

Научная статья

УДК 633.11:631.811(571.61)

EDN OJXKAI

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-1-27-43>

### **Формирование урожая и качества зерна яровой пшеницы в зависимости от длительного применения удобрений в условиях Приамурья**

**Илья Александрович Кубасов<sup>1</sup>, Татьяна Александровна Асеева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт сои,

Амурская область, Благовещенск, Россия

<sup>2</sup> Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Хабаровский край, Хабаровск, Россия

<sup>1</sup> [89145656ilya@gmail.com](mailto:89145656ilya@gmail.com), <sup>2</sup> [aseeva59@mail.ru](mailto:aseeva59@mail.ru)

**Аннотация.** В статье представлены результаты изучения формирования урожайности и качества зерна яровой пшеницы в зависимости от гидротермических условий и уровня обеспечения посевов культуры минеральным питанием. Установлено, что максимальное увеличение в фазу кущения: минерального азота происходит при внесении  $N_{60}P_{30}$ , подвижного фосфора и калия при последствии органоминеральной системы удобрений. Самый высокий вынос элементов питания был зафиксирован при внесении  $N_{60}P_{30}$ , последствии органоминеральной системы удобрения и использования на ее фоне азотного удобрения в дозе  $N_{30}$  (в третьей и пятой культурах севооборота). Внесение азотного удобрения  $N_{30}$  обеспечило максимальную прибавку сухой массы в третьей культуре севооборота. В пятой культуре азотно-фосфорное удобрение  $N_{60}P_{30}$  увеличило массу на 2,58 ц/га выше контроля (при НСР<sub>05</sub>, составившем 1,28 ц/га). Негативные погодные условия 2021 г. в межфазный период «кущение – выход в трубку» снижали урожайность зерна до 1,74–2,02 т/га в контрольном варианте, что подтвердилось парной корреляционной зависимостью между урожайностью зерна яровой пшеницы и среднемесячной температурой воздуха в июне (коэффициент корреляции составил минус 0,88). А в благоприятном 2020 г. была получена самая высокая урожайность (3,25–4,16 т/га), но с низким показателем массовой доли клейковины в зерне относительно других исследуемых годов. Статистически значимое увеличение клейковины в зерне (на 5,7 % относительно контрольного варианта) было выявлено в варианте с внесением  $N_{30}$  при последствии органоминеральной системы удобрения в третьей культуре севооборота (в среднем за 2019–2023 гг.), в пятой культуре (в среднем за 2021–2023 гг.) – с применением  $N_{60}P_{30}$  (на 6,8 % выше по сравнению с контролем).

**Ключевые слова:** яровая пшеница, удобрения, длительный опыт, урожайность зерна, качество зерна, клейковина, погодные условия

**Для цитирования:** Кубасов И. А., Асеева Т. А. Формирование урожая и качества зерна яровой пшеницы в зависимости от длительного применения удобрений в условиях Приамурья // Дальневосточный аграрный вестник. 2026. Том 20. № 1. С. 27–43. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-1-27-43>.

Original article

### **Yield formation and spring wheat grain quality in long-term fertilizer use in the conditions of Priamurye**

**Ilya A. Kubasov<sup>1</sup>, Tatiana A. Aseeva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> All-Russian Scientific Research Institute of Soybean

Amur region, Blagoveshchensk, Russian Federation

<sup>2</sup> Far Eastern Agricultural Research Institute, Khabarovsk krai, Khabarovsk, Russian Federation

<sup>1</sup> [89145656ilya@gmail.com](mailto:89145656ilya@gmail.com), <sup>2</sup> [aseeva59@mail.ru](mailto:aseeva59@mail.ru)

**Abstract.** The article presents the results of studying the formation of spring wheat yield and grain quality depending on the hydrothermal conditions and the level of mineral nutrition in the crop. It was found that the maximum increase in the tillering phase occurs when  $N_{60}P_{30}$  is applied, and the maximum increase in mobile phosphorus and potassium occurs when the organo-mineral fertilizer system is applied. The highest removal of nutrients was recorded when  $N_{60}P_{30}$  was applied, followed by the use of an organo-mineral fertilizer system and nitrogen fertilizer at a dose of  $N_{30}$  (in the 3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> crops of the crop rotation). Applying nitrogen fertilizer at a dose of  $N_{30}$  resulted in the maximum increase in dry matter in the 3<sup>rd</sup> crop of the crop rotation. In the 5<sup>th</sup> crop, nitrogen-phosphorus fertilizer  $N_{60}P_{30}$  increased the yield by 2,58 centners per hectare above the control (with an HCP<sub>05</sub> of 1,28 centners per hectare). The negative weather conditions in 2021 during the tillering-stem elongation phase reduced the grain yield to 1,74–2,02 t/ha in the control variant, which was confirmed by the paired correlation between the grain yield of spring wheat and the average monthly air temperature in June (the correlation coefficient was minus 0.88). In the favorable year of 2020, the highest yield was obtained (3,25–4,16 t/ha), but with a low mass fraction of gluten in the grain compared to other years studied. A statistically significant increase in grain gluten content (by 5,7 percentage points relative to the control variant) was observed in the variant with  $N_{30}$  application in the 3<sup>rd</sup> crop of the crop rotation (on average for 2019–2023), and in the 5<sup>th</sup> crop (on average for 2021–2023) with the use of  $N_{60}P_{30}$  (by 6,8 percentage points higher compared to the control).

**Keywords:** spring wheat, fertilizers, long-term experience, grain yield, grain quality, gluten, weather conditions

**For citation:** Kubasov I. A., Aseeva T. A. Yield formation and spring wheat grain quality in long-term fertilizer use in the conditions of Priamurye. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2026;20;1:27–43 (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-1-27-43>.

**Введение.** В настоящее время приоритетной задачей агропромышленного комплекса России является увеличение валовых сборов качественного зерна яровой пшеницы. На повышение количественных и качественных характеристик зерна большое влияние оказывают как погодные условия, так и агротехнические мероприятия: применение удобрений, соблюдение севооборотов, выбор предшественников, густота стеблестоя. Если регулирование отрицательного воздействия погодного фактора на рост и развитие культуры относится к сложно устранимым явлениям, то соблюдение агротехнических мероприятий – вполне достижимая задача. Особая роль в этом принадлежит применению удобрений [1].

Одной из важных составляющих оценки состояния посевов яровой пшеницы, которая влияет на зерновую продуктивность культуры, является количество сформировавшейся надземной массы в фазу кущения. По данным И. Н. Бесалиева (2015), в большей степени на величину надземной массы влияют условия увлажнения. Автор выявил, что в увлажненные годы при урожайности зерна от 3 т/га прирост биомассы в 1,5–2 раза выше по сравнению с засушливыми погодными услови-

ями, когда урожайность зерна составляла менее 1 т/га [2].

Яровая пшеница относится к культурам с интенсивным поступлением элементов питания, что связано с ее относительно коротким вегетационным периодом. Однако начальный период развития культуры, на который приходится фаза кущения, является критическим в отношении поглощения минеральных элементов из почвенного раствора. Недостаток азота и фосфора в эту фазу развития не компенсируется в последующие фазы даже при избыточном их количестве в корнеобитаемом слое почвы. Исследованиями установлено, что на почвах с хорошей обеспеченностью азотом и фосфором урожайность надземной массы тесно коррелировала с зерновой продуктивностью [3].

Эффективность применения минеральных удобрений в севообороте определяется величиной хозяйственного выноса питательных элементов сельскохозяйственными культурами. Ключевым критерием эффективности является обеспечение положительного баланса питательных веществ при стабилизации продукционных процессов. Одним из важных показателей, характеризующих характер минерального питания растений на про-

тяжении периода вегетации, является эффективность использования удобрений, соотношение между количеством потребленного растениями элемента и внесенного удобрения [4].

К одному из существенных условий получения зерна с повышенным содержанием белка относятся погодноклиматические условия в межфазный период «формирование – налив зерна». Выпадение обильного количества осадков в фазу налива зерна отражается на удлинении созревания, что приводит к поступлению в зерновки больше углеводов веществ, в результате чего повышается содержание крахмала с одновременным снижением накопления белковых веществ [5].

Однако, по мнению О. Э. Суховеева и И. В. Лыскова (2022), накопление азота в зерне пшеницы не происходит и при воздействии засушливых условий в период формирования зерновки [6].

Ряд исследователей утверждают, что с увеличением урожайности количество клейковины в зерне уменьшается вследствие благоприятных погодных условий, при которых происходит преимущественное накопление крахмала в эндосперме пшеницы [7, 8].

**Цель исследований** состоит в выявлении зависимости формирования урожая яровой пшеницы и качества зерна от гидротермических условий вегетационного периода и уровня обеспеченности посевов минеральным питанием. Для достижения цели поставлены и решены задачи:

1. Изучить влияние гидротермических условий на формирование урожайности яровой пшеницы и качества зерна.

2. Определить содержание основных элементов минерального питания в пахотном слое почвы под посевами яровой пшеницы в зависимости от доз минеральных удобрений и их последствий.

3. Установить влияние удобрений в их действии и последствии на формирование воздушно-сухой надземной массы яровой пшеницей, урожайность и качество зерна.

4. Определить вынос питательных веществ из почвы урожаем зерна яровой пшеницы и рассчитать баланс элементов минерального питания в почве в зависимости от применяемых удобрений.

**Материалы и методика исследований.** Исследования с яровой пшеницей проводили на базе длительного стационарного пятипольного зерно-соевого севооборота Всероссийского научно-исследовательского института сои, заложенного в 1962–1964 гг. последовательно на трех полях полевого севооборота на луговой черноземовидной среднесиловой почве, в котором культуры чередовались следующим образом:

первая – соево-овсяная смесь;

вторая – соя;

третья – пшеница;

четвертая – соя;

пятая – пшеница.

Объект исследований – яровая пшеница сорта Арюна.

Характеристика сорта. Среднеспелый сорт, который включен в Государственный реестр по Дальневосточному и Восточно-Сибирскому регионам. Рекомендован для возделывания в Амурской области. Вегетационный период составляет 76–87 дней. Сорт среднеустойчив к полеганию. Засухоустойчивый. Среднеустойчив к бурой ржавчине и септориозу, сильно поражается пыльной головней. Масса 1 000 семян равна 30–31 г. Средняя урожайность – 2,0–4,0 т/га.

Агрохимическое состояние пахотного слоя луговой черноземовидной почвы характеризуется значительными валовыми запасами основных элементов питания, из которых на долю подвижных соединений приходится малая часть. Содержание гумуса в пахотном слое находится в пределах 4,1–4,7 %. В почве содержится (в мг/кг почвы): минерального азота – 25–42, подвижного фосфора – 28–32, обменного калия – 138–182. Почва отличается высоким показателем суммы поглощенных оснований (30–40 мг-экв на 100 г почвы) с преобладанием в их составе ионов кальция. Степень насыщенности основаниями изменяется в пределах 85–90 %.

Опыты с яровой мягкой пшеницей сорта Арюна проводили в период с 2019 по 2021 гг. (3-я культура севооборота) и в период с 2021 по 2023 гг. (5-я культура севооборота). Варианты в опыте размещены систематически в трехкратной повторности. Общая площадь делянки – 180 м<sup>2</sup>, учетная площадь – 72 м<sup>2</sup> (табл. 1).

**Таблица 1 – Схема опыта**  
**Table 1 – Scheme of experience**

Внесено удобрений с 1962 по 2023 гг. действующего вещества (фон – длительное внесение удобрений)	Пшеница (третья культура севооборота)	Пшеница (пятая культура севооборота)
–	контроль (без удобрений)	контроль (без удобрений)
$P_{2040}$	$P_{60}$	последствие фосфорного удобрения
$N_{1686}$	$N_{30}$	последствие азотного удобрения
$N_{2810}P_{3252}$	$N_{60}P_{30}$	$N_{60}P_{30}$
$N_{1686}P_{2040}$ + навоз $N_{619}P_{1601}K_{1915}$	$N_{30}$	последствие органоминеральной системы удобрения

Для оценки влияния удобрений на динамику элементов минерального питания в период вегетации яровой пшеницы проводили отбор почвенных образцов с осени (после уборки предшествующей культуры – сои), в фазы кущения и полной спелости. Отбор и пробоподготовку почвенных образцов выполняли в соответствии с методическими рекомендациями [9]. В почвенных образцах определяли обменный аммоний (ГОСТ 26489–85), нитратный азот (ГОСТ 26951–86), подвижный фосфор и калий (ГОСТ Р 54650–2011).

Для учета сухой надземной массы яровой пшеницы с каждой делянки опыта отбирали 100 растений, которые впоследствии высушивали до постоянной массы с последующим завешиванием на лабораторных весах и пересчетом на единицу площади.

Урожайность зерна яровой пшеницы учитывали комбайном со всей площади делянки с последующим пересчетом зерна на 14-процентную влажность и 100-процентную чистоту.

Определение массовой доли сырой клейковины проводили при влажности зерна не более 18 % и при 100-процентной чистоте зерна с учетом требований, установленных ГОСТ Р 54478-2011 «Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице».

Для описания погодных условий в годы исследований использовали метеорологические данные метеостанции «Бла-

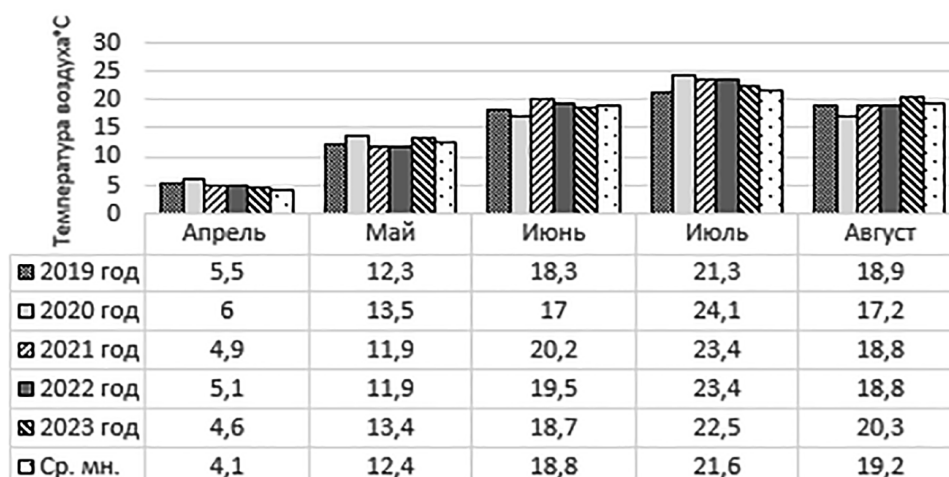
говещенск» (температура приземного слоя воздуха) и метеостанции «Садовое» (количество осадков).

Статистическую обработку данных выполняли методом дисперсионного анализа однофакторного опыта, описанным в работе Б. А. Доспехова [10]. Расчет парной корреляции осуществлялся методом Пирсона с применением табличного процессора Microsoft Excel.

Гидротермические условия вегетационного периода яровой пшеницы 2019 г. были близки к среднегодовым значениям по температурному режиму и сумме выпавших осадков (рис. 1, 2).

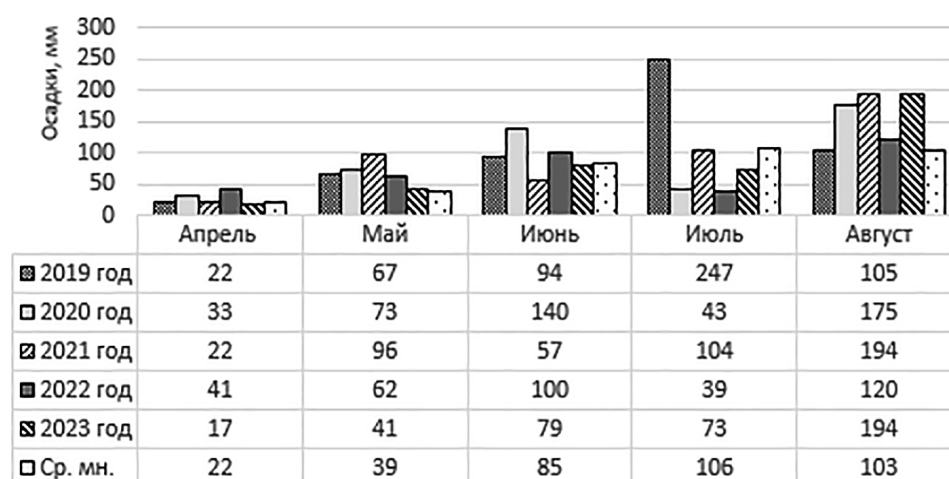
Однако выпадение обильного количества осадков в июле (в 2,3 раза выше нормы) привело к сильному переувлажнению почвы, в результате чего отмечалась гибель части посевов и заражение колоса фузариозом.

Погодные условия 2020 г. характеризовались повышенным температурным режимом в апреле и мае (на 1,9 и 1,1 °С выше нормы) на фоне достаточного количества осадков, что позволило провести посев яровой пшеницы в оптимальные сроки и получить дружные всходы. Однако июнь оказался самым холодным из всех исследуемых лет; его среднемесячная температура составляла 17 °С, что вместе с обильным поступлением атмосферных осадков (на 64 % выше нормы) создало условия для удлинения продолжительности межфазного периода «выход в трубку – колошение»



**Рисунок 1 – Среднемесячная температура воздуха в годы проведения исследований, °С**

**Figure 1 – Average monthly air temperature during the study years, °C**



**Рисунок 2 – Сумма осадков в годы проведения исследований, мм**

**Figure 2 – Precipitation amount during the study years, mm**

до 19 дней. Июль характеризовался как теплый месяц с дефицитом осадков (более чем в 2 раза ниже многолетнего значения); август был прохладным и дождливым.

Рост и развитие растений в гидротермических условиях 2021 г. протекало при близких значениях к среднемноголетним показателям по количеству осадков и температуре. Однако повышенная среднемесячная температура воздуха в июне, превышавшая среднемноголетнюю норму на 1,4 °С, и низкая влагообеспеченность почвы обусловили снижение зерновой продуктивности до 1,74–2,02 т/га (контрольный вариант).

Гидротермические условия 2022 г. характеризовались благоприятными показателями тепло- и влагообеспеченности яровой пшеницы. Исключением является вторая половина вегетации культуры, которая совпала с июлем, характеризовавшимся повышением среднемесячной температуры воздуха до 23,4 °С и количеством осадков в 3 раза ниже нормы, что привело к пересыханию верхнего слоя почвы в I декаде июля до 65 % от ППВ и угнетению растений.

Благоприятные погодные условия 2023 г. для роста и развития растений яровой пшеницы обеспечивались теплой и

умеренно влажной погодой в апреле, мае, июне и июле. Напротив, август характеризовался избыточным поступлением осадков (в 2 раза выше нормы), что затрудняло механизированный учет урожая.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Обеспеченность посевов яровой пшеницы элементами минерального питания в течение периода вегетации зависела от доз вносимых минеральных удобрений. Перед посевом пшеницы содержание минерального азота и подвижного фосфора в почве определялось запасами, сформированными за счет длительного применения удобрений в севообороте, что отражено в таблице 2.

Так, количество минерального азота под посевами яровой пшеницы в третьей и пятой культурах севооборота было на

одном уровне и варьировало в пределах 11,6–13,4 и 11,3–13,5 мг/кг почвы соответственно. К фазе кущения обеспеченность растений минеральным азотом была максимальной во всех вариантах опыта. Достоверное увеличение содержания минерального азота под посевами яровой пшеницы обеспечило внесение азотно-фосфорного удобрения в дозе  $N_{60}P_{30}$ , прибавка по сравнению с контрольным вариантом составила для третьей культуры севооборота 13,2, для пятой культуры – 14,7 мг/кг почвы. В конце вегетации наблюдается снижение количества доступного растениям азота, вызванное активным его поглощением посевами пшеницы. Его содержание относительно предыдущей фазы уменьшилось: до 10–38 % в третьей культуре, до 41–66 % в пятой культуре севооборота. При этом следует отметить, что запасы

**Таблица 2 – Обеспеченность посевов яровой пшеницы элементами минерального питания в зависимости от доз минеральных удобрений и их последствий**

**Table 2 – Provision of spring wheat crops with mineral nutrients, depending on the doses of mineral fertilizers and after-effect**

В мг/кг почвы (in mg/kg of soil)

Варианты	До посева (с осени)			Кущение			Полная спелость		
	$N_{мин}$	$P_2O_5$	$K_2O$	$N_{мин}$	$P_2O_5$	$K_2O$	$N_{мин}$	$P_2O_5$	$K_2O$
1*. Контроль	11,6	33	184	12,0	36	153	10,8	29	175
1**. Контроль	11,5	28	170	18,3	48	173	8,9	38	169
2*. $P_{60}$	12,5	48	173	14,6	59	149	13,8	52	173
2**. Последствие фосфорного удобрения	11,4	38	165	16,1	51	179	9,5	44	168
3*. $N_{30}$	11,9	23	176	19,9	27	155	11,6	20	178
3**. Последствие азотного удобрения	11,3	21	173	17,3	30	176	9,7	28	172
4*. $N_{60}P_{30}$	13,4	95	199	25,2	97	145	15,5	83	167
4**. $N_{60}P_{30}$	12,0	67	159	33,0	100	167	11,3	90	161
5*. $N_{30}$	13,1	87	213	20,7	92	176	15,2	76	188
5**. Последствие органоминеральной системы удобрений	13,5	87	190	15,4	104	198	10,5	100	203
НСР <sub>05</sub> *	1,7	8	32	4,8	7	10	7,0	13	15
НСР <sub>05</sub> **	2,3	14	19	11,7	12	14	1,7	19	14
Критерий Фишера*	$F_{\phi} < F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} < F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} < F_{\tau}$
Критерий Фишера**	$F_{\phi} < F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} < F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$
* третья культура севооборота; ** пятая культура севооборота.									

минерального азота по последствию удобрений были ниже, чем в вариантах с внесением удобрений.

Содержание подвижного фосфора под посевами яровой пшеницы как третьей, так и пятой культур севооборота было статистически выше в тех вариантах, где длительное время применялись минеральные и органоминеральные удобрения (для третьей культуры – все варианты, за исключением варианта  $N_{30}$  по длительному последствию только азотных удобрений; для пятой культуры –  $N_{60}P_{30}$  и последствие органоминеральной системы удобрений). Причем статистическое преувеличение над контрольным вариантом сохранялось вплоть до полной спелости зерна яровой пшеницы.

По данным Е. М. Митрофанова (2017), длительное использование фосфорсодержащих минеральных и органических удобрений приводит к накоплению группы легкоподвижных соединений фосфора, которые непосредственно доступны растениям [11]. Наши исследования показали, что при внесении только азотного удобрения в дозе  $N_{30}$  и при последствии азотного удобрения (варианты 3\* и 3\*\*) содержание подвижного фосфора по сравнению с контрольным вариантом под посевами яровой пшеницы снижается во все исследуемые периоды, что вызвано дисбалансом в обеспеченности посевов элементами минерального питания.

Динамика содержания подвижного калия под посевами яровой пшеницы в третьей и пятой культуре севооборота была на достаточно высоком уровне. При этом статистически доказуемое увеличение на 5-процентном уровне значимости выявлено в варианте с применением азотного удобрения в дозе  $N_{30}$  и варианте по последствию органоминеральной системы удобрений (5\* и 5\*\* варианты) в фазу кущения.

Такое увеличение содержания подвижного калия связано с внесением полуперепревшего навоза совместно с азотно-фосфорным удобрением под предшествующую культуру севооборота. По данным Н. Н. Кузьменко (2021), длительное совместное применение навоза и полного минерального удобрения обеспечивает наиболее высокое содержание в пахотном слое почвы доступного для растений калия [12].

Вынос элементов питания зависит от доз вносимых удобрений и гидротермических условий вегетационного периода культуры [13]. При относительно небольших запасах азота в почве под посевами в фазу кущения яровой пшеницы как в третьей, так и в пятой культуре севооборота, вынос этого элемента растениями различался и составлял по вариантам опыта в третьей культуре 57–75 кг/га; это выше по сравнению с пятой культурой на 2–8 кг/га, что можно наблюдать из таблицы 3.

Данная закономерность связана с ростом урожайности при непосредственном внесении удобрений, в отличие от их последствия, где величина сформированного урожая зерна была ниже, что подтверждается результатами таблицы 5.

Фосфор при внесении фосфорсодержащих удобрений имеет свойство закрепляться в почве в отличие от азота, который подвержен большей подвижности. В наших исследованиях запасы подвижного фосфора в почве определялись длительным систематическим внесением удобрений в опыте.

Так, его количество под посевами яровой пшеницы в третьей культуре севооборота изменялось от 63 до 224, в пятой культуре – от 69 до 240 кг/га. При этом наибольшее его содержание, независимо от места в севообороте, отмечалось при внесении: азотно-фосфорного удобрения ( $N_{60}P_{30}$ ) – 224–231 кг/га, азотного в дозе  $N_{30}$  по последствию органоминеральной системы удобрений – 212 кг/га, а также последствию органоминеральной системы удобрений – 240 кг/га. С ростом зерновой продуктивности в этих вариантах происходил его больший вынос по сравнению с контрольным вариантом: в третьей культуре на 2–4, в пятой – на 3–5 кг/га выше контрольного варианта. При этом следует отметить, что при внесении минерального азотного удобрения в дозе  $N_{30}$  (вариант 3\*) при размещении яровой пшеницы третьей культурой в севообороте и последствия только азотного удобрения (вариант 3\*\*) при размещении яровой пшеницы пятой культурой отмечается истощение запасов подвижного фосфора, вызванного его потреблением растениями на формирование единицы урожая при отсутствии поступления в пахотный горизонт элементов минерального питания.

**Таблица 3 – Запас питательных веществ в почве и вынос их растениями яровой пшеницы в зависимости от применяемых удобрений, в среднем за 2019–2023 гг.**

**Table 3 – Nutrient reserves in the soil and nutrient removal by spring wheat plants, depending on the applied fertilizers, averaged over 2019–2023 years**

**В кг/га почвы (in kg/ha of soil)**

Варианты	Запас в почве питательных веществ (кущение)			Вынос питательных веществ зерном и соломой (полная спелость)			Баланс элементов питания		
	N <sub>мин</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N <sub>мин</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N <sub>мин</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1*. Контроль	28	84	352	57	20	33	–29	64	319
1**. Контроль	42	110	397	50	18	26	–8	92	371
2*. P <sub>60</sub>	34	136	343	58	19	33	–24	117	310
2**. Последействие фосфорного удобрения	37	117	412	49	18	26	–12	99	386
3*. N <sub>30</sub>	46	63	356	64	22	38	–18	41	318
3**. Последействие азотного удобрения	40	69	406	51	20	29	–11	49	377
4*. N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	58	224	334	75	22	42	–17	202	292
4**. N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	70	231	385	73	23	36	–3	208	349
5*. N <sub>30</sub>	46	212	405	74	24	48	–28	188	357
5**. Последействие органоминеральной системы удобрений	35	240	456	59	21	31	–24	219	425

\* третья культура севооборота; \*\* пятая культура севооборота.

Луговые черноземовидные почвы отличаются высоким содержанием подвижного калия, что связано с наличием в минералогическом составе минералов биотита, мусковита и монтмориллонита [14]. В наших исследованиях баланс подвижного калия был положительным при размещении яровой пшеницы третьей (310–357 кг/га) и пятой (349–425 кг/га) культурой севооборота, за счет большого естественного запаса данного элемента питания.

Таким образом, с возрастанием уровня урожайности происходит пропорциональный вынос азота, фосфора и калия. Так, у яровой пшеницы, размещенной третьей культурой в севообороте, с применением удобрений в среднем за 2019–2021 гг. зерновая продуктивность варьировала от 2,50 до 3,12 т/га, при выносе (в кг/га): азота – 57–75; фосфора – 19–24; калия – 33–48, что выше по сравнению с размещением пятой культурой по

урожайности на 0,15 т/га, по хозяйственному выносу (в кг/га): азота на 2–8, фосфора на 1, калия на 7–17. Наибольший вынос элементов питания был отмечен у яровой пшеницы третьей культурой севооборота в варианте с внесением N<sub>60</sub> P<sub>30</sub> и N<sub>30</sub> по последействию органоминеральной системы удобрений, пятой культурой – при внесении N<sub>60</sub> P<sub>30</sub> и последействию органоминеральной системы удобрений.

Накопление сухого вещества в надземных органах растений является важным признаком, который не только указывает на интенсификацию метаболических процессов, но и участвует в формировании структурных элементов продуктивности [15].

Прежде всего, на формирование воздушно-сухой массы яровой пшеницы влияют погодные условия в начальный период роста и развития, который приурочен к фазе кущения. Так, самый высокий по-

казатель накопления сухой массы в фазу кущения был в благоприятных гидротермических условиях 2019 г. и варьировал от 8,12 до 16,24 ц/га, а самый низкий показатель – от 2,09–2,75 до 4,12–4,16 ц/га в 2021 г. из-за неблагоприятного гидротермического режима в мае (табл. 4).

В остальные годы нарастание надземной массы проходило в оптимальных условиях тепло- и влагообеспеченности. Под влиянием вносимых удобрений величина ее накопления увеличивалась. Так, в среднем за 2019–2021 гг. в третьем звене севооборота на неудобренном варианте воздушно-сухая масса растений яровой пшеницы составила 5,99 ц/га. Максимальный прирост массы у растений яровой пшеницы в фазу кущения наблюдался при внесении азотного удобрения в дозе 30 кг/га действующего вещества по последствию длительного внесения органоминеральной системы (вариант 5\*) (прибавка относительно

контроля составила 4,19 ц/га). Минимальный прирост воздушно-сухой надземной массы был получен при одностороннем внесении одного азотного удобрения в дозе  $N_{30}$  (вариант 3\*) – на 0,37 ц/га меньше, чем в контрольном варианте. Длительное (более 50 лет) одностороннее внесение фосфорного удобрения ( $P_{60}$ ) незначительно увеличивало показатель прироста сухой массы (прибавка к контрольному варианту достигала 2,94 ц/га).

В среднем за годы исследований нарастание надземной массы в пятом звене севооборота по последствию длительного одностороннего внесения азотного (вариант 3\*\*) и фосфорного (вариант 2\*\*) удобрений находилось в пределах ошибки опыта и составляло 3,26–3,69 ц/га. Статистически значимое увеличение прироста сухой массы растений по сравнению с контролем выявлено в варианте с внесением под посевы пшеницы азотно-фосфор-

**Таблица 4 – Урожайность воздушно-сухой надземной массы яровой пшеницы**  
**Table 4 – Yield of air-dry above-ground mass of spring wheat**

В ц/га (in c/ha)

Варианты	2019 г.*	2020 г.*	2021 г.*	Среднее
	2021 г.**	2022 г.**	2023 г.**	
1*. Контроль	9,22	–	2,75	5,99
1**. Контроль	2,12	3,81	3,87	3,27
2*. $P_{60}$	14,08	–	3,77	8,93
2**. Последствие фосфорного удобрения	2,59	4,10	4,38	3,69
3*. $N_{30}$	8,12	–	3,11	5,62
3**. Последствие азотного удобрения	2,09	3,84	3,84	3,26
4*. $N_{60}P_{30}$	16,13	–	3,53	9,83
4**. $N_{60}P_{30}$	4,16	7,57	5,83	5,85
5*. $N_{30}$	16,24	–	4,12	10,18
5**. Последствие органоминеральной системы удобрений	2,71	6,85	6,28	5,28
НСР <sub>05</sub> *	5,56	–	0,83	3,34
НСР <sub>05</sub> **	0,71	1,66	0,93	1,28
Критерий Фишера*	$F_{\phi} > F_{\tau}$	–	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$
Критерий Фишера**	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$
* третья культура севооборота; ** пятая культура севооборота.				

ного удобрения ( $N_{60}P_{30}$ ) и последствия органо-минеральной системы удобрений (вариант 5\*\*) – на 2,58 и 2,01 ц/га выше соответственно ( $НСР_{05} = 1,28$  ц/га).

При одностороннем внесении азотного удобрения посевы пшеницы испытывают недостаток фосфорного питания, вызванный дисбалансом между азотом и фосфором [16], что подтверждается и нашими исследованиями. Также при внесении аммиачной селитры в пахотный слой происходит ее диссоциация на ионы: нитрат и аммоний. Превалирующее поглощение первого приводит к накоплению катиона  $NH_4^+$ , что в ходе химических реакций высвобождает кислоту, обуславливая подкисление пахотного слоя почвы и приводя к угнетению растений [17].

Формирование воздушно-сухой массы растений яровой пшеницы в фазу кущения является одним из важных признаков, отражающихся на структурных элементах

продуктивности культуры. Согласно исследованиям Е. Т. Наумченко (2020), существенное увеличение сухой надземной массы яровой пшеницы происходит в вариантах с повышенным содержанием подвижного фосфора при внесении  $N_{30}$  [3].

Нашими исследованиями установлена тесная корреляционная зависимость между воздушно-сухой надземной массой пшеницы и количеством подвижных фосфатов в почве в фазу кущения (коэффициент корреляции составил 0,97) и умеренная зависимость с содержанием минерального азота (коэффициент корреляции достигал 0,58).

Формирование зерновой продуктивности яровой пшеницы зависело от гидротермических условий вегетационного периода. Так, благоприятные гидротермические условия для формирования урожая зерна складывались в 2019, 2020, 2022 и 2023 гг. (табл. 5).

**Таблица 5 – Урожайность яровой пшеницы в годы исследований**

**Table 5 – Yield of spring wheat in the years of research**

**В т/га (in t/ha)**

Варианты	2019 г.*	2020 г.*	2021 г.*	Среднее
	2021 г.**	2022 г.**	2023 г.**	
1*. Контроль	2,52	3,25	1,74	2,50
1**. Контроль	2,02	2,63	2,40	2,35
2*. $P_{60}$	2,55	3,48	1,84	2,62
2**. Последствие фосфорного удобрения	2,07	2,57	2,40	2,35
3*. $N_{30}$	2,63	3,61	2,25	2,83
3**. Последствие азотного удобрения	2,11	2,71	2,28	2,37
4*. $N_{60}P_{30}$	2,86	3,87	2,57	3,10
4**. $N_{60}P_{30}$	2,76	3,52	2,63	2,97
5*. $N_{30}$	2,64	4,16	2,57	3,12
5**. Последствие органо-минеральной системы удобрений	2,52	3,05	2,41	2,66
$НСР_{05}$ *	0,46	0,60	0,23	0,34
$НСР_{05}$ **	0,27	0,30	0,25	0,29
Критерий Фишера*	$F_{\phi} < F_{\tau}$	$F_{\phi} < F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$
Критерий Фишера**	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} < F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$
* третья культура севооборота; ** пятая культура севооборота.				

Неблагоприятные погодные условия для роста и развития растений яровой пшеницы сложились в 2021 г., когда в межфазный период «кущение – выход в трубку», отвечающий за формирование элементов продуктивности колоса, отмечались высокие среднесуточные температуры воздуха и дефицит осадков, что обусловило снижение потенциальной урожайности до 1,74–2,02 т/га в контрольном варианте.

По данным П. М. Богдан (2021), высокие температуры воздуха в период «всходы – кущение» негативно влияют на закладку колоса яровой пшеницы [5]. Нашими исследованиями это положение подтверждено. В результате корреляционного анализа результатов установлена тесная обратная корреляционная зависимость между среднемесячной температурой воздуха и урожайностью зерна в контрольном варианте (коэффициент корреляции составил минус 0,88). Количество же осадков в этот межфазный период оказало положительное влияние на урожайность зерна яровой пшеницы при коэффициенте корреляции 0,98. Несмотря на засушливые условия июня, при достаточной обеспеченности элементами минерального питания в вариантах с внесением азотно-фосфорного удобрения ( $N_{60}P_{30}$ ), урожайность зерна увеличивалась по отношению к контролю на 0,74–0,83 т/га. Ранее проводимыми исследованиями было установлено, что применение азотно-фосфорных удобрений ведет к устойчивости посевов пшеницы к неблагоприятным погодным факторам за счет входящего в их состав фосфора, который обеспечивает развитие хорошей корневой системы, в результате чего растения лучше поглощают влагу из пахотного горизонта [18].

В среднем за 2019–2021 гг. урожайность яровой пшеницы, размещенной третьей культурой в севообороте, составила в контрольном варианте 2,50 т/га. Одностороннее применение в опыте азотного удобрения в дозе  $N_{30}$  по последствию длительного одностороннего внесения азотного удобрения (вариант 3\*) существенно повышало урожайность зерна яровой пшеницы. Максимальная прибавка зерна относительно контроля получена в вариантах с  $N_{60}P_{30}$  (вариант 4\*) и азотного в дозе  $N_{30}$  (вариант 5\*) удобрений по последствию длительного внесения

минерального азотно-фосфорного удобрения совместно с навозом – 0,60 и 0,62 т/га соответственно.

При размещении яровой пшеницы пятой культурой севооборота последствие одностороннего внесения азотного (вариант 3\*\*) и фосфорного (вариант 2\*\*) удобрений не оказывало влияния на повышение урожайности яровой пшеницы и было на уровне контрольного варианта 2,35–2,37 т/га, а внесение минерального азотно-фосфорного удобрения  $N_{60}P_{30}$  (вариант 4\*\*) по последствию органоминеральной системы удобрений (вариант 5\*\*) способствовало статистически достоверной прибавке урожайности зерна – на 0,62 и 0,31 т/га соответственно по сравнению с контрольным вариантом.

Гидротермические условия в период формирования и налива зерновки оказывают наибольшее воздействие на накопление запасных веществ и на работу ферментов, связанных с этим процессом. Выпадение обильного количества осадков в фазу налива зерна отражается на удлинении продолжительности процесса созревания, что приводит к поступлению в зерновки больше углеводов веществ, в результате чего повышается содержание крахмала с одновременным снижением накопления белковых веществ [5, 19]. Напротив, теплая и сухая погода в период налива зерна позволяет получить зерно с повышенным содержанием протеина [19].

Условия в период формирования и налива зерна в 2021, 2022 и 2023 гг. характеризовались дефицитом осадков (от 39 до 104 мм, при норме 106), что позволило получить зерно с повышенными белковыми качествами и сырой клейковины (табл. 6).

Влияние дефицита осадков в июле на количество сырой клейковины подтверждается тесной корреляционной зависимостью (коэффициент корреляции составил 0,74). Несмотря на засушливые условия июля 2020 г. (осадков выпало более чем в 2 раза ниже нормы), содержание клейковины в зерне варьировало от 20,7 до 27,5 % по вариантам опыта, что было ниже по сравнению с предыдущими годами. При этом был получен максимальный урожай зерна, который варьировал от 3,25 до 4,16 т/га.

Согласно исследованиям Н. Ф. Деминой (2022), повышенная урожайность

**Таблица 6 – Содержание сырой клейковины**  
**Table 6 – Raw gluten content**

**В процентах (in percent)**

Варианты	2019 г.*	2020 г.*	2021 г.*	Среднее
	2021 г.**	2022 г.**	2023 г.**	
1*. Контроль	–	20,7	30,6	25,7
1**. Контроль	26,3	23,5	31,2	27,0
2*. P <sub>60</sub>	–	21,1	29,8	24,5
2**. Последействие фосфорного удобрения	25,5	22,0	29,5	25,7
3*. N <sub>30</sub>	–	22,3	32,2	27,2
3**. Последействие азотного удобрения	26,4	23,9	30,3	26,9
4*. N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	–	22,4	38,7	30,6
4**. N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	31,3	32,7	37,3	33,8
5*. N <sub>30</sub>	–	27,5	35,4	31,4
5**. Последействие органо-минеральной системы удобрений	27,7	24,5	30,3	27,5
НСР <sub>05</sub> *	–	2,4	4,3	2,7
НСР <sub>05</sub> **	2,1	3,2	4,1	2,1
Критерий Фишера*	–	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$
Критерий Фишера**	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$	$F_{\phi} > F_{\tau}$
* третья культура севооборота; ** пятая культура севооборота.				

имеет обратную тесную зависимость с накоплением клейковины в зерне [7]. Аналогичная зависимость была получена в нашей работе между количеством сырой клейковины и урожайностью (коэффициент корреляции равен минус 0,79).

По данным ряда исследователей, удобрения вместе с погодными условиями играют важную роль в повышении качественных характеристик зерна [20, 21]. Особое место отводится применению азотных удобрений на почвах с хорошей обеспеченностью доступными для растений фосфатами [22, 23].

Так, удобрения повышали содержание сырой клейковины в зерне пшеницы, размещенной третьей культурой в севообороте, относительно контрольного варианта на 1,5–5,7 %, за исключением только фосфорного удобрения в дозе 60 кг/га действующего вещества, где данный показатель

был ниже контроля на 1,2 %. Самое высокое и статистически значимое увеличение сырой клейковины оказалось в варианте с внесением азотного удобрения в дозе N<sub>30</sub> (вариант 5\*) по последействию длительного применения органо-минеральной системы удобрений – на 5,7 % выше контроля.

Последействие удобрений не повышало показатель массы сырой клейковины в зерне яровой пшеницы, размещенной пятой культурой в звене севооборота. Она была либо ниже контроля (последействие только фосфорного и азотного удобрений (варианты 2\*\* и 3\*\*), либо несущественно увеличивалась в варианте с последействием органо-минеральной системы удобрений (вариант 5\*\*). Статистически достоверная прибавка отмечается в варианте с внесением азотно-фосфорного удобрения в дозе N<sub>60</sub>P<sub>30</sub> – на 6,8 % выше контрольного варианта.

**Заключение.** Таким образом, благоприятные погодные условия 2019, 2020, 2022 и 2023 гг. обусловили получение повышенной урожайности яровой пшеницы, а в 2021 г. негативные гидротермические условия в межфазный период «кущение – выход в трубку» снижали этот показатель до 1,74–2,02 т/га в неудобренном варианте, что подтвердилось тесной корреляционной зависимостью между урожайностью культуры и среднемесячной температурой воздуха в июне (коэффициент корреляции составил минус 0,88).

Наибольшая прибавка урожайности яровой пшеницы (0,62 т/га) в среднем за 2019–2021 гг. получена при внесении  $N_{30}$  при последствии органоминеральной системы удобрений в третьей культуре севооборота. В пятой культуре аналогичная прибавка (0,60 т/га) достигнута при внесении  $N_{60}P_{30}$ .

Самое высокое накопление воздушно-сухой надземной массы яровой пшеницы было в 2019 г. (8,12–16,24 ц/га), самое низкое – в 2021 г. (2,09–4,16 ц/га). Внесение азотного удобрения  $N_{30}$  обеспечило максимальную прибавку сухой массы в третьей культуре севооборота. В пятой культуре азотно-фосфорное удобрение  $N_{60}P_{30}$  увеличило массу на 2,58 ц/га выше контроля (при  $НСР_{05} = 1,28$  ц/га).

Содержание элементов питания увеличивалось к фазе кушения яровой

пшеницы в третьей и пятой культурах севооборота. Максимальное увеличение минерального азота и подвижного фосфора было в варианте с внесением  $N_{60}P_{30}$  (третья культура), подвижного калия – при  $N_{30}$  при последствии органоминеральной системы удобрений (пятая культура).

Дефицит осадков в период «колошение – молочная спелость» повысил содержание белка в зерне яровой пшеницы при относительно невысокой урожайности в 2021–2023 гг. В 2020 г. отмечалась повышенная урожайность зерна, которая составила 3,25–4,16 т/га, однако содержание белка было низким.

Самое высокое содержание сырой клейковины в зерне пшеницы отмечено при внесении минерального азотного удобрения  $N_{30}$  при последствии органоминеральной системы удобрений в третьей культуре севооборота. В пятой культуре достоверная прибавка (6,8 %) получена при внесении  $N_{60}P_{30}$ .

С увеличением урожая возрастает вынос элементов питания. Наибольший вынос отмечен в третьей культуре при внесении  $N_{60}P_{30}$  и  $N_{30}$  при длительном последствии органоминеральной системы удобрений. В пятой культуре наибольший вынос наблюдался при внесении  $N_{60}P_{30}$  и последствии органоминеральной системы удобрений.

#### Список источников

1. Фокин С. А., Куркова И. В. Влияние применения жидких удобрений на качественные показатели зерна сорта яровой пшеницы ДальГАУ 1 // Аграрная наука. 2023. № 9. С. 74–78. doi: 10.32634/0869-8155-2023-374-9-74-78. EDN FOTKDF.
2. Бесалиев И. Н., Крючков А. Г. Особенности формирования сухой надземной биомассы яровой твердой пшеницы в Оренбургском Предуралье по различным предшественникам // Бюллетень Оренбургского научного центра Уральского отделения РАН. 2015. № 4. С. 19. EDN VBSITH.
3. Наумченко Е. Т., Банецкая Е. В. Потребление азота яровой пшеницей на разных уровнях обеспеченности почвы подвижным фосфором // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 6. С. 23–27. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10604. EDN JLSMVQ.
4. Яковлев А. В. Влияние удобрений на вынос элементов питания яровой пшеницей в условиях Предгорной зоны // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2022. № 7 (213). С. 5–10. doi: 10.53083/1996-4277-2022-213-7-5-10.
5. Богдан П. М., Коновалова И. В., Клыков А. Г. Влияние абиотических факторов на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в условиях Приморского края // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 1. С. 16–20. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10103. EDN XMKRRI.

6. Суховеева О. Э., Лыскова И. В., Лыскова Т. В. Влияние изменений климата и внесения удобрений на урожайность и качество зерна (по многолетним данным Фаленской селекционной станции, Кировская область) // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 2. С. 220–231. doi: 10.31857/S2587556622020108.
7. Демина Н. Ф. Влияние погодных условий на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. Т. 23. № 4. С. 433–440. doi: 10.30766/2072-9081.2022.23.4.433-440. EDN DGUMPH.
8. Беляев В. И., Соколова Л. В., Рудев Н. В. Структура урожая и качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы различных групп спелости (Тюменцевский район, Алтайский край) // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (222). С. 5–11. doi:10.53083/1996-4277-2023-222-4-5-11. EDN SJZWFH.
9. Синеговская В. Т., Наумченко Е. Т., Кобозева Т. П. Методы исследований в полевых опытах с соей. Благовещенск : Одеон, 2016. 115 с. EDN VTTCGR.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебное пособие. М. : Альянс, 2011. 351 с. EDN QLCQEP.
11. Митрофанова Е. М. Влияние длительного применения минеральных и органических удобрений на подвижные формы фосфора дерново-подзолистой почвы Предуралья // Плодородие. 2017. № 3 (96). С. 3–5. EDN ZCQBEV.
12. Кузьменко Н. Н. Влияние систем удобрения на показатели плодородия дерново-подзолистой почвы // Владимирский земледелец. 2021. № 4 (98). С. 10–14. doi: 10.24412/2225-2584-2021-4-10-14.
13. Журавлев Д. Ю., Ярошенко Т. М., Климова Н. Ф. Влияние длительного применения удобрений на вынос питательных веществ биологическим урожаем яровой мягкой пшеницы в Степном Поволжье // Агрехимия. 2025. № 4. С. 32–39. doi: 10.31857/S0002188125040045. EDN UPFHFQ.
14. Голов Г. В. Почвы и экология агрофитоценозов Зейско-Буреинской равнины. Владивосток : Дальнаука, 2001. 162 с.
15. Лебедев В. Н., Кондрат С. В., Ураев Г. А. Продуктивность яровых культур тритикале и пшеницы при инокуляции семян биопрепаратами // Успехи современного естествознания. 2023. № 11. С. 25–30. doi: 10.17513/use.38138. EDN VETRQA.
16. Нестеренко В. А., Лапушкин В. М. Влияние обеспеченности почв подвижным фосфором и доз азотных удобрений на формирование урожая и качество яровой пшеницы // Агрехимический вестник. 2021. № 1. С. 38–42. doi: 10.24412/1029-2551-2021-1-007. EDN IZFCCK.
17. Хайдуков К. П., Трутаева Н. Н. Проблемы фосфорного питания в современном земледелии // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 9. С. 50–52. EDN ZXDNRV.
18. Кубасов И. А., Асеева Т. А. Влияние погодных условий на урожайность яровой пшеницы в зависимости от степени обеспеченности подвижным фосфором луговой черноземовидной почвы Амурской области // Аграрный научный журнал. 2024. № 11. С. 26–34. doi: 10.28983/asj.y2024i11pp26-34. EDN FAPMFJ.
19. Шостак М. М., Татаринцев В. Л., Татаринцев Л. М. Изменение показателей качества зерна яровой мягкой пшеницы в Алтайском крае во временном лаге // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2023. № 11 (200). С. 139–148. doi: 10.36718/1819-4036-2023-11-139-148. EDN TJIGYQ.
20. Сержанов И. М., Шайхутдинов Ф. Ш., Сержанова А. Р. Влияние элементов технологии на урожайность и качество зерна яровой пшеницы на черноземных почвах Предволжья Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 3 (67). С. 36–44. doi: 10.12737/2073-0462-2022-38-46. EDN DOSDMW.

21. Ярцев Г. Ф., Байкасов Р. К., Бражникова А. А. Влияние обработки семян протравителями и доз минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 2 (106). С. 9–14. doi: 10.37670/2073-0853-2024-106-2-9-14. EDN HUXDMB.

22. Ворончихина И. Н., Рубец В. С., Клименкова И. Н. Характеристика нового сорта яровой пшеницы Голубка по составу глиадинов и качеству зерна // Хлебопродукты. 2023. № 12. С. 36–43. doi: 10.32462/0235-2508-2023-32-12-36-43. EDN CBVXBC.

23. Кирпичников Н. А., Бижан С. П., Старостина Е. Н. Влияние фосфорных удобрений при известковании дерново-подзолистой почвы на качество зерна озимой пшеницы и ярового ячменя // Агротехнический вестник. 2022. № 2. С. 22–27. doi: 10.24412/1029-2551-2022-2-004. EDN CUSTRT.

### References

1. Fokin S. A., Kurkova I. V. The effect of the use of liquid fertilizers on the quality of grain of the spring wheat variety DalGAU 1. *Agrarnaya nauka*, 2023;9:74–78. doi: 10.32634/0869-8155-2023-374-9-74-78. EDN FOTKDF (in Russ.).

2. Besaliev I. N., Kryuchkov A. G. Features of the formation of dry aboveground biomass of spring durum wheat in the Orenburg region according to various precursors. *Byulleten' Orenburgskogo nauchnogo tsentra Ural'skogo otdeleniya RAN*, 2015;4:19. EDN VBSITH (in Russ.).

3. Naumchenko E. T., Banetskaya E. V. Nitrogen consumption by spring wheat at different levels of soil availability of mobile phosphorus. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2020;34;6: 23–27. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10604. EDN JLSMVQ (in Russ.).

4. Yakovlev A. V. The effect of fertilizers on the removal of nutrients by spring wheat in the Foothill zone. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2022;7(213):5–10. doi: 10.53083/1996-4277-2022-213-7-5-10 (in Russ.).

5. Bogdan P. M., Konovalova I. V., Klykov A. G. The influence of abiotic factors on the yield and grain quality of spring soft wheat in the Primorsky krai. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2021;35;1:16–20. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10103. EDN XMKRRI (in Russ.).

6. Sukhoveeva O. E., Lyskova I. V., Lyskova T. V. The impact of climate change and fertilization on grain yield and quality (according to long-term data from the Falenskaya Breeding Station, Kirov region). *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya*, 2022;86;2: 220–231. doi: 10.31857/S2587556622020108 (in Russ.).

7. Demina N. F. The influence of weather conditions on the yield and quality of spring wheat grains in the forest-steppe of the Middle Volga region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2022;23;4:433–440. doi: 10.30766/2072-9081.2022.23.4.433-440. EDN DGUMPH (in Russ.).

8. Belyaev V. I., Sokolova L. V., Rudev N. V. Crop structure and grain quality of spring soft wheat varieties of various ripeness groups (Tyumentsevsky district, Altai krai). *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2023;4(222):5–11. doi:10.53083/1996-4277-2023-222-4-5-11. EDN SJZWFH (in Russ.).

9. Sinegovskaya V. T., Naumchenko E. T., Kobozeva T. P. *Research methods in field experiments with soybeans*, Blagoveshchensk, Odeon, 2016, 115 p. EDN VTTCGR (in Russ.).

10. Dospekhov B. A. *Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results): textbook*, Moscow, Al'yans, 2011, 351 p. EDN QLCQEP (in Russ.).

11. Mitrofanova E. M. The effect of long-term use of mineral and organic fertilizers on mobile forms of phosphorus in sod-podzolic soil of the Urals. *Plodorodie*, 2017;3(96):3–5. EDN ZCQBEV (in Russ.).

12. Kuzmenko N. N. The influence of fertilizer systems on the fertility of sod-podzolic soil. *Vladimirskii zemledelets*, 2021;4(98):10–14. doi: 10.24412/2225-2584-2021-4-10-14 (in Russ.).

13. Zhuravlev D. Yu., Yaroshenko T. M., Klimova N. F. The effect of prolonged use of fertilizers on the removal of nutrients by the biological yield of spring soft wheat in the Steppe Volga region. *Agrokimiya*, 2025;4:32–39. doi: 10.31857/S0002188125040045. EDN UPFHQ (in Russ.).
14. Golov G. V. *Soils and ecology of agrophytocenoses of the Zeya-Bureinskaya plain*, Vladivostok, Dal'nauka, 2001, 162 p. (in Russ.).
15. Lebedev V. N., Kondrat S. V., Uraev G. A. Productivity of spring triticale and wheat crops during seed inoculation with biological preparations. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2023;11:25–30. doi: 10.17513/use.38138. EDN VETRQA (in Russ.).
16. Nesterenko V. A., Lapushkin V. M. The effect of soil availability of mobile phosphorus and doses of nitrogen fertilizers on crop formation and quality of spring wheat. *Agrokhimicheskii vestnik*, 2021;1:38–42. doi: 10.24412/1029-2551-2021-1-007. EDN IZFLCK (in Russ.).
17. Khaydukov K. P., Trutaeva N. N. Problems of phosphorus nutrition in modern agriculture. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2022;9:50–52. EDN ZXDNRV (in Russ.).
18. Kubasov I. A., Aseeva T. A. The influence of weather conditions on the yield of spring wheat depending on the degree of availability of mobile phosphorus in the meadow chernozem soil of the Amur region. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*, 2024;11:26–34. doi: 10.28983/asj.y2024i11pp26-34. EDN FAPMFJ (in Russ.).
19. Shostak M. M., Tatarintsev V. L., Tatarintsev L. M. The change in grain quality indicators of spring soft wheat in the Altai krai in the time lag. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2023;11(200):139–148. doi: 10.36718/1819-4036-2023-11-139-148. EDN TJIGYQ (in Russ.).
20. Serzhanov I. M., Shaikhutdinov F. Sh., Serzhanova A. R. The influence of technology elements on the yield and quality of spring wheat grain on chernozem soils of the Volga region of the Republic of Tatarstan. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2022;17;3(67):36–44. doi: 10.12737/2073-0462-2022-38-46. EDN DOSDMW (in Russ.).
21. Yartsev G. F., Baikasenov R. K., Brazhnikova A. A. The effect of seed treatment with mordants and doses of mineral fertilizers on the yield and grain quality of spring soft wheat. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2024;2(106):9–14. doi: 10.37670/2073-0853-2024-106-2-9-14. EDN HUXDMB (in Russ.).
22. Voronchikhina I. N., Rubets V. S., Klimenkova I. N. Characteristics of a new variety of spring wheat Golubka in terms of gliadin composition and grain quality. *Khleboprodukt*, 2023;12:36–43. doi: 10.32462/0235-2508-2023-32-12-36-43. EDN CBVXBC (in Russ.).
23. Kirpichnikov N. A., Bizhan S. P., Starostina E. N. The effect of phosphorous fertilizers during liming of sod-podzolic soil on the grain quality of winter wheat and spring barley. *Agrokhimicheskii vestnik*, 2022;2:22–27. doi: 10.24412/1029-2551-2022-2-004. EDN CUSTRT (in Russ.).

© Кубасов И. А., Асеева Т. А., 2026

Статья поступила в редакцию 15.01.2026; одобрена после рецензирования 06.03.2026; принята к публикации 10.03.2026.

The article was submitted 15.01.2026; approved after reviewing 06.03.2026; accepted for publication 10.03.2026.

**Информация об авторах**

**Кубасов Илья Александрович**, научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7395-9437>, AuthorID: 1097364, [89145656ilya@gmail.com](mailto:89145656ilya@gmail.com);

**Асеева Татьяна Александровна**, член-корреспондент Российской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8471-0891>, AuthorID: 726527, [aseeva59@mail.ru](mailto:aseeva59@mail.ru)

**Information about the authors**

**Ilya A. Kubasov**, Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7395-9437>, Author ID: 1097364, [89145656ilya@gmail.com](mailto:89145656ilya@gmail.com);

**Tatiana A. Aseeva**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director of the Far Eastern Agricultural Research Institute, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8471-0891>, Author ID: 726527, [aseeva59@mail.ru](mailto:aseeva59@mail.ru)

**Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

**Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.**