

Научная статья

УДК 633.11

doi: 10.48612/vch/znn5-4bh2-8537

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ И ХЛЕБОПЕКАРНЫХ КАЧЕСТВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ В ВЕСЕННЕ-ЛЕТНЮЮ ВЕГЕТАЦИЮ**Файль Адельшевич Мударисов¹⁾, Леонид Геннадьевич Шашкаров²⁾, Юрий Михайлович Исаев¹⁾, Елена Викторовна Провалова¹⁾, Ирина Леонидовна Федорова¹⁾, Софья Николаевна Решетникова¹⁾**¹⁾Ульяновский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина

432017, г. Ульяновск, Российская Федерация

²⁾Чувашский государственный аграрный университет

428003, г. Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. Урожай полевых культур во многом зависит от мощности развития растения и является результатом влияния факторов роста и развития, среди которых решающая роль принадлежит погодным условиям. В связи с этим, для благоприятной жизнедеятельности растений необходимы оптимальная температура воздуха и продуктивная влага в достаточном количестве, которые будут удовлетворять требования растений в период вегетации. Важнейшие из климатических факторов – лучистая энергия Солнца, температура и влажность воздуха, осадки, которые складываются во время вегетации растений в агрофитоценозах, в немалой степени оказывают влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур [9]. Исследования проведены в 2014–2018 гг. В работе авторами статьи представлены результаты исследования влияния погодных условий в весенне-летнюю вегетацию на урожайность и хлебопекарные качества озимой пшеницы. При значительных отклонениях от оптимальных параметров погодных условий происходят заметные изменения физиологических функций растений, снижается возможность использования питательных веществ из почвы и удобрений. При кратковременных засухах изменяется динамика почвенных процессов, в том числе трансформация азота почвы и удобрений. При уменьшении влажности почвы ослабляется использование фосфора растениями [3, 11]. При проведении статистической обработки экспериментальных данных исследований выявлено, что знание закономерностей воздействия погоды на рост и развитие растений в отдельные периоды позволяет через систему агротехнических и организационно-производственных мероприятий ослабить отрицательное ее влияние на формирование урожая и его качества и позволит иметь более высокую и стабильную продуктивность культуры.

Ключевые слова: озимая пшеница, урожайность, клейковина, ИДК, осадки, линейное уравнение регрессии, зависимость.

Для цитирования: Мударисов Ф. А., Шашкаров Л. Г., Исаев Ю. М., Провалова Е. В., Федорова И. Л., Решетникова С. Н. Аналитическая зависимость урожайности и хлебопекарных качеств озимой пшеницы от погодных условий в весенне-летнюю вегетацию // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2026 №3(38). С. 26-32.

doi: 10.48612/vch/znn5-4bh2-8537

Original article

ANALYTICAL DEPENDENCE OF THE YIELD AND BREAD-BAKING QUALITIES OF WINTER WHEAT ON WEATHER CONDITIONS DURING SPRING AND SUMMER VEGETATION**Fail A. Mudarisov¹⁾, Leonid G. Shashkarov²⁾, Yuri M. Isaev¹⁾, Elena V. Provalova¹⁾, Irina L. Fedorova¹⁾, Sofya N. Reshetnikova¹⁾**¹⁾Ulyanovsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin

432017, Ulyanovsk, Russian Federation

²⁾Chuvash State Agrarian University

428003, Cheboksary, Russian Federation

Abstract. The yield of field crops largely depends on the plant's growth potential and is influenced by various growth and development factors, with weather conditions playing a crucial role. Therefore, optimal air temperature and sufficient productive moisture are essential for the plants' favorable growth and development during the vegetation period. The most significant climatic factors, such as solar radiation, air temperature, humidity, and precipitation, have a significant impact on the growth and development of agricultural crops [9]. The research was conducted in 2014–2018. The article presents the results of a study on the impact of weather conditions during spring and summer vegetation on the yield and baking qualities of winter wheat. Significant deviations from the optimal weather conditions cause noticeable changes in plant physiological functions and reduce the ability of plants to use nutrients from the soil and fertilizers. Short-term droughts alter the dynamics of soil processes, including the transformation of soil nitrogen and fertilizers. As soil moisture decreases, the use of phosphorus by plants becomes more limited [5, 11]. Statistical analysis of the research data revealed that knowledge of the weather's impact on plant growth and development during specific periods

allows for the implementation of agronomic, organizational, and production measures to mitigate its negative effects on crop yield and quality, resulting in higher and more consistent crop productivity.

Keywords: winter wheat, yield, gluten, GDI, precipitation, linear regression equation, dependence.

For citation: Mudarisov F. A., Shashkarov L. G., Isaev Yu. M., Provalova E. V., Fedorova I. L., Reshetnikova S. N. Analytical dependence of the yield and bread-baking qualities of winter wheat on weather conditions during spring and summer vegetation // Vestnik Chuvash State Agrarian University. 2026, No. 3(38), Pp. 26-32.
doi: 10.48612/vch/znn5-4bh2-8537

Введение.

В природе урожайность сельскохозяйственных культур и качество продукции формируются под влиянием абиотических и биотических факторов жизни. Наиболее существенные абиотические факторы среды – климатические, почвенно-грунтовые. Важнейшие из климатических факторов – лучистая энергия Солнца, температура и влажность воздуха, осадки, которые складываются во время вегетации растений в агрофитоценозах, в немалой степени оказывают влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур [9].

При значительных отклонениях от оптимальных параметров погодных условий происходят заметные изменения физиологических функций растений, снижается возможность использования питательных веществ из почвы и удобрений, а также фотосинтез и с ним способность формировать репродуктивные органы. При кратковременных засухах изменяется динамика почвенных процессов, в том числе трансформация азота почвы и удобрений. При уменьшении влажности почвы ослабляется использование фосфора растениями [3, 11].

Знание закономерностей воздействия погоды на рост и развитие растений в отдельные периоды позволяет через систему агротехнических и организационно-производственных мероприятий ослабить отрицательное ее влияние на формирование урожая и его качества и позволит иметь более высокую и стабильную продуктивность культуры.

Для достоверной оценки тех или иных агроприемов в земледелии проводят как краткосрочные, так и длительные исследования, а погодные условия, как правило, упоминаются в методике проведения экспериментов. При обсуждении результатов усредняется влияние погодных условий на формирование основных выводов исследования [2, 4].

Следовательно, проведение исследований, направленных на выявление влияния на урожайность и качество озимой пшеницы погодных условий каждого месяца вегетации в отдельности или отдельных периодов, а не в среднем за весь вегетационный период, является актуальным.

Цель исследований – получение эмпирической зависимости урожайности, массовой доли клейковины, индекса деформации клейковины (ИДК) от температуры воздуха и изменения количества осадков по месяцам вегетации опытной культуры.

Материалы и методы исследований.

Объектом исследования послужила районированная озимая мягкая пшеница сорта Саратовская 17, выращенная в условиях опытного поля Ульяновского государственного аграрного университета по общепринятой для региона технологии с использованием

для обработки семян и внекорневой подкормки микроэлементов-синергистов (Mn и Zn).

Опыты закладывались в течение 5 лет (2014–2018 гг.), содержание марганца варьировало в пределах 4,7–10,9 мг/кг почвы (в среднем 7,0 мг/кг), цинка – в пределах 0,4–0,6 мг/кг почвы (в среднем 0,47 мг/кг). По содержанию марганца почвы относятся к бедным, по содержанию цинка – к очень бедным.

Учет урожая зерна проводили методом сплошного обмолота селекционным комбайном Terrion-Sampo SR2010; определение массовой доли клейковины – отмытием под струей воды; определение качества клейковины – на приборе ИДК-5.

Для характеристики погодных условий за годы проведения полевых опытов использовали метеоданные по пункту города Ульяновска (аэропорт Восточный), расположенного в непосредственной близости от опытного участка.

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена методами корреляционного и регрессионного анализов на ПК с использованием MathCad, Excel 2017, Statistica 6.1 [4].

Результаты исследований и их обсуждение.

В общем виде линейное уравнение регрессии в кодовых переменных для определения значения урожайности (Y) в зависимости от среднемесячной температуры в апреле (x_1), мае (x_2), июне (x_3), июле (x_4) выглядит следующим образом:

$$Y = D + Ax_1 + Bx_2 + Cx_3 + Ex_4,$$

где D – константа; A, B, C, E – коэффициенты уравнения регрессии, показывающие качественный уровень влияния соответствующей переменной на значения урожайности; x_1, x_2, x_3, x_4 – факторы в кодовых значениях.

Экспериментальные данные для проведения статистической обработки приведены в таблице 1.

Исходя из полученных данных, у озимой пшеницы урожайность и хлебопекарные показатели качества зерна (клейковина, ИДК) отличаются по годам под влиянием погодных условий.

На основе данных таблицы 1 с применением методов корреляционного и регрессионного анализов выведено линейное уравнение регрессии для расчета урожайности Y (т/га), где линейная регрессионная зависимость исследований $Y = f(x_1, x_2, x_3, x_4)$ представляется в виде формул с различными коэффициентами. Формулы имеют следующий вид:

Для урожайности Y (т/га) в зависимости от температуры по месяцам:

$$Y = 4 + 0,8 x_1 + 0,94 x_2 - 2,09 x_3 - 0,45 x_4.$$

Для урожайности Y_1 (т/га) в зависимости от осадков по месяцам:

$$Y_1 = 4,5 + 2,25 x_1 - 1,24 x_2 + 1,23 x_3 - 1,54 x_4.$$

Более наглядно коэффициенты уравнения регрессии, показывающие качественный уровень влияния погодных условий на урожайность озимой пшеницы, приведены в таблице 2.

Таблица 1. Исходные данные к работе

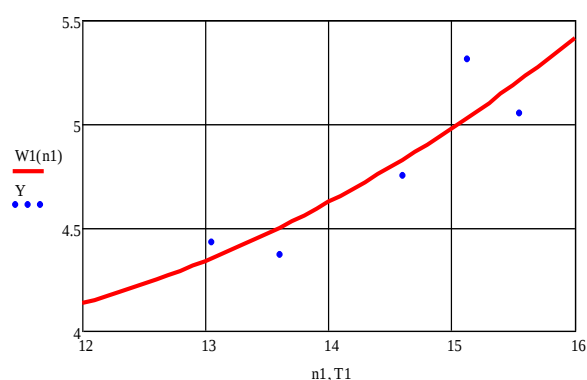
Table 1. Initial data for the work

Годы	Y Урожайность, т/га	S Клейковина, %	G ИДК, ед.	x_1 Температура в апреле, °C	x_2 Температура в мае, °C	x_3 Температура в июне, °C	x_4 Температура в июле, °C
2014	4,75	26,2	45,6	4,6	16,8	17,5	19,5
2015	2,31	29,9	52,0	4,6	15,9	21,2	18,8
2016	5,05	28,6	51,9	8,6	14,8	17,4	21,4
2017	4,43	26,1	70,4	5,4	11,9	15,6	19,3
2018	4,37	27,0	78,4	4,8	12,9	14,5	22,2
	Y_1 Урожайность, т/га	S_1 Клейковина, %	G_1 ИДК, ед.	z_1 осадки в ап- реле, мм	z_2 осадки в ма- е, мм	z_3 осадки в ию- не, мм	z_4 осадки в ию- ле, мм
2014	4,75	26,2	45,6	30,8	17,4	47,1	5,2
2015	2,31	29,9	52,0	41,3	29,4	22,8	118,6
2016	5,05	28,6	51,9	47,5	71,1	88,8	68,0
2017	4,43	26,1	70,4	56,1	25,1	64,5	190,2
2018	4,37	27,0	78,4	34,7	11,1	7,0	9,8

Таблица 2. Коэффициенты уравнения регрессии по зависимости урожайности озимой пшеницы от погодных условий

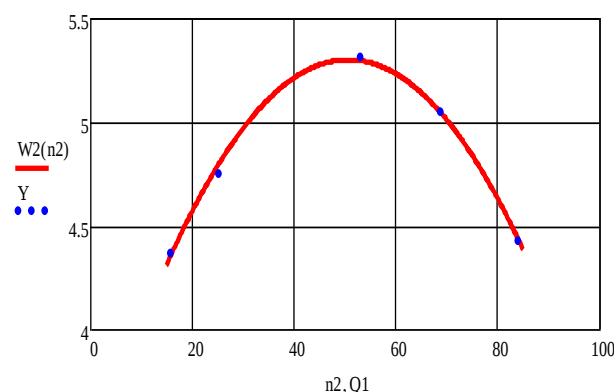
Table 2. Regression equation coefficients for the dependence of winter wheat yield on weather conditions

Table 2. Regression equation coefficients for the dependence of winter wheat yield on weather conditions					
Функция	Константа	Коэффициенты уравнения регрессии			
	D	A	B	C	E
Y	4	0,8	0,94	-2,09	-0,45
Y ₁	4.5	2.25	-1.24	1.23	-1.54

Рис. 1. График зависимости урожайности озимой пшеницы $Y(t/га)$ от температуры $T(Y)$, °CFig. 1. The graph showing the relationship between the yield of winter wheat $Y(t/ha)$ on temperature $T(Y)$, °C

Анализируя таблицу 2, можно сделать вывод, что в среднем за пять лет исследований главным фактором, влияющим на урожайность опытной культуры, является количество осадков в апреле и июне. Аналогичные результаты по озимой пшенице получены Ю. Ф. Курдюковой и др. [8], Н. Г. Захаровым и Н. А. Хайр-тиновой [6]. В наших исследованиях температурный режим апреля и мая также оказал существенное влияние на урожайность озимой пшеницы. Таким образом, погодные условия начала весенней вегетации являются определяющими для интегрального показателя продуктивности опытной культуры – урожайности. Значения вышеназванных коэффициентов представляют собой количественную оценку влияния погодных условий во время вегетации на урожайность ози-

мой пшеницы. Графики зависимости урожайности $Y(t/га)$ культуры от температуры воздуха и количества осадков в весенне-летний период представлены на рисунках 1 и 2.

Рис. 2. График зависимости урожайности $Y(t/га)$ от осадков $Q(Y)$, ммFig. 2. The graph shows the relationship between yield $Y(t/ha)$ and precipitation $Q(Y)$, mm

Анализируя данные рисунков 1 и 2, за пять лет исследований повышение температуры за весенне-летний период до 16 °C с одновременным повышением количества осадков до 50 мм приводит к увеличению урожайности опытной культуры. Дальнейшее увеличение количества осадков приводит к обратному.

По-видимому, это связано с вероятностью избыточного увлажнения к концу вегетации. По мнению некоторых авторов [1, 10], такая картина приводит к увеличению площадей под очагово лежащими по-

севами, подпреванию находящихся в контакте с мокрой почвой полеглих стеблей, усилению развития листовых болезней и болезней колоса.

Выведены линейные уравнения регрессии для расчета массовой доли клейковины $S(\%)$ и ИДК $G(\%)$ в зерне озимой пшеницы, где линейная регрессионная зависимость исследований $Y = f(x_1, x_2, x_3, x_4)$ представляется в виде формул с различными коэффициентами. Формулы имеют следующий вид:

Для клейковины $S(\%)$ в зависимости от температуры по месяцам:

$$S = 28,7 + 0,01 x_1 - 1,04 x_2 + 3,55 x_3 + 1,25 x_4.$$

Для клейковины $S_1(\%)$ в зависимости от осадков по месяцам:

$$S_1 = 27,95 - 2,51 x_1 + 3,53 x_2 - 2,24 x_3 + 1,52 x_4.$$

Для ИДК $G(\text{ед.})$ в зависимости от температуры по месяцам:

$$G = 59,6 - 7,39 x_1 - 15,35 x_2 + 3,58 x_3 + 6,61 x_4.$$

Для ИДК $G_1(\text{ед.})$, в зависимости от осадков по месяцам:

$$G_1 = 66,29 + 50,85 x_1 - 11,85 x_2 - 16,62 x_3 - 20,47 x_4.$$

Коэффициенты уравнений регрессии, показывающие качественный уровень влияния температуры и осадков в период вегетации культуры на количество и качество клейковины в зерне озимой пшеницы, приведены в таблице 3.

Таблица 3. Коэффициенты уравнения регрессии по зависимости качества озимой пшеницы от погодных условий
Table 3. The coefficients of the regression equation describing the relationship between the quality of winter wheat and weather conditions

Функция	Константа	Коэффициенты уравнения регрессии			
	D	A	B	C	E
S	28,7	0,01	-1,04	3,55	1,25
S_1	27,95	-2,51	3,53	-2,24	1,52
G	59,6	-7,39	-15,35	3,58	6,61
G_1	66,29	50,85	-11,85	-16,62	-20,47

Анализируя таблицу 3, можно сделать вывод, что в среднем за пять лет исследований главным фактором, влияющим на количество и качество клейковины в зерне, является температура воздуха в период налива и созревания зерна. Массовая доля клейковины зависит также от количества осадков в мае и июле. Более наглядно зависимость количества и качества клейковины от погодных условий весенне-летней вегетации можно увидеть на графиках, изображенных на рисунках 3 и 4.

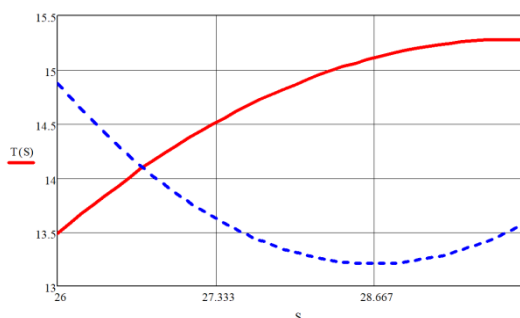


Рис. 3. Зависимость клейковины $S(\%)$ от температуры $T(Y)$, °C и осадков $Q(Y)$, мм

Fig. 3. The dependence of gluten content $S(\%)$ on temperature $T(Y)$, °C, and precipitation $Q(Y)$, mm

На рисунке 3 наглядно можно увидеть, что имеется положительная связь между повышением температуры и увеличением содержания глютена. Увеличение количества осадков снижает содержание клейковины.

Таким образом, клейковина увеличивается при обратной корреляции между температурой воздуха и количеством осадков.

У В. В. Келер и Т. Г. Овчинниковой [7] исследование корреляционных связей содержания клейковины в зерне мягкой яровой пшеницы с теплообеспеченностью периода вегетации выявило их положительную

благоприятную роль между количеством глютена и среднемесячными температурами. Характер связей между осадками и данным признаком был отрицательным.

М. С. М. Донгак [4] в своей статье указывает, что на содержание сырой клейковины в зерне мягкой яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Республики Тыва положительно влияет повышение среднесуточной температуры воздуха в период налива и восковой спелости.

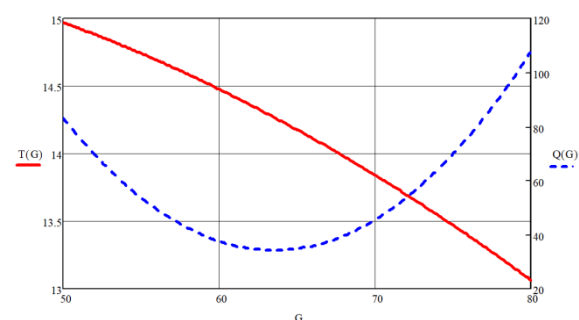


Рис. 4. Зависимость ИДК (ед.) от температуры $T(Y)$, °C и осадков $Q(Y)$, мм

Fig. 4. The dependence of the GDI (units) on temperature $T(Y)$, °C and precipitation $Q(Y)$, mm

Анализ рисунка 4 показал, что снижение среднесуточной температуры воздуха до 13 °C и увеличение количества осадков выше 80 мм ведет к ослаблению клейковины и переходу во вторую группу (удовлетворительная слабая).

Увеличение температуры воздуха в фазу налива зерна и восковой спелости и уменьшение количества осадков в данный период у ряда авторов имеет прямую зависимость [5, 7, 12].

По данным Н. В. Захарова и Н. А. Хайртдиновой [6] на 60 % качество клейковины озимой пшеницы определяется условиями питания растений и не зависит от складывающихся погодных условий.

Проверка математических моделей показала, что табличное значение критерия Стьюдента меньше расчетного, коэффициент корреляции не менее 0,95, а проверка уравнений регрессии по критерию Фишера подтвердила их адекватность.

Выводы.

Таким образом, математическая обработка данных показала, что положительно влияют на урожайность

озимой пшеницы увеличение температуры и осадков в начале весенней вегетации (апрель). Содержание клейковины и ее качество, в первую очередь, зависят от погодных условий июня – июля. Снижение среднесуточной температуры воздуха до 13 °С и увеличение количества осадков выше 80 мм ведет к частичному ослаблению клейковины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеева, Е. В. Полегание пшеницы: генетические и экологические факторы и способы преодоления / Е. В. Агеева, И. Н. Леонова, И. Е. Лихенко // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2020. – Т. 24, № 4. – С. 356-362. – DOI 10.18699/VJ20.628.
2. Боронтов, О. К. Влияние метеорологических условий, систем удобрения и обработки почвы на вынос питательных веществ и урожайность сахарной свеклы в ЦЧР / О. К. Боронтов, П. А. Косякин, Е. Н. Манаенкова // Агрохимия. – 2019, – № 9. – С. 74-83.
3. Влияние питательного режима, погодных условий и агротехники на продуктивность сахарной свеклы / Д. А. Дьяков, О. А. Минакова, О. К. Боронтов [и др.] // Сахарная свекла. – 2015. – № 10. – С. 33-36.
4. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для студентов вузов / В. Е. Гмурман. – 6-е изд. – Москва : Высшая школа, 1998. – 479 с.
5. Донгак, М. С. М. Влияние климатических условий на содержание клейковины в зерне яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Республики Тыва / М. С. М. Донгак // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 5(163). – С. 23-28.
6. Захаров, Н. Г. Формирование урожайности и качества зерна озимой пшеницы в условиях среднего Поволжья / Н. Г. Захаров, Н. А. Хайртдинова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3(51). – С. 41-46. – DOI 10.18286/1816-4501-2020-3-41-46.
7. Келер, В. В. Роль экологических условий в формировании клейковины у яровой пшеницы / В. В. Келер, Т. Г. Овчинникова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 5. – С. 19-27. – DOI 10.26897/0021-342X-2021-5-19-27.
8. Курдюков, Ю. Ф. Влияние весенних запасов продуктивной влаги в почве и осадков на продуктивность зерновых культур в зоне засушливой черноземной степи / Ю. Ф. Курдюков, М. Ю. Васильева, С. И. Пряхина // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. – 2007. – Т. 7, № 1. –
9. Мударисов, Ф. А. Аналитическая зависимость урожайности и качества корнеплодов сахарной свеклы от погодных условий / Ф. А. Мударисов, Ю. М. Исаев, Т. Д. Игнатова // Сахарная свекла. – 2022. – № 6. – С. 32-35. – DOI 10.25802/5583.2022.71.20.006.
10. Назаренко, Л. В. Факторы внешней среды, их влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур длинного дня на примере пшеницы / Л. В. Назаренко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 93. – С. 862-878.
11. Продуктивность и технологическое качество сахарной свеклы в зависимости от применения полихелатных микроудобрений и фона удобренности / Л. Н. Путилина, П. А. Косякин, О. А. Минакова [и др.] // Сахарная свекла. – 2017. – № 5. – С. 14-19.
12. Шаболкина, Е. Н. Индекс деформации (ИДК), определяемый в зерне, как критерий качества клейковины пшеницы / Е. Н. Шаболкина, С. Н. Шевченко, Н. В. Анисимкина // Зерновое хозяйство России. – 2021. – № 2(74). – С. 69-74. – DOI 10.31367/2079-8725-2021-74-2-69-74.

REFERENCES

1. Ageeva, E. V. Poleganie pshenicy: geneticheskie i ekologicheskie faktory` i sposoby` preodoleniya / E. V. Ageeva, I. N. Leonova, I. E. Lixenko // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. – 2020. – T. 24, № 4. – S. 356-362. – DOI 10.18699/VJ20.628.
2. Borontov, O. K. Vliyanie meteorologicheskix uslovij, sistem udobreniya i obrabotki pochvy` na vy`nos pitatel`ny`x veshhestv i urozhajnost` saxarnoj svekly` v CzChR / O. K. Borontov, P. A. Kosyakin, E. N. Manaenkova // Agroximiya. – 2019, – № 9. – S. 74-83.
3. Vliyanie pitatel`nogo rezhima, pogodny`x uslovij i agrotexniki na produktivnost` saxarnoj svekly` / D. A. D`yakov, O. A. Minakova, O. K. Borontov [i dr.]. // Saxarnaya svekla. – 2015. – № 10. – S. 33-36.
4. Gmurman, V. E. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika : uchebnoe posobie dlya studentov vuzov / V. E. Gmurman. – 6-e izd. – Moskva : Vy`sshaya shkola, 1998. – 479 s.
5. Dongak, M. S. M. Vliyanie klimaticheskix uslovij na sodержание klejkoviny` v zerne yarovoj pshenicy v usloviyax lesostepnoj zony` Respubliki Ty`va / M. S. M. Dongak // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – № 5(163). – S. 23-28.
6. Zaxarov, N. G. Formirovanie urozhajnosti i kachestva zerna ozimoy pshenicy v usloviyax srednego Povolzh`ya / N. G. Zaxarov, N. A. Hajrtdinova // Vestnik Ul`yanovskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. – 2020. – № 3(51). – S. 41-46. – DOI 10.18286/1816-4501-2020-3-41-46.

7. Keler, V. V. Rol' e'kologicheskikh usloviy v formirovaniy klejkoviny u yarovoy pshenicy / V. V. Keler, T. G. Ovchinnikova // Izvestiya Timiryazevskoy sel'skoxozyajstvennoj akademii. – 2021. – № 5. – S. 19-27. – DOI 10.26897/0021-342X-2021-5-19-27.
8. Kurdyukov, Yu. F. Vliyaniye vesennix zapasov produktivnoy vlagi v pochve i osadkov na produktivnost zernovykh kul'tur v zone zasushlivoj chernozemnoj stepi / Yu. F. Kurdyukov, M. Yu. Vasil'eva, S. I. Pryaxina // Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Nauki o Zemle. – 2007. – T. 7, № 1. –
9. Mudarisov, F. A. Analiticheskaya zavisimost urozhnosti i kachestva korneplodov saxarnoj svekly ot pogodnykh usloviy / F. A. Mudarisov, Yu. M. Isaev, T. D. Ignatova // Saxarnaya svekla. – 2022. – № 6. – S. 32-35. – DOI 10.25802/5583.2022.71.20.006.
10. Nazarenko, L. V. Faktory vneshnej sredy, ix vliyaniye na rost i razvitiye sel'skoxozyajstvennykh kul'tur dlinnogo dnya na primere pshenicy / L. V. Nazarenko // Politematicheskij setevoy e'lektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 93. – S. 862-878.
11. Produktivnost i tekhnologicheskoe kachestvo saxarnoj svekly v zavisimosti ot primeneniya polixelatnykh mikroudobrenij i fona udobrennosti / L. N. Putilina, P. A. Kosyakin, O. A. Minakova [i dr.] // Saxarnaya svekla. – 2017. – № 5. – S. 14-19.
12. Shabol'kina, E. N. Indeks deformacii (IDK), opredelyaemyj v zerne, kak kriterij kachestva klejkoviny pshenicy / E. N. Shabol'kina, S. N. Shevchenko, N. V. Anisimkina // Zernovoe xozyajstvo Rossii. – 2021. – № 2(74). – S. 69-74. – DOI 10.31367/2079-8725-2021-74-2-69-74.

Информация об авторах

1. **Мударисов Фаиль Адельшевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения, биологии, химии и технологии переработки продукции растениеводства, Ульяновский государственный аграрный университет, 432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, д. 1, Ульяновская область, Россия; e-mail: fail_76@mail.ru.

2. **Шашкаров Леонид Геннадьевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, д. 29, Чувашская Республика, Россия; e-mail: leonid.shashckarov@yandex.ru.

3. **Исаев Юрий Михайлович**, доктор технических наук, профессор, заведующей кафедрой математики и физики, Ульяновский государственный аграрный университет, 432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, д. 1, Ульяновская область, Россия; e-mail: isurmi@yandex.ru.

4. **Провалова Елена Викторовна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой землеустройства и кадастров, Ульяновский государственный аграрный университет, 432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, д. 1, Ульяновская область, Россия; e-mail: provalova2013@yandex.ru.

5. **Федорова Ирина Леонидовна**, кандидат химических наук, доцент, заведующая кафедрой почвоведения, биологии, химии и технологии переработки продукции растениеводства, Ульяновский государственный аграрный университет, 432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, д. 1, Ульяновская область, Россия; e-mail: irinalfedorova@yandex.ru.

6. **Решетникова Софья Николаевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения, биологии, химии и технологии переработки продукции растениеводства, Ульяновский государственный аграрный университет, 432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, д. 1, Ульяновская область, Россия; e-mail: reset-69@mail.ru.

Information about the authors

1. **Mudarisov Fail Adelshevich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Soil Science, Biology, Chemistry and Technology of Processing Plant Production, Ulyanovsk State Agrarian University, 432017, Ulyanovsk, Novy Venets Boulevard, 1, Ulyanovsk Region, Russia; e-mail: fail_76@mail.ru.

2. **Shashkarov Leonid Gennadievich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agriculture, Plant Growing, Breeding and Seed Production, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, K. Marx St., 29, Chuvash Republic, Russia; e-mail: leonid.shashckarov@yandex.ru.

3. **Isaev Yuri Mikhailovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Mathematics and Physics, Ulyanovsk State Agrarian University, 432017, Ulyanovsk, Novy Venets Boulevard, 1, Ulyanovsk Region, Russia; e-mail: isurmi@yandex.ru.

4. **Provalova Elena Viktorovna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Land Management and Cadastre, Ulyanovsk State Agrarian University, 432017, Ulyanovsk, Novy Venets Boulevard, 1, Ulyanovsk Region, Russia; e-mail: provalova2013@yandex.ru.

5. **Fedorova Irina Leonidovna**, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Soil Science, Biology, Chemistry and Technology of Processing Plant Production, Ulyanovsk State Agrarian University, 432017, Ulyanovsk, Novy Venets Boulevard, 1, Ulyanovsk Region, Russia; e-mail: irinalfedorova@yandex.ru.

6. **Reshetnikova Sofya Nikolaevna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Soil Science, Biology, Chemistry and Technology of Processing Plant Production, Ulyanovsk State Agrarian University, 432017, Ulyanovsk, Novy Venets Boulevard, 1, Ulyanovsk Region, Russia; e-mail: reset-69@mail.ru.

Вклад авторов

Мударисов Ф. А. – определение цели исследования, организация и проведение исследования, анализ результатов исследования, написание статьи.

Шашкаров Л. Г. – определение цели исследования, организация и проведение исследования, анализ результатов исследования, написание статьи.

Исаев Ю. М. – определение цели исследования, организация и проведение исследования, анализ результатов исследования, написание статьи.

Провалова Е. В. – определение цели исследования, организация и проведение исследования, анализ результатов исследования, написание статьи.

Федорова И. Л. – определение цели исследования, организация и проведение исследования, анализ результатов исследования, написание статьи.

Решетникова С. Н. – определение цели исследования, организация и проведение исследования, анализ результатов исследования, написание статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Mudarisov F. A. – determination of the research goal, organization and conduct of the research, analysis of the research results, and writing the article.

Shashkarov L. G. – determination of the research goal, organization and conduct of the research, analysis of the research results, and writing the article.

Isaev Yu. M. – determination of the research goal, organization and conduct of the research, analysis of the research results, and writing the article.

Privalova E. V. – determination of the research goal, organization and conduct of the research, analysis of the research results, and writing the article.

Fedorova I. L. – determination of the research goal, organization and conduct of the research, analysis of the research results, and writing the article.

Reshetnikova S. N. – determination of the research goal, organization and conduct of the research, analysis of the research results, and writing the article

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 24.03.2026. Одобрена после рецензирования 03.09.2026. Дата опубликования 30.09.2026.

The article was received by the editorial office on 24.03.2026. Approved after review on 03.09.2026. Date of publication: 30.09.2026.