcid.org 0000-0002-7681-4516

Viktor Nikolaevich Titov,
Candidate of Agricultural Sciences, "Shchelkovo Agrokhim", 5 Severnaya str, Orel, 302009, Russian Federation.
E-mail: orel@betaren.ru

Sergey Yurievich Danilov,
student,
N.V. Parakhin Orel State Agrarian University,
69 General Rodina str, Orel, 3020193,
Russian Federation.
JSC "Shchelkovo Agrokhim" 5 Severnaya str, Orel, 302009, Russian Federation.
E-mail: danicergej@yandex.ru

Oksana Andreevna Koneeva,
student,
N.V. Parakhin Orel State Agrarian University, 69 General Rodina str, Orel, 3020193, Russian Federation.
E-mail: koneeva-1995@mail.ru

Vladimir Anatolievich Zaitsev,
Leading Scientific Consultant,
JSC "Shchelkovo Agrokhim" 5 Severnaya str, Orel, 302009, Russian Federation.
E-mail: orel@betaren.ru