УДК 633.11:664.6.7:631.85
EDN AMSJMF

Кубасов И. А.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛУГОВОЙ ЧЕРНОЗЕМОВИДНОЙ ПОЧВЫ ПОДВИЖНЫМ ФОСФОРОМ

ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»;
«Хабаровский федеральный исследовательский центр» ДВО РАН

Реферат. *Интенсификация сельскохозяйственного производства яровой пшеницы предусматривает увеличение урожайности зерна и повышение качества клейковины. При этом особая роль принадлежит азотным удобрениям на фоне повышенного содержания подвижного фосфора в почве. Цель исследования – определить влияние минеральных удобрений при разном уровне обеспеченности почвы подвижным фосфором на формирование урожайности и качество зерна яровой пшеницы. Эксперимент проводили в 2019–2021 гг. на базе длительного стационарного опыта в южной зоне Амурской области Благовещенского района в с. Садовое. Статистическую обработку данных осуществляли методами дисперсионного однофакторного анализа и парной корреляции Пирсона. Почва опытного участка луговая черноземовидная среднемощная. Климат – континентальный с чертами муссонности. В результате длительного применения удобрений сформировалось три уровня обеспеченности почвы подвижным фосфором: низкий с содержанием P_2O_5 27–35 мг/кг (фон 1), средний – 37–50 (фон 2) и повышенный – 55–95 мг/кг (фон 3). Схема опыта включала следующие варианты: фон 1, без удобрений, фон 1, доза N_{30}; фон 2, доза P_{60}; фон 3, доза $N_{60}P_{90}$, фон 3 доза N_{30}. Установлено, что применение азотно-фосфорных минеральных удобрений на повышенном фоне содержания фосфора существенно увеличивало накопление воздушно-сухой массы растений в фазе кущения, причем вклад азота составил 37 %, фосфора – 88 %. Максимальная урожайность зерна сформировалась на повышенном фосфорном фоне 3 при внесении $N_{60}P_{90}$ и N_{30}, увеличение относительно контроля составило 23,2 и 23,6 % соответственно. Установлено, что повышенная урожайность обусловлена увеличением количества зерен с одного растения, доказательством чего послужила его тесная взаимосвязь с зерновой продуктивностью (r = 0,88). На содержание сырой клейковины в зерне сильное влияние оказывала степень обеспеченности почвы подвижным фосфором, коэффициент парной корреляции составил 0,64. Количественные изменения индекса деформации клейковины в зависимости от фосфорного уровня были статистически не достоверны.*

Ключевые слова*: подвижный фосфор, мягкая яровая пшеница (Triticum aestivum L.), кущение, урожайность зерна, качество и количество клейковины.*

Для цитирования: *Кубасов И. А. Формирование продуктивности и качества зерна яровой пшеницы в зависимости от степени обеспеченности луговой черноземовидной почвы подвижным фосфором // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 4(32). С. 122–129. EDN: AMSJMF.*

For citation: *Kubasov I. A. Formation of productivity and grain quality of spring wheat depending on the degree of provision of meadow chernozem soil with mobile phosphorus // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2022. No. 4(32). P. 122–129. EDN: AMSJMF.*

Введение

Продовольственная безопасность характеризуется независимостью от других стран в поставках продуктов питания и их экономической доступностью для населения страны. Ведущая роль в этом отведена продуктам переработки пшеницы. При этом особый интерес для сельхозтоваропроизводителей представляет зерно с высокими качественными параметрами [1].

На формирование урожайности и качественных показателей зерна вместе с метеоусловиями и агротехникой значительное воздействие оказывает содержание элементов питания под посевами культуры. Установлено, что оптимизация почвенного плодородия посредством применения удобрений положительно влияет на успешное протекание фенологических этапов развития пшеницы [2–4].

К наиболее критическому периоду развития культуры относится кущение, так как на этом этапе происходит образование колосков и цветков в зачаточном колосе, что напрямую влияет на величину урожая зерна. Количественное регулирование элементов продуктивности при помощи использования средств химизации в начальный период развития предопределяет увеличение массы стеблестоя в кущение. Поэтому по накоплению надземной массы можно судить об эффективности потребления питательных элементов из почвы, что, в свою очередь, сильно влияет на выход зерновой продукции. По результатам проведенных ранее исследований установлена сопряженная связь между урожайностью зеленой массы с урожаем зерна и уровнем азотного и фосфорного питания в опыте [5]. Таким образом, регулирование процесса формирования продуктивности колоса в сторону увеличения его структурных компонентов возможно только при достаточном количестве азота и фосфора в начальный период развития, а также их сбалансированности [5–7].

В настоящее время вопрос о производстве качественного зерна пшеницы в условиях Российской Федерации является актуальным. Естественного плодородия почв недостаточно для удовлетворения потребности производства высокобелковой продукции. Поэтому удобрения относятся к наиболее действенному способу повышения качественных показателей белкового компонента. Содержание клейковины в зерне и индекс ее деформации (ИДК) являются одними из наиболее важных показателей при производстве макаронных и хлебобулочных изделий, поэтому при совместном внесении азотного и фосфорного удобрения можно решить проблему регулирования ее количества и качества [1, 8].

Вместе с азотным питанием, фосфорное является необходимым условием, определяющим величину урожая и качество зерна яровой пшеницы. Так, на фосфорном фоне с применением азотных удобрений урожайность и масса сырой клейковины зерна яровой пшеницы увеличивалась в 1,5 раза по сравнению с вариантом без внесения удобрений [9].

Цель исследований – определение влияния минеральных удобрений на формирование урожайности и качество зерна яровой пшеницы при разном уровне обеспеченности почвы подвижным фосфором.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2019–2021 гг. на базе длительных стационарных опытов Географической сети РФ с удобрениями в ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои» (ФГБНУ ФНЦ «ВНИИ сои») в зерно-соевом севообороте на луговой черноземовидной среднемощной почве.

Агрохимическое состояние пахотного слоя почвы характеризуется значительными валовыми запасами основных элементов питания, из них на долю подвижных соединений приходится малая часть. Содержание гумуса находится в

пределах 4,1–4,7 %, минерального азота и подвижного фосфора очень низкое, а обменного калия повышенное: 25–42 и 28–32, 138–182 мг/кг почвы соответственно. Почва отличается высоким показателем суммы поглощенных оснований (30–40 мг-экв. на 100 г почвы), с преобладанием в ее составе ионов кальция. Степень насыщенности основаниями находится в пределах 85–90 %.

Исследования проводили в третьем поле стационарного пятипольного севооборота (овес-соя-пшеница-соя-пшеница) закладки 1962–1964 гг. на момент прохождения им 12-й ротации (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Вариант	Степень обеспеченности почвы подвижным P_2O_5 при длительном внесения удобрений, мг/кг	Фоны обеспеченности подвижным фосфором в почве	Дозы удобрений, внесенные под посев пшеницы, кг/га д. в.
1	Низкая (27–35)	1	-
2	Низкая (27–35)	1	N_{30}
3	Средняя (37–50)	2	P_{60}
4	Повышенная (55–95)	3	$N_{60}P_{90}$
5	Повышенная (55–95)	3	N_{30}

В опыте возделывали сорт мягкой яровой пшеницы Арюна. Общая площадь делянки составляла 180, учетная – 72 м^2. Повторность закладки опыта трехкратная во времени и пространстве, расположение вариантов систематическое.

По истечении семи ротаций севооборота (35 лет) при систематическом внесении азотно-фосфорных минеральных и органических удобрений было сформировано три уровня обеспеченности почвы подвижным фосфором: низкий, с содержанием P_2O_5 – 27–35 мг/кг почвы, средний – 37–50 и повышенный – 55–95 мг/кг почвы [10].

Для определения влияния удобрений на накопление надземной массы в фазе кущения отбирали 100 растений пшеницы. После полного созревания культуры производили отбор 50 растений с делянки каждой повторности опыта на определение структуры урожая. Для оценки уровня содержания основных элементов питания под посевами культуры и накопления их в надземной массе проводили отбор почвенных образцов тростевым буром в 17–20 точках и растительных по 25 случайных растений с делянки.

Определение количества и качества клейковины проводили при влажности зерна не более 18 % и 100 % чистоте зерна по ГОСТ Р 54478-2011.

Подвижный фосфор и калий определяли методом А.Т. Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 54650-2011). Обменный аммоний – метод ЦИНАО (ГОСТ-26489-90), нитратный азот – методом ЦИНАО (ГОСТ26951-91).

Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа однофакторного опыта по Б. А. Доспехову [11]. Расчёт парной корреляции проводили методом Пирсона с использованием пакета программ Microsoft Office Excel.

В период проведения исследований гидротермические условия различались по годам (таблица 2).

Так, в 2019 г. период вегетации яровой пшеницы характеризовался суммой активных температур (> 10 °С) ниже нормы на 56 °С и значительным выпадением осадков (на 61 % выше нормы). По данным В. В. Рачук, в условиях Амурской области при гидротермическом коэффициенте Селянинова (ГТК) ≥ 2,0 – увлажнение избыточное, при ГТК ≤ 1,6 – увлажнение недостаточное [12]. По представленной

градации период вегетации 2019 г. отличался избыточным увлажнением, ГТК был максимальным за годы исследований.

Таблица 2 – Гидротермические условия периода «всходы – полная спелость зерна» яровой пшеницы

Год	Сумма активных температур (> 10 °С), °С	∑ осадков, мм	ГТК
2019	1737	452	2,6
2020	1806	378	2,1
2021	1867	265	1,4
Норма	1793	281	1,6

В 2020 г. сумма активных температур была близкой к среднемноголетней норме. Количество осадков составило 134,5 % нормы. Погодные условия 2021 г. были более оптимальными для роста и развития растений, несмотря на повышенные температуры и дефицит осадков (на 16 мм ниже нормы). Такое сочетание условий в 2021 г. определило получение наибольшего урожая.

Результаты и их обсуждение

По результатам исследований установлено, что на низком уровне обеспеченности почвы подвижным фосфором (фон 1) при внесении азотных удобрений в дозе N_{30} количество сформировавшейся надземной массы (в воздушно-сухом состоянии) пшеницы яровой в фазе кущения было на 3,2 ц/га выше по сравнению с фоном 2 (средняя обеспеченность P_2O_5), где под посев применяли фосфорные удобрения в дозе P_{60}, что было в пределах ошибки опыта (таблица 3).

Таблица 3 – Продуктивность и качество пшеницы яровой (среднее за 2019–2021 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га				Содержание сырой клейковины, %	Качество клейковины, ед. ИДК
	зерна	± к контролю	воздушно-сухая масса в фазе кущения	± к контролю		
Без удобрений (фон 1), контроль	25,0	-	5,7	-	25,6	54,4
N_{30} (фон 1)	26,2	1,2	8,3	2,7	25,4	61,5
P_{60} (фон 2)	28,3	3,3	5,1	-0,6	27,2	61,0
$N_{60}P_{90}$ (фон 3)	30,9	5,9	10,4	4,7	30,6	62,2
N_{30} (фон 3)	30,8	5,8	9,5	3,8	31,4	64,4
$НСР_{05}$	3,1	-	3,5	-	3,0	Fф<Fт

Самый высокий показатель накопления воздушно-сухой массы (ВСМ) отмечен в вариантах с повышенным уровнем содержания подвижного фосфора (фон 3). При внесении $N_{60}P_{90}$, прибавка относительно контроля составила 4,7 ц/га, N_{30} – 3,8 ц/га. Результатами корреляционного анализа установлена средняя положительная зависимость величины накопления воздушно-сухой надземной массы в фазе кущения с содержанием минерального азота ($r = 0,61 \pm 0,45$, $R^2 = 0,37$) и сильная положительная – с содержанием подвижного фосфора в почве ($r = 0,94 \pm 0,19$, $R^2 = 0,88$). При этом статистически достоверной связь была исключительно между содержанием подвижного фосфора и воздушно-сухой массой.

Таким образом, величина сформировавшейся надземной массы яровой пшеницы в кущение, судя по коэффициенту детерминации ($R^2 = 0,88$), была обусловлена содержанием в почве подвижного фосфора и на 37 % ($R^2 = 0,37$) – минерального азота, что подтверждается работами других исследователей [7]. Оценка

накопления биомассы в фазе кущения яровой пшеницы относится к диагностическому показателю формирования ее зерновой продуктивности [5]. Коэффициент парной корреляции (r = 0,68 ± 0,42) указывает на тесную взаимосвязь между урожаем зерна и накоплением надземной воздушно-сухой массы в фазе кущения.

Урожайность зерна пшеницы яровой в варианте без удобрений (контроль) в среднем за три года исследований составляла 25,0 ц/га. При внесении под пшеницу азотных удобрений в дозе N_{30} прибавка к контролю изменялась от 1,2 ц/га по низкому фону обеспеченности почвы подвижным фосфором до 5,8 ц/га – по повышенному. Наибольшая прибавка урожайности к контролю (5,9 ц/га) отмечена в варианте с внесением под пшеницу яровую $N_{60}P_{90}$ по повышенному фону обеспеченности почвы подвижным P_2O_5.

Таким образом, внесение под пшеницу сорта Арюна 30 кг д.в. азота при содержании в пахотном слое луговой черноземовидной почвы 55–95 мг/кг подвижного фосфора обеспечивает урожайность зерна на уровне 30,8 ц/га.

Анализ структуры урожая пшеницы яровой позволяет определить элемент, или группу элементов, оказывающих наибольшее воздействие на формирование урожая пшеницы. По высоте растений и количеству зерен с растения достоверных различий между вариантами не выявлено (таблица 4).

Таблица 4 – Структура урожая пшеницы яровой (среднее за 2019–2021 гг.)

Вариант	Высота растения, см	Количество зерен с растения, г	Масса, г	
			зерен с растения	соломы с растения
Без удобрений (фон 1)	93	34,8	1,20	2,88
N_{30} (фон 1)	96	33,4	1,22	3,23
P_{60} (фон 2)	95	35,2	1,20	3,38
$N_{60}P_{90}$ (фон 3)	97	33,6	1,24	3,24
N_{30} (фон 3)	99	38,8	1,41	3,55
$НСР_{05}$	Fф<Fт	Fф<Fт	0,21	0,63

По результатам парного корреляционного анализа установлена тесная зависимость длины растений с массой соломы (r = 0,88 ± 0,20, при $r_{крит}$ = 0,88). Общеизвестно, что урожайность зерна напрямую зависит от продуктивности колоса, в структурные элементы которого входят показатели озерненность и масса зерновки. Масса зерна определяет не только урожайность культуры в целом, но и тесно связана с вероятностью полегания посевов [13, 14]. В проведенных исследованиях масса зерна с одного растения увеличивалась соответственно повышению дозы вносимых удобрений. Однако, если при внесении перед посевом N_{30} по фону 1 и P_{60} по фону 2 она была на уровне контроля, то в вариантах с внесением удобрений по фону с повышенным содержанием подвижного фосфора (фон 3) прибавка относительно контроля составила 3–17 %, внесение N_{30} по фону 3 обеспечило статистически достоверную прибавку массы зерна с одного растения ($НСР_{05}$ = 0,21 г). Выявлено, что масса зерна с одного растения тесно сопряжена с их количеством (r = 0,88 ± 0,27; $p < 0,05$) и урожайностью (0,66 ± 0,43; $p > 0,05$). Таким образом, зерновая продуктивность культуры на 40 % определялась массой зерна с одного растения.

В зависимости от уровня подвижного фосфора в почве и внесенных удобрений под посевы пшеницы яровой происходит изменение содержания в зерне сырой клейковины и ее качества. Так, при внесении N_{30} на фоне 1 содержание клейковины мало отличалось от контроля, оставаясь на уровне 25,4 %, с одновременным увеличением ИДК на 7,1 единиц. Зерно, сформировавшееся на низком и среднем

фосфорном фоне в соответствии с государственным стандартом по градации качества клейковины, соответствовало II классу. Статистически достоверная прибавка клейковины отмечена в вариантах $N_{60}P_{90}$ и N_{30} на фоне 3. Показатель ИДК увеличивался с возрастанием степени обеспеченности подвижным фосфором, достигая максимума на фоне 3 при внесении $N_{30,}$ полученные данные по ИДК были математически не достоверны, при этом следует отметить тенденцию к увеличению данного показателя. Полученные показатели ИДК – 62,2-64,4 ед. позволяют отнести зерно к I классу или к «сильной пшенице». Результаты корреляционного анализа подтверждают вывод о том, что сильнее всего на формирование белкового комплекса пшеницы ($r = 0,82 \pm 0,33$, $p < 0,05$) и ее упругости ($r = 0,64 \pm 0,44$, $p > 0,05$) влияет уровень фосфорного питания растений пшеницы в фазу кущения. Аналогичные результаты исследований по изучению влияния уровня фосфорного питания на содержание и деформацию клейковины зерна получены О. В. Волынкиной [9].

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что на повышенном фосфорном фоне 3 (повышенная степень обеспеченности подвижным P_2O_5) с применением $N_{60}P_{90}$ и N_{30} урожайность надземной массы в фазе кущения яровой пшеницы увеличивалась (прибавка к контролю составила 4,7 и 3,8 ц/га соответственно), при этом вклад почвенного запаса азота в повышении урожайности составил 37 %, фосфора – 88 %;

На повышенном фосфорном уровне 3 при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{90}$ и N_{30} отмечено увеличение всех элементов структуры урожая, зерновая продуктивность пшеницы определялась преимущественно количеством зерен в колосе ($r = 0,88 \pm 0,27$; $p < 0,05$);

Максимальное значение урожайности зерна установлено на повышенном фосфорном фоне 3 при внесении $N_{60}P_{90}$ и N_{30}, увеличение относительно контроля составляло 23,2 % (5,9 ц/га) и 23,6 % (5,8 ц/га);

На количество клейковины в зерне сильное влияние оказывала степень обеспеченности подвижным фосфором, что подтверждается результатами парной корреляции – $0,64 \pm 0,44$, $p > 0,05$. Количественные изменения ИДК в зависимости уровня фосфора были статистически не достоверны. Применение азотного удобрения в дозе 30 кг/га по д.в. на повышенном фосфорном уровне увеличивало содержание сырой клейковины на 5,8 %.

Литература

1. Захаров Н. Г., Хайртдинова Н. А. Формирование урожайности и качества зерна озимой пшеницы в условиях среднего Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3(51). С. 41–46. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-3-41-46.

2. Maltas A., Kebli H., Oberholzer H. R., Weisskop P., Sinaj S. The effects of organic and mineral fertilizers on carbon sequestration, soil properties, and crop yields from a long-term field experiment under a Swiss conventional farming system // Land Degradation and Development. 2018. Vol. 29. No. 4. P. 926–938. DOI: 10.1002/ldr.2913.

3. Jiang G., Zhang W., Xu M., Wang J., Di J., Kuzyakov Y., Zhang X., Murphy D.V. Manure and mineral fertilizer effects on crop yield and soil carbon sequestration: a meta-analysis and modeling across China // Global Biogeochemical Cycles. 2018. Vol. 32. No. 11. P. 1659–1672. DOI: 10.1029/2018GB005960.

4. Асеева Т. А., Савченко Н. Е. Влияние длительного применения удобрений на изменение плодородия почв и урожайность яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. №10. С. 81–86.

5. Наумченко Е. Т., Банецкая Е.В. Потребление азота пшеницей на разных уровнях обеспеченности почвы подвижным фосфором // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 3. № 6. С. 23–27. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10604.

6. 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.

7. Романов В. Н., Демиденко Г.А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы при использовании азотных удобрений в агроценозах Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2020. № 4 (157). С. 31–36. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-4-31-36.

8. Мальчиков П. Н., Мясникова Н.Г., Чахеева Т.В. Качество клейковины сортов твёрдой пшеницы самарской селекции и сортов из Италии и Австралии // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 9. С. 25–30. DOI: 10.53859/02352451_2021_35_9_25.

9. Волынкина О. В. Фосфорное удобрение усиливает действие азота на урожай и качество пшеницы // Проблемы агрохимии и экологии. 2019. № 1. С. 21–25. DOI: 10.26178/AE.2019.21.62.004.

10. Синеговская В. Т., Наумченко Е.Т. Система удобрений как средство воспроизводства плодородия почвы и стабилизации продуктивности полевого севооборота // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 1. С. 38–41. DOI: 10.30850/vrsn/2020/1/38-41.

11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.

12. Рачук В. В. Современное состояние и прогноз изменения агроклиматических ресурсов в южной зоне Приамурья // Дальневосточный аграрный вестник. 2010. № 2 (14). С. 37–44.

13. Демина О. Н., Еремина Д.В. Влияние уровня минерального питания на элементы структуры урожая яровой пшеницы в лесостепной зоне Зауралья // Вестник КрасГАУ. 2021. № 3(168). С. 34–40. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-3-34-40.

14. Земцова Е. С., Боме Н.А. Анализ структуры урожая яровой пшеницы в различных погодных условиях Тюменской области // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 2(62). С. 23–28. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-23–28.

References

1. Zakharov N. G., Khayrtdinova N.A. Formation of grain yield and quality winter wheat in the Middle Volga region // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2020. No. 3(51). P. 41–46. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-3-41-46.

2. Maltas A., Kebli H., Oberholzer H. R., Weisskop P., Sinaj S. The effects of organic and mineral fertilizers on carbon sequestration, soil properties, and crop yields from a long-term field experiment under a Swiss conventional farming system // Land Degradation and Development. 2018. Vol. 29. No. 4. P. 926–938. DOI: 10.1002/ldr.2913.

3. Jiang G., Zhang W., Xu M., Wang J., Di J., Kuzyakov Y., Zhang X., Murphy D.V. Manure and mineral fertilizer effects on crop yield and soil carbon sequestration: a meta-analysis and modeling across China // Global Biogeochemical Cycles. 2018 Vol. 32. No. 11. P. 1659–1672. DOI: 10.1029/2018GB005960.

4. Aseeva T. A., Savchenko N.E. Influence of long fertilizer application on the changes in soil fertility and yield of spring wheat // Achievements of science and technology in agro-industrial complex. 2016. Vol. 30. No. 10. P. 81–86.

5. Naumchenko E. T., Banetskaya E.V. Nitrogen consumption by spring wheat at different levels of soil provision with mobile phosphorus // Achievements of science and technology in agro-industrial complex. 2020. Vol. 3. No. 6. P. 23–27. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10604.

6. Bogdan P. M., Konovalova I. V., Klykov A. G. Influence of abiotic factors on yield and grain quality of spring common wheat under conditions of the Primorsky Territory // Achievements of science and technology in agro-industrial complex. 2021. Vol. 35. No. 1. P. 16–20. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10103.

7. Romanov V. N., Demidenko G.A. Yield and quality of spring wheat when using nitrogen fertilizers in agrocenoses of the Krasnoyarsk forest-steppe // Bulletin of KSAU. 2020. No. 4(157). P. 31–36. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-4-31-36.

8. Malchikov P. N., Myasnikova M.G., Chakheeva T.V. Gluten quality in durum wheat varieties bred in the Samara region and varieties from Italy and Australia // Achievements of science and technology in agro-industrial complex. 2021. Vol. 35. No. 9. P. 25–30. DOI: 10.53859/02352451_2021_35_9_25.

9. Volynkina O. V. Phosphoric fertilizer strengthens nitrogen action on the yield and quality of wheat // Problemy Agrohimii i Ekologii. 2019. No. 1. P. 21–25. DOI: 10.26178/AE.2019.21.62.004.

10. Sinegovskaya V. T., Naumchenko E.T. Fertilization system as a way of soil fertility and stabilization of field crop rotation productiveness // Vestnik of the Russian Agricultural Science. 2020. No. 1. P. 38–41. DOI: 10.30850/vrsn/2020/1/38-41.

11. Dospekhov B. A. Methods of field research. Moscow: Kolos, 1985. 351 p.

12. Rachuk V.V. Current state and the change forecast of agroclimatic resources in southern zone of Priamurye // Far East Agrarian Herald. 2010. No. 2 (14). P. 37-44.

13. Demina O. N., Eremina D. V. Influence of the level of mineral nutrition on the elements of the structure of the yield of spring wheat in the forest-steppe zone of the Trans-Urals // Bulletin of KSAU. 2021. No. 3(168). P. 34–40. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-3-34-40.

14. Zemtsova E. S., Bome N.A. Analysis of the structure of the spring wheat crop in various weather conditions in the Tyumen region // Vestnik of the Kazan State Agrarian University. 2021. Vol. 16. No. 2(62). P. 23–28. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-23-28.

UDC 633.11:664.6.7:631.85

Kubasov I. A.

FORMATION OF PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY OF SPRING WHEAT DEPENDING ON THE DEGREE OF PROVISION OF MEADOW CHERNOZEM SOIL WITH MOBILE PHOSPHORUS

Summary. *Intensification of agricultural production of spring wheat provides for an increase in grain yield, as well as an increase in the quality of gluten. In this case, a significant role belongs to the use of nitrogen fertilizers against the background of an increased content of mobile phosphorus in the soil. The purpose of the study was to determine the effect of mineral fertilizers at different levels of soil supply with mobile phosphorus on the spring wheat yield and grain quality formation. Field experiments were carried out in 2019–2021 on the trial fields of the long-term stationary experiment in the southern zone of the Amur region (Sadovoye village, Blagoveshchensk district). Statistical data processing was carried out using methods of one factor analysis of variance (ANOVA) and Pearson's pair correlation. Soil of the experimental plot – meadow chernozem-like medium-thick. Climate – continental with monsoon features. As a result of long-term use of fertilizers, three levels of soil supply with mobile phosphorus were formed: low; P_2O_5 content – 27–35 mg/kg (background 1), medium – 37–50 mg/kg (background 2) and increased – 55–95 mg/kg (background 3). The experimental design included the following options: background 1 without fertilization; background 1 + N_{30}; background 2 + P_{60}; background 3 + $N_{60}P_{90}$; background 3 + N_{30}. Application of nitrogen-phosphorus mineral fertilizers against an increased background of phosphorus content significantly increased air-dry mass accumulation; in this case, contribution of nitrogen was 37 %, phosphorus – 88 %. The maximum grain yield was formed on an increased phosphorus background 3 with the introduction of $N_{60}P_{90}$ and N_{30}; increase compared to control was 23.2 and 23.6 %, respectively. Increased yield was obtained due to an increase in the number of grains per plant, as evidenced by its close relationship with grain productivity (r = 0.88). The content of crude gluten in the grain was strongly influenced by the degree of availability of mobile phosphorus in the soil; pair correlation coefficient – 0.64. Quantitative changes in the gluten deformation index, depending on the phosphorus level, were not statistically significant.*

Keywords: *mobile phosphorus, soft spring wheat (Triticum aestivum* L.*), tillering, grain yield, quality and quantity of gluten.*

Кубасов Илья Александрович, младший научный сотрудник лаборатории земледелия, агрохимии и защиты растений ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»; 675027, Россия, г. Благовещенск, ул. Игнатьевское шоссе, 19; аспирант ФГБУН «Хабаровский федеральный исследовательский центр» ДВО РАН, 680000, Россия, г. Хабаровск, ул. Тургенева, 51; e-mail: kia@vniisoi.ru.

Kubasov Ilya Aleksandrovich, junior researcher, Laboratory of agriculture, agrochemistry and plant protection, FSBSI Federal Research Center "All-Russian Research Institute of Soybean"; 19, Ignatievskoe shosse str., Blagoveshchensk, 675027, Russia; graduate student, FSBSI "Khabarovsk Federal Research Center" FED RAS; 51, Turgeneva str., Khabarovsk, 680000, Russia; e-mail: kia@vniisoi.ru.

Дата поступления в редакцию – 12.04.2022.
Дата принятия к печати – 27.06.2022.