

УДК 631.87:633.11«324»(470.6)

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ЛИГНОГУМАТА В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

© 2022 г. А. Х. Шеуджен^{1,*}, О. А. Гупорова¹, И. М. Луценко¹

¹ Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина
350044 Краснодар, ул. Калинина, 13, Россия

*E-mail: ashad.sheudzhen@mail.ru

Поступила в редакцию 26.08.2021 г.

После доработки 20.09.2021 г.

Принята к публикации 15.12.2021 г.

Оценку эффективности применения лигногумата в посевах озимой пшеницы провели в полевом опыте, заложенном на фоне применения N70P60K40 в ООО «Альфа» Крылавского р-на Краснодарского края. Опыт включал проведение предпосевной обработки семян гуминовым препаратом в дозах 5, 10, 15, 20 л/т и обработки растений препаратом в фазе весеннего кушения в дозах 0.15, 0.25, 0.35, 0.45 л/га. Установлено, что оптимальными дозами применения лигногумата были 10 л/т и 0.35 л/га соответственно. Их использование повышало потребление азота, фосфора и калия растениями относительно фона соответственно на 16.8, 23.4 и 13.9% при обработке семян и на 17.4, 25.5 и 13.2% – растений. При этом возрастала среднесуточная скорость потребления растениями этих элементов соответственно на 16.9, 23.5 и 13.9% при обработке семян и на 15.7, 24.7 и 11.7% – растений. Включение лигногумата в технологию возделывания озимой пшеницы способствовало росту прибавки урожайности озимой пшеницы на 5.7 и 4.0 ц/га соответственно. Это сопровождалось увеличением хозяйственного выноса азота, фосфора и калия урожаем на 17.0, 23.6 и 14.1% при обработке семян и на 14.9, 22.9 и 10.9% – растений. Независимо от способа применения лигногумата затраты элементов питания на формирование 1 ц зерна существенно не изменялись, а использование растениями из удобрений азота повышалось на 32.2–28.3, фосфора – на 13.9–13.5 и калия – на 33.6–25.9%.

Ключевые слова: озимая пшеница, лигногумат, предпосевная обработка семян, обработка растений, элементы питания, урожайность.

DOI: 10.31857/S0002188122030103

ВВЕДЕНИЕ

Озимая пшеница – одна из главных продовольственных культур, занимающая значительный удельный вес в балансе производства зерна в Российской Федерации. Краснодарский край является одним из важнейших сельскохозяйственных регионов нашей страны. В 2021 г. площадь посевов озимых колосовых культур в регионе составила 1.9 млн га, из них на озимую пшеницу приходилось 1.6 млн га. Эта культура требовательна к условиям минерального питания. Расход на создание 1 т зерна с соответствующим количеством побочной продукции составляет: азота – 27–41, фосфора – 7–13, калия – 20–27 кг [1, 2].

Система удобрения озимой пшеницы предусматривает применение минеральных и органических удобрений. Использование дополнительных приемов совместно с основными элементами

технологии позволяет получить прибавки урожая 15–30% при достаточно низком уровне затрат. В последнее время возрос интерес к регуляторам роста гуминовой природы, в том числе и лигногумату, состоящему на 90% из солей гуминовых кислот, в число которых входит 15–25% низкомолекулярных, из которых преобладающая часть – фульвокислоты. В него входит также калий, сера, железо, магний, медь, марганец [1]. При использовании гуминовых препаратов отмечено увеличение урожайности зерновых, зернобобовых, овощных и кормовых культур, повышается всхожесть и энергия прорастания семян, усиливается корнеобразование и обмен веществ в растениях, поглощение и потребление элементов минерального питания, увеличивается сопротивляемость растений болезням, заморозкам и засухе, снижается поступление в растения тяжелых металлов и радионуклидов [2–9]. В связи с этим целью рабо-

ты была оценка эффективности предпосевной обработки семян и обработки посевов озимой пшеницы лигногуматом в условиях Северо-Западного Предкавказья.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в ООО «Альфа» Крылавского р-на Краснодарского края. По природно-сельскохозяйственному районированию территория района входит в степную зону обыкновенных и южных черноземов и относится к Предкавказской степной провинции.

Почва опытного участка – чернозем карбонатный, залегающий на глинистых лессовидных отложениях. Агрохимическая характеристика почвы: pH_{KCl} 7.1–7.2, содержание гумуса – 4.0%, карбонатов – 0.7–2.0, общего азота – 0.220–0.260, фосфора – 0.17–0.19, калия – 1.8–2.0% [10].

Общая площадь делянки – 50 м², учетной – 30 м², повторность четырехкратная, размещение вариантов рендомизированное. Использовали сорт озимой пшеницы Тая, посев производили в 1-й декаде октября с дозой высева 5 млн всхожих семян/га. Уборку урожая провели в 1-й декаде июля. Агротехника соответствовала рекомендациям для северной зоны Краснодарского края [11].

Исследование проводили на фоне внесения N70P60K40. Использовали аммофос, карбамид и хлористый калий в качестве основного удобрения (N40P60K40), карбамид – некорневой подкормки (N30). Предпосевную обработку семян проводили лигногуматом полусухим способом, обработку растений – при возобновлении вегетации растений озимой пшеницы (весеннее кушение) по следующей схеме, варианты: 1 – N70P60K40 (фон), 2 – фон + обработка семян 5 л/т, 3 – фон + обработка семян 10 л/т, 4 – фон + обработка семян 15 л/т, 5 – фон + обработка семян 20 л/т, 6 – фон + обработка растений 0.15 л/га, 7 – фон + обработка растений 0.25 л/га, 8 – фон + обработка растений 0.35 л/га, 9 – фон + обработка растений 0.45 л/га.

В фазах кушения, трубкования, колошения и полной спелости зерна на всех делянках опыта отбирали растения. Содержание азота, фосфора и калия в растительных образцах определяли из одной навески по Куркаеву [12]. Для количественной характеристики состояния минерального питания озимой пшеницы рассчитывали абсолютное потребление азота, фосфора, калия растениями в фазах вегетации и вынос элементов питания урожаем [12].

Перед уборкой урожая отбирали растения для биометрического анализа по следующим показателям: высота растений, продуктивная кустистость, озерненность колоса, масса зерна с одного колоса, масса 1000 зерен. Уборку осуществляли в фазе полной спелости зерна. Массу зерна с делянки пересчитывали на стандартную влажность и чистоту (ГОСТ 30-4055). Исследования сопровождали оценкой качества зерна. Экспериментальные данные подвергали статистической обработке методом доверительного интервала и дисперсионного анализа [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Высота растений зависела от фазы вегетации озимой пшеницы и способа применения лигногумата (рис. 1). Максимальная высота растений достигалась к фазе полной спелости зерна. В зависимости от дозы предпосевной обработки семян высота увеличивалась относительно фона в фазах кушения на 1.0–1.5 см, выхода в трубку – на 1.2–2.4 см, колошения – на 1.3–2.9 см и полной спелости зерна – на 3.2–4.8 см. Наибольшей высотой обладали растения, выращенные из обработанных семян дозой 10 л/т. При обработке посевов озимой пшеницы высота растений повышалась соответственно на 0.8–1.2, 2.4–2.8, 1.3–2.4 и 2.6–4.0 см. При этом наибольшие показатели достигались при применении гуминового препарата в дозе 0.35 л/га.

Применение лигногумата в посевах озимой пшеницы положительно отразилось на динамике накопления сухого вещества растениями на протяжении всего периода вегетации. При обработке семян лигногуматом в дозе 5 л/т полусухим способом сухая масса растений по отношению к фону увеличивалась в фазе кушения на 0.12 г, выхода в трубку – на 0.03 г, колошения – на 0.24 г и полной спелости зерна – на 0.23 г. В большей степени на накопление сухого вещества растениями повлияла обработка семян препаратом в дозе 10 л/т, показатели при этом увеличивались соответственно на 0.15, 0.12, 0.33 и 0.33 г. Повышение дозы до 15 и 20 л/т не способствовало дальнейшему накоплению сухой массы.

При обработке растений озимой пшеницы лигногуматом наибольшее влияние на динамику накопления сухого вещества оказала доза 0.35 л/т. Превышение показателей фона в этом варианте в фазах кушения, выхода в трубку, колошения и полной спелости зерна составило 0.10, 0.14, 0.36 и 0.31 г соответственно. Другие дозы удобрения (0.15, 0.25, 0.45 л/га) не влияли на дальнейшее приращение сухой массы растениями.

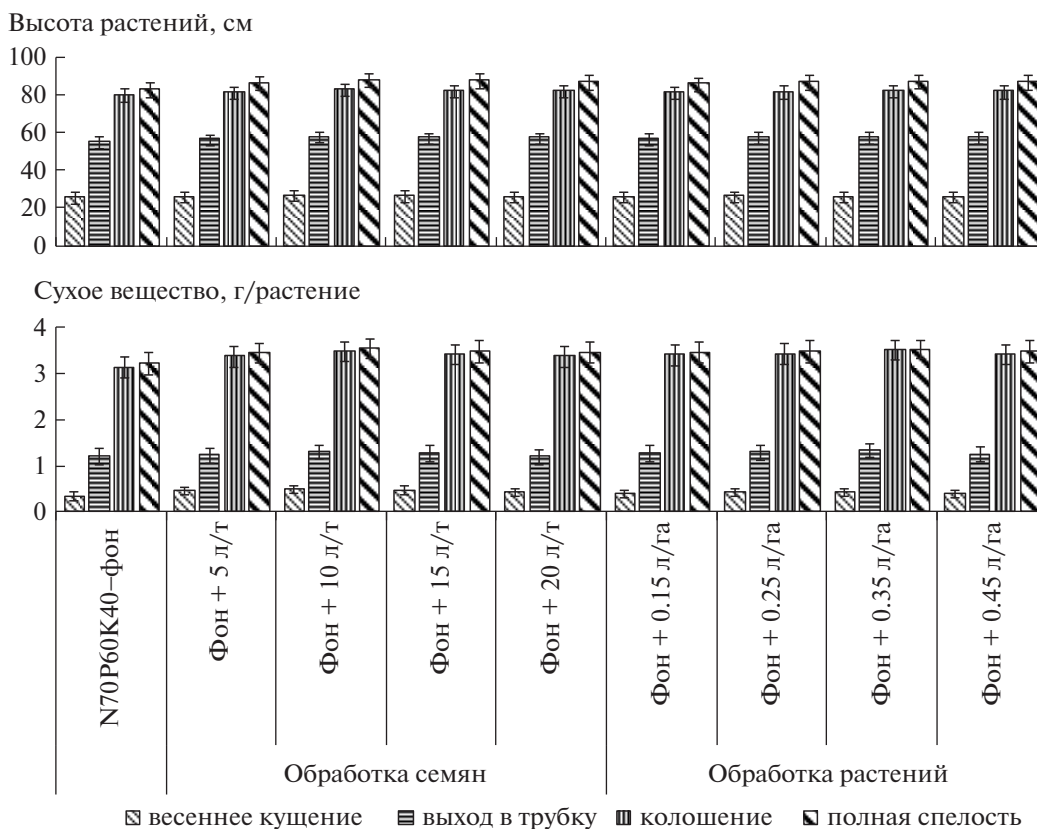


Рис. 1. Параметры роста и развития растений озимой пшеницы при применении лигногумата.

Химический состав растений отражает их способность потреблять и утилизировать элементы питания и в определенной степени определяется условиями их произрастания [2]. Динамика содержания в растениях азота, фосфора и калия представлена в табл. 1. Наибольшее содержание азота в надземных вегетативных органах растений озимой пшеницы отмечено в фазе кущения, количество которого уменьшалось к уборке урожая в результате ростовых процессов и оттока в зерновки. Обработка семян способствовала увеличению содержания азота во всех фазах вегетации растений относительно фона N70P60K40: в кущение – на 0.19–0.34, в колошение – на 0.12–0.23, полную спелость зерна – на 0.03–0.06%. В зерне озимой пшеницы содержание этого элемента возрастало на 0.03–0.09%. Наибольшее его количество как в вегетативных органах, так и зерне, отмечено в растениях, выросших из семян, обработанных гуминовым препаратом в дозе 10 л/т. При уменьшении или увеличении дозы эффективность данного агроприема снижалась.

Проведение обработки растений лигногуматом в фазе кущения озимой пшеницы, как и предпосевная обработка семян, положительно

отразилась на содержании азота в органах растений. В зависимости от дозы его применения количество азота в надземной вегетативной массе увеличивалось по отношению к фону в фазах кущения, колошения и полной спелости соответственно на 0.22–0.35, 0.08–0.20 и 0.03–0.08%. Применение гуминового препарата позитивно повлияло на содержание азота в зерне, которого было больше на 0.04–0.10%, чем в фоновом варианте. В наибольшей степени на содержание этого элемента в органах растений оказала доза 0.35 л/га. Пониженные или повышенные дозы лигногумата были менее эффективными.

Применение гуминового препарата улучшало обеспеченность растений озимой пшеницы фосфором. Максимальное его содержание в растениях отмечено в фазе кущения. В зависимости от дозы лигногумата, использованного для обработки семян, количество этого элемента в надземной вегетативной массе относительно фона возрастало в фазах кущения на 0.01–0.06, колошения – на 0.02–0.09, полной спелости – на 0.01–0.03, а также и в зерне – на 0.01–0.05%. Обработка растений повышала содержание фосфора соответственно на 0.02–0.07, 0.04–0.10, 0.03–0.06 и 0.02–0.04%.

Таблица 1. Динамика содержания элементов питания в растениях озимой пшеницы при применении лигногумата, % сухой массы

Вариант	N				P ₂ O ₅				K ₂ O			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
N70P60K40 (фон)	3.24	2.22	2.04	0.45	0.78	0.63	0.50	0.17	3.13	1.90	0.50	1.40
Фон + обработка семян 5 л/т	3.49	2.34	2.07	0.48	0.79	0.65	0.51	0.18	3.15	1.92	0.51	1.41
Фон + обработка семян 10 л/т	3.58	2.45	2.13	0.51	0.84	0.72	0.55	0.20	3.20	1.99	0.53	1.43
Фон + обработка семян 15 л/т	3.51	2.40	2.12	0.50	0.83	0.68	0.53	0.19	3.19	1.96	0.52	1.42
Фон + обработка семян 20 л/т	3.43	2.37	2.11	0.49	0.82	0.67	0.52	0.19	3.17	1.95	0.51	1.41
Фон + обработка растений 0.15 л/га	3.46	2.30	2.08	0.48	0.80	0.67	0.52	0.20	3.14	1.95	0.51	1.41
Фон + обработка растений 0.25 л/га	3.55	2.38	2.12	0.51	0.83	0.70	0.53	0.21	3.20	1.97	0.52	1.42
Фон + обработка растений 0.35 л/га	3.59	2.42	2.14	0.53	0.85	0.73	0.54	0.23	3.22	2.00	0.53	1.43
Фон + обработка растений 0.45 л/га	3.49	2.34	2.13	0.52	0.84	0.69	0.53	0.22	3.19	1.95	0.51	1.41
HCP ₀₅	0.18	0.09	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01

Примечание. В графе 1 – фаза кущения, 2 – фаза колошения, 3 – фаза полной спелости (надземная вегетативная масса), 4 – фаза полной спелости (зерно).

Лучшая обеспеченность растений фосфором отмечена при обработке семян в дозе 10 л/т и посевов озимой пшеницы в дозе 0.35 л/га.

Выявлено, что наибольшее количество калия в растениях было характерно для фазы кущения, к полной спелости зерна оно уменьшилось почти в 2 раза. Предпосевная обработка семян увеличивала содержание калия в надземных вегетативных органах растений в фазах кущения, колошения, созревания соответственно на 0.02–0.06, 0.02–0.09, 0.01–0.03, а также и в зерне – на 0.01–0.03%. Обработка растений препаратом увеличила этот показатель соответственно на 0.01–0.09, 0.05–0.07, 0.01–0.03 и на 0.01–0.03%. В накоплении растениями калия при предпосевной обработке семян оказала наибольшее влияние доза 10 л/т, при обработке растений в фазе кущения – доза 0.35 л/га.

Потребление азота, фосфора и калия растениями озимой пшеницы зависело от фазы их развития и применяемой системы удобрения (рис. 2). Наиболее интенсивно усвоение азота растениями из почвы и удобрений происходило до фазы колошения. Растения фонового варианта N70P60K40 к фазе кущения азота потребляли 11.7%, а к колошению – 80.3% от общего его количества за весь

период вегетации. На генеративный период развития озимой пшеницы, от фазы колошения до полной спелости зерна, приходилось 19.7% азота, усвоенного растениями. Обработка семян лигногуматом способствовала улучшению потребления этого элемента растениями в период вегетации озимой пшеницы. К периоду колошения усвоение азота растениями из почвы и внесенных удобрений достигало 82.1–83.9% от общего его потребления за вегетацию. В фазах кущения, колошения и полной спелости зерна растения, выращенные из обработанных семян гуминовым препаратом, превосходили фоновые на 3.68–6.43, 9.36–15.27 и 8.36–14.50 мг N соответственно. Наибольшее поглощение азота озимой пшеницей отмечено у растений, семена которых при посеве обрабатывали лигногуматом из расчета 10 л/т. При применении этой дозы количество поглощенного азота растениями за весь период вегетации было больше на 14.5 мг, или на 16.8% по сравнению с фоновым вариантом. При более низких и высоких дозах гуминового препарата усвоение этого элемента растениями происходило с меньшей интенсивностью.

При обработке растений озимой пшеницы лигногуматом количество усвоенного азота из

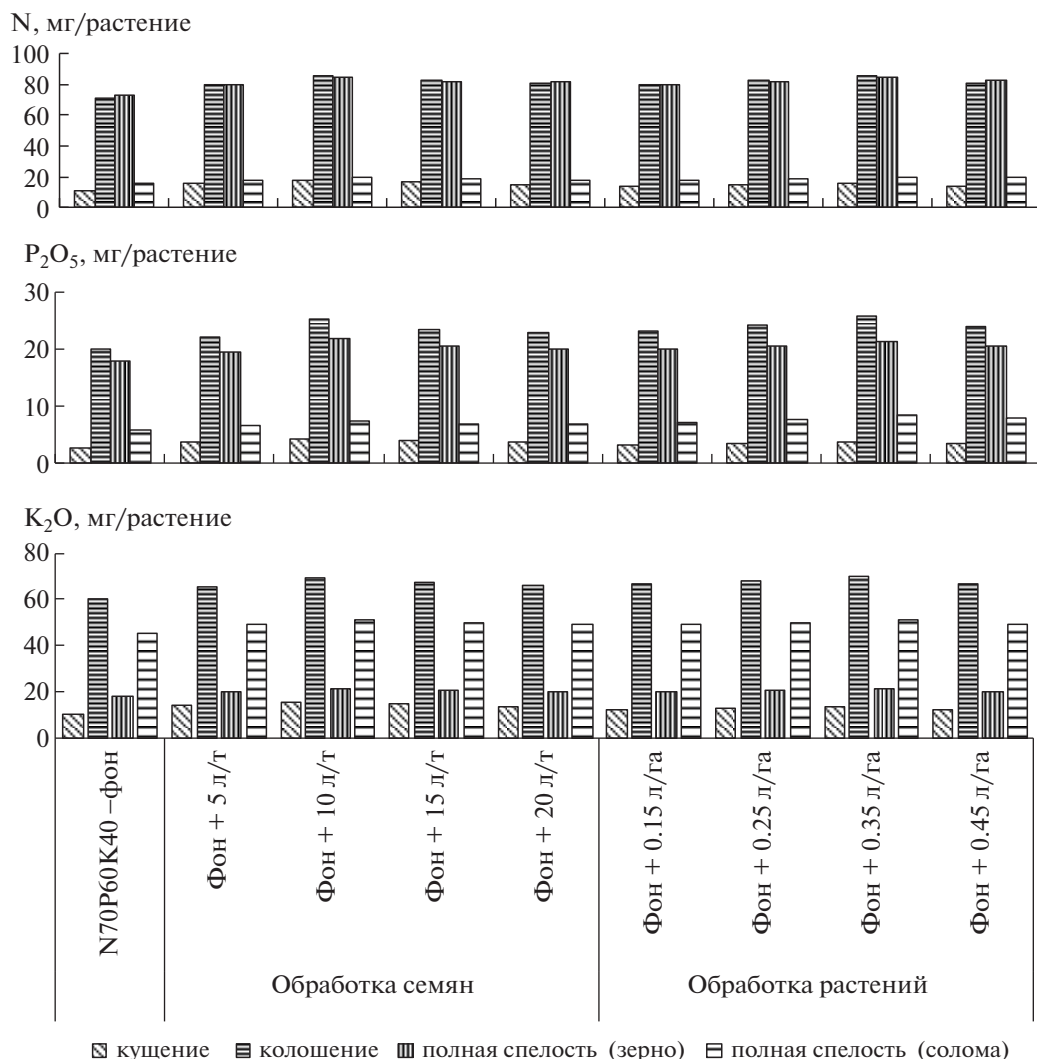


Рис. 2. Динамика потребления элементов питания растениями озимой пшеницы при применении лигногумата.

почвы и удобрений в фазе кушения составляло 13.1–14.5%, в колошение увеличивалось в 6 раз и достигало 80.6–83.2% от общего его потребления за весь вегетационный период. Превышение фона в фазах кушения, колошения и полной спелости зерна по потреблению этого элемента растением оценивалось в 2.42–4.68, 8.7–15.0 и 8.7–15.0 мг соответственно. Больше всего азота потребляли растения, выращенные при обработке посевов гуминовым препаратом в фазе кушения дозой 0.35 л/га. В этом случае количество усвоенного азота растениями за вегетацию превышало фоновый вариант на 15.0 мг, что составляло 17.4%. Поглощение этого элемента питания растениями уменьшалось при снижении или увеличении дозы лигногумата.

При предпосевной обработке семян наибольшее потребление азота растениями отмечено в

начале вегетации озимой пшеницы. По сравнению с обработкой посевов усвоение этого элемента растениями в фазе кушения было больше в среднем на 1.68 мг. Несколько повышенное потребление растениями отмечено также и в фазе колошения, где азота усваивалось больше в среднем на 0.31 мг.

Обработка посевов озимой пшеницы в фазе кушения способствовала более полной аттракции азота из вегетативных органов в зерновки. В фазе полной спелости его содержание было больше в зерне на 0.60 мг и меньше в соломе на 0.08 мг по сравнению с обработкой семян.

Усвоение фосфора растениями озимой пшеницы за период вегетации было в 3.0–4.0 раза меньше, чем потребление азота. В фазах кушения и колошения растения фонового варианта усваивали фосфора соответственно 10.5 и 85.3% от об-

шего его потребления за вегетацию. На генеративный период приходилось 14.7% потребляемого фосфора. Применение лигногумата положительно отразилось на динамике усвоения этого элемента растениями. К фазе колошения растения потребляли фосфор после обработки семян в количестве 85.6–87.4%, посевов – 84.7–87.8% от общего его потребления за вегетацию. В фазах кущения, колошения и полной спелости зерна опытные растения, выросшие из обработанных семян, усваивали фосфора больше соответственно на 0.86–1.44, 2.18–5.18 и 2.38–5.38 мг, чем в фоновом варианте. В наибольшем количестве этот элемент в течение вегетации озимой пшеницы потреблялся при дозе обработки семян 10 л/т. Количество усвоенного фосфора растениями в этом варианте составляло 28.4 мг, что превышало фон на 5.4 мг, или на 23.4%.

При обработке растений озимой пшеницы гуминовым препаратом усвоение фосфора относительно фона увеличивалось в фазе кущения на 0.46–1.07 мг, колошения – на 3.05–5.74 и полной спелости зерна – на 3.44–5.88 мг. Лучшее поглощение этого элемента питания растениями отмечено при дозе препарата 0.35 л/га. Растения этого варианта потребляли фосфора за вегетацию больше на 5.88 мг (на 25.5%), чем в фоновом варианте. С понижением или повышением дозы лигногумата как при обработке семян, так и посевов, усвоение фосфора растениями уменьшалось.

Как и азот, фосфор в несколько большем количестве потреблялся растениями в фазе кущения, если применяли обработку семян. По сравнению с обработкой растений превышение составляло в среднем 0.37 мг. В фазах колошения и созревания зерна на поглощение этого элемента растениями в большей степени повлияла обработка посевов озимой пшеницы. Усвоенного фосфора растениями в фазе колошения было больше на 0.56 мг, чем при обработке семян. В зерне, полученном при обработке растений, поступление фосфора было интенсивней в среднем на 0.86 мг, а в соломе, наоборот, снижалось на 0.08 мг по сравнению с вариантом обработки семян. Это указывало на более полную аттракцию элемента в зерновки озимой пшеницы под влиянием гуминового препарата.

В фазе кущения растения озимой пшеницы потребляли калий в тех же количествах, что и азот. В колошение усвоение этого элемента было чуть меньше, чем азота, но в 3 раза больше, чем фосфора. При этом в надземных вегетативных органах растений, выращенных в фоновом варианте, калия накапливалось 95.0% от общего его количества за вегетацию. На генеративный пери-

од приходилось 5.0% потребляемого калия. В зависимости от дозы применения лигногумата как при обработке семян, так и растений, поглощение этого элемента озимой пшеницей возрастало соответственно до 95.4–96.6 и 97.5–98.5% от общего потребления за весь вегетационный период. Растения, выросшие из обработанных лигногуматом семян, в фазах кущения, колошения и полной спелости зерна поглощали калия соответственно больше на 2.98–5.02, 5.23–9.38 и 5.21–8.66 мг, чем в фоновом варианте. Наибольшее его количество потреблялось растениями при обработке семян из расчета 10 л/т. При этой дозе гуминового препарата калий усваивался в большем количестве – на 8.66 мг (на 13.9%), чем в фоновом варианте.

Обработка посевов озимой пшеницы лигногуматом увеличивало усвоение калия растениями относительно фона в фазах кущения на 1.60–3.50 мг, колошения – на 6.83–10.32 мг и полной спелости зерна – на 5.21–8.26 мг. Наибольшее количество усвоенного калия растениями отмечено при дозе 0.35 л/га. За весь период вегетации растения потребляли его больше на 8.26 мг, или на 13.2% по сравнению с фоном.

Предпосевная обработка семян озимой пшеницы лигногуматом способствовала наибольшему потреблению калия в начале вегетации. В фазе кущения потребление его растениями было больше в среднем на 1.56 мг, чем в вариантах с обработкой посевов. Последняя способствовала большему усвоению калия в колошение, а к уборке урожая различия в содержании этого элемента между обработкой семян и растений были не значительными.

Наиболее интенсивно растения озимой пшеницы в течение всей вегетации потребляли азот, затем калий и в меньшей степени – фосфор (табл. 2). Среднесуточное их потребление в фоновом варианте составляло соответственно 0.319, 0.231 и 0.085 мг/сут. Обработка семян увеличивала скорость потребления азота, фосфора и калия соответственно на 0.031–0.054, 0.010–0.020 и 0.019–0.032 мг/сут. При этом с наибольшей интенсивностью эти элементы поглощались растениями, выросшими из обработанных семян лигногуматом в дозе 10 л/т.

Обработка посевов озимой пшеницы в фазе кущения увеличивала среднесуточное потребление азота, фосфора и калия растениями соответственно на 0.028–0.050, 0.012–0.021 и 0.016–0.027 мг по сравнению с фоном. Наибольшая скорость их поглощения отмечена при дозе гуминового препарата 0.35 л/га.

Следовательно, под воздействием лигногумата за вегетационный период озимой пшеницы среднесуточное потребление растениями азота, фосфора и калия возрастало соответственно на 16.9, 23.5 и 13.9% при обработке семян в дозе 10 л/т и на 15.7, 24.7 и 11.7% – растений в фазе кушения в дозе 0.35 л/га.

Отмеченные различия по влиянию лигногумата на рост растений, накопление ими сухого вещества, а также на содержание и поглощение элементов питания отразились на урожайности озимой пшеницы сорта Тая (рис. 3). В годы исследования (2019–2021 гг.) в фоновом варианте урожайность изменялась в пределах 51.0–62.0 ц/га и в среднем за 3 года величина урожайности составила 54.2 ц/га. Обработка семян лигногуматом способствовала росту урожайности во все годы исследования, которая относительно фона была больше в среднем на 3.3–5.7 ц/га (на 6.3–10.5%). Максимальный прирост урожайности отмечен в варианте, где семена обрабатывали из расчета 10 л/т полусухим способом. При более низких или высоких дозах гуминового препарата показатели урожайности снижались.

Применение дозы 0.35 л/га для обработки лигногуматом растений в фазе кушения способствовало достоверному увеличению урожайности по отношению к фону в среднем за 3 года на 4.0 ц/га, что составляло 7.4%. Повышенные или пониженные дозы гуминового препарата не способствовали дальнейшему росту урожайности – прибавка урожая зерна варьировала в пределах 2.6–3.6 ц/га (4.8–6.6%).

Таблица 2. Интенсивность потребления элементов питания растениями озимой пшеницы при применении лигногумата, мг/сут

Вариант	Азот (N)	Фосфор (P ₂ O ₅)	Калий (K ₂ O)
N70P60K40 (фон)	0.319	0.085	0.231
Фон + обработка семян 5 л/т	0.350	0.094	0.250
Фон + обработка семян 10 л/т	0.373	0.105	0.263
Фон + обработка семян 15 л/т	0.363	0.099	0.255
Фон + обработка семян 20 л/т	0.358	0.097	0.251
Фон + обработка растений 0.15 л/га	0.347	0.097	0.247
Фон + обработка растений 0.25 л/га	0.359	0.100	0.252
Фон + обработка растений 0.35 л/га	0.369	0.106	0.258
Фон + обработка растений 0.45 л/га	0.360	0.101	0.248

Сравнивая эффективность способов применения лигногумата, следует отметить, что наибольшее влияние на увеличение урожая зерна озимой пшеницы оказала предпосевная обработка семян. Этот агроприем способствовал большей прибавки урожайности относительно фона. По сравнению с обработкой растений она была больше в среднем на 1.7 ц/га.

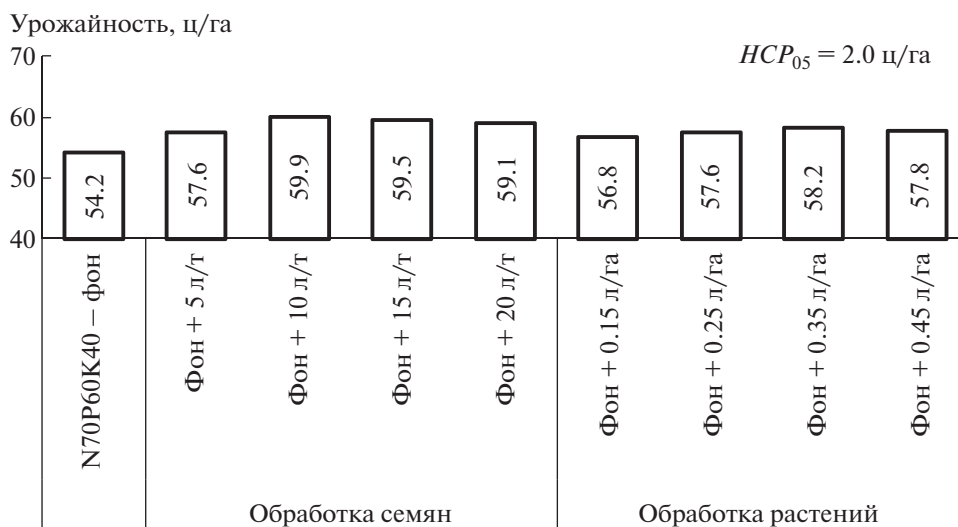


Рис. 3. Урожайность озимой пшеницы при применении лигногумата.

Таблица 3. Вынос элементов питания урожаем озимой пшеницы и затраты на их формирование 1 ц зерна при применении лигногумата

Вариант	Хозяйственный вынос, кг/га			Коэффициент использования удобрений, %			Затраты на 1 ц зерна, кг		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N70P60K40 (фон)	132	35.4	95.4	—	—	—	2.45	0.65	1.76
Фон + обработка семян 5 л/т	144	38.7	102	16.6	5.5	17.7	2.50	0.67	1.78
Фон + обработка семян 10 л/т	155	43.7	109	32.2	13.9	33.6	2.59	0.73	1.82
Фон + обработка семян 15 л/т	153	41.7	107	29.1	10.5	29.0	2.57	0.70	1.80
Фон + обработка семян 20 л/т	151	40.8	105	26.1	9.1	24.4	2.55	0.69	1.78
Фон + обработка растений 0.15 л/га	143	39.8	101	14.5	7.3	14.1	2.51	0.70	1.78
Фон + обработка растений 0.25 л/га	149	41.4	104	22.9	10.0	20.4	2.58	0.72	1.80
Фон + обработка растений 0.35 л/га	152	43.5	106	28.3	13.5	25.9	2.62	0.75	1.82
Фон + обработка растений 0.45 л/га	150	42.1	103	25.2	11.2	18.6	2.60	0.73	1.78

Анализ биометрических показателей растений показал, что при посеве семян, обработанных лигногуматом, урожайность возрастала вследствие большего формирования числа растений на единице площади на 7.2–11.0%, увеличения массы 1000 зерен – на 2.89–6.84, озерненности колоса – на 1.19–6.87 и массы зерна с одного колоса – на 3.05–7.63%.

Урожайность озимой пшеницы при обработке растений в фазе кушения повышалась относительно фона за счет формирования большего числа продуктивных стеблей на 4.62–8.72% и лучшего налива зерна, проявлявшегося в повышении массы 1000 зерен на 2.63–7.89, количества зерен в колосе – на 1.79–7.16 и массы зерна с одного колоса – на 2.24–7.46%.

Оптимальной дозой лигногумата для обработки семян являлась доза 10 л/т, растений – 0.35 л/га. Они способствовали большему увеличению перечисленных биометрических показателей, что повлияло на величину полученной урожайности озимой пшеницы в опыте.

Применение лигногумата в посевах озимой пшеницы сопровождалось не только ростом урожая зерна, но и улучшением его качества. Предпосевная обработка семян увеличивала содержание в зерне клейковины относительно фона на 0.8–1.7%, индекс деформации клейковины – на

0.7–2.0 ед., белка – на 0.3–0.9%, что позволило получить сбор белка с 1 га больше на 9.8–18.8%, также увеличивалась стекловидность зерна – на 0.2–1.1%. При обработке растений эти показатели возрастали соответственно на 0.9–1.4%, 0.6–2.2 ед., 0.4–1.0%, 10.0–16.3%, 0.4–1.2%. Лучшее по качеству зерно озимой пшеницы формировалось при применении лигногумата в дозах 10 л/т и 0.35 л/га.

Включение лигногумата в технологию выращивания озимой пшеницы способствовало не только повышению урожайности, но и увеличению хозяйственного выноса элементов питания урожаем и коэффициентов их использования растениями из удобрений (табл. 3). В зависимости от дозы его внесения хозяйственный вынос азота, фосфора и калия относительно фона возрастал соответственно на 11.6–22.6 кг/га (на 8.8–17.0%), на 3.32–8.34 кг/га (на 9.4–23.6%) и на 7.08–13.5 кг/га (на 7.4–14.1%) при обработке семян и на 10.2–19.8 кг/га (на 7.7–14.9%), при обработке растений на 4.37–8.09 кг/га (на 12.4–22.9%) и на 5.66–10.36 мг/кг (на 5.9–10.9%). При этом основная доля выноса азота и фосфора приходилась на зерновую продукцию, а калия – на побочную.

Максимальный хозяйственный вынос элементов урожаем озимой пшеницы отмечен при обработке семян в дозе 10 л/т и растений в фазе куше-

ния в дозе 0.35 л/га. В этих вариантах вынос азота зерном возрастал по сравнению с фоном соответственно на 17.0 и 14.0 кг/га (на 15.4 и 12.6%), соломой – на 5.54 и 5.81 кг/га (на 25.2 и 26.5%). Вынос фосфора зерном превышал фон соответственно на 5.85 и 4.33 кг/га (на 21.6 и 16.0%), побочной – на 2.49 и 3.76 кг/га (на 30.0 и 45.4%). Вынос калия зерном был больше фона на 4.65 и 3.75 кг/га (на 17.2 и 13.8%), соломой – на 8.80 и 6.61 кг/га (на 12.9 и 9.7%) соответственно.

Следовательно, наибольший хозяйственный вынос элементов питания отмечен при предпосевной обработке семян гуминовым препаратом, особенно при применении дозы 10 л/т. Азот с зерном отчуждался с полей больше на 3.04 кг/га (на 2.4%), фосфор – на 1.52 кг/га (на 4.8%) и калий – на 0.90 кг/га (на 2.9%) по сравнению с обработкой растений гуминовым препаратом в дозе 0.35 л/га. С соломой в большем количестве отчуждался калий и меньше, чем при обработке посевов, – фосфор.

Коэффициент использования озимой пшеницей азота, фосфора, калия из удобрений повышался относительно фона соответственно на 16.6–32.2, 5.5–13.9, 17.7–33.6% при обработке семян и на 14.5–28.3, 7.3–13.5, 14.1–25.9% – при обработке растений (табл. 3). Максимальные показатели достигались при дозах лигногумата 10 и 0.35 л/га. При этом наиболее интенсивно элементы питания из удобрений использовались растениями, выращенными из обработанных семян. По сравнению с обработкой посевов использование азота растениями было больше на 4.0, фосфора – на 0.4 и калия – на 7.7%.

Применение лигногумата в посевах озимой пшеницы способствовало небольшому повышению затрат азота, фосфора и калия на создание 1 ц зерна. По сравнению с фоном затраты несколько увеличивались соответственно на 0.05–0.14 кг (на 2.04–5.71%), на 0.02–0.08 кг (на 3.1–12.3%) и на 0.02–0.06 кг (на 1.1–3.4%) при предпосевной обработке семян и на 0.06–0.17 кг (на 2.5–6.9%), на 0.05–0.10 кг (на 7.7–15.4%) и на 0.02–0.06 кг (на 1.1–3.4%) – при обработке растений. Максимальные затраты элементов питания на формирование 1 ц зерна отмечены при дозах применения гуминового препарата 10 л/т и 0.35 л/га. Различия в затратах между способами применения лигногумата были не существенными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Включение лигногумата в технологию возделывания озимой пшеницы способствовало повышению накопления растениями сухого вещества,

содержания элементов питания и их усвоению в течение всего периода вегетации. Оптимальной дозой применения лигногумата для обработки семян было 10 л/т, растений в фазе весеннего кушения – 0.35 л/га. Их использование обеспечивало увеличение потребления азота, фосфора и калия растениями соответственно на 16.8, 23.4 и 13.9% при обработке семян и на 17.4, 25.5 и 13.2% – при обработке растений. При этом возрастала среднесуточная скорость потребления растениями этих элементов соответственно на 16.9, 23.5 и 13.9% при обработке семян и на 15.7, 24.7 и 11.7% – при обработке растений. Применение лигногумата в оптимальных дозах способствовало росту прибавки урожайности озимой пшеницы соответственно на 5.7 и 4.0 ц/га. Это сопровождалось увеличением хозяйственного выноса азота, фосфора и калия урожаем соответственно на 17.0, 23.6 и 14.1% при обработке семян и на 14.9, 22.9 и 10.9% – при обработке растений. Различия затрат элементов питания на создание 1 ц зерна в зависимости от способа применения лигногумата не были существенными, а использование растениями из удобрений азота повышалось соответственно при обработке семян и растений на 32.2 и 28.3, фосфора – на 13.9 и 13.5, калия – на 33.6 и 25.9%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Онищенко Л.М.* Питание и удобрение зерновых, крупяных и зернобобовых культур. Краснодар: КубГАУ, 2012. 231 с.
2. *Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Есипенко С.В., Лебедевский И.А., Гуторова О.А., Кащиц В.П.* Удобрение озимой пшеницы в рисовом севообороте. Майкоп: ОАО “Полиграф-Юг”, 2021. 144 с.
3. *Елисеева Л.В., Калгина А.В., Елисеев И.П.* Формирование урожая чечевицы при обработке семян регуляторами роста // Мат-лы Международ. научн.-практ. конф. “Современному АПК – эффективные технологии”. Ижевск: Ижевск. ГСХА, 2019. С. 149–152.
4. *Вакулов А.С., Клыков А.Г.* Влияние удобрений и регуляторов роста на урожайность озимой пшеницы в условиях Приморского края // Дальневост. аграрн. вестн. 2017. № 4(44). С. 12–17.
5. *Митрохина О.А.* Эффективность гуминового удобрения лигногумат на посевах ячменя в ландшафтном земледелии ЦЧЗ // Мат-лы Международ. научн. экол. конф. “Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности”. Краснодар: КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2018. С. 340–342.
6. *Томашевич Н.С., Барчукова А.Я.* Влияние обработки семян и растений различными формами препарата лигногумат супер на урожайность и качество риса // Плодородие. № 6. 2013. С. 21–22.
7. *Сульдин Д.А., Еряшев А.П., Камалихин К.Е.* Эффективность применения регуляторов роста и гумино-

- вых удобрений на рост, развитие и урожайность зерна яровой пшеницы // Вестн. Ульяновск. ГСХА. 2017. № 4(40). С. 49–54.
8. Толорая Т.Р., Петрова М.В., Пацкан В.Ю. Эффективность обработки семян и вегетирующих растений комплексными водорастворимыми удобрениями на продуктивность кукурузы // Политемат. сетев. электр. научн. журн. КубГАУ. 2016. № 120. С. 188–199.
 9. Чуков С.Н., Голубков М.С., Талашкина В.Д. Влияние гуминовых препаратов на процессы метаболизма растительных клеток // Тр. II Международ. конф. “Гуминовые вещества в биосфере”. М.: Изд-во МГУ, 2004. С. 41.
 10. Паспорт почв землепользования ООО “Альфа” Крылавского района Краснодарского края. Краснодар: Центр ресурсосберегающих технологий, 2018. 29 с.
 11. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе. Краснодар, 2015. 352 с.
 12. Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т., Котляров Н.С. Агрохимия: учеб. пособ. Майкоп: Изд-во “Афиша”, 2006. 1076 с.
 13. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н. Агрохимия. Ч. 2. Методика агрохимических исследований. Краснодар: КубГАУ, 2015. 703 с.

Agrochemical Estimation of Lignohumate on Winter Wheat Crops in the Conditions of the Northwestern Precaucasia

A. Kh. Sheudzhen^{a,#}, O. A. Gutorova^a, and I. M. Lutsenko^a

^a *Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin
ul. Kalinina 13, Krasnodar 350044, Russian*

[#] *E-mail: ashad.sheudzhen@mail.ru*

The effectiveness of the use of lignohumate in winter wheat crops was evaluated in a field experiment based on the use of N70P60K40 in Alfa LLC of the Krylavsky district of the Krasnodar Territory. The experiment included pre-sowing treatment of seeds with humic preparation in doses of 5, 10, 15, 20 l/t and treatment of plants with the preparation in the phase of spring tillering in doses of 0.15, 0.25, 0.35, 0.45 l/ha. It was found that the optimal doses of lignohumate were 10 and 0.35 l/ha, respectively. Their use increased the consumption of nitrogen, phosphorus and potassium by plants relative to the background by 16.8, 23.4 and 13.9%, respectively, when processing seeds and 17.4, 25.5 and 13.2% – of plants. At the same time, the average daily rate of consumption of these elements by plants increased by 16.9, 23.5 and 13.9%, respectively, when processing seeds, and by 15.7, 24.7 and 11.7% – of plants. The inclusion of lignohumate in the technology of winter wheat cultivation contributed to the increase in the yield of winter wheat by 5.7 and 4.0 c/ha, respectively. This was accompanied by an increase in the economic removal of nitrogen, phosphorus and potassium by the harvest by 17.0, 23.6 and 14.1% during seed treatment and by 14.9, 22.9 and 10.9% for plants. Regardless of the method of application of lignohumate, the cost of batteries for the formation of 1 c of grain did not change significantly, and the use of nitrogen by plants from fertilizers increased by 32.2–28.3, phosphorus – by 13.9–13.5 and potassium – by 33.6–25.9%.

Key words: winter wheat, lignohumate, pre-sowing treatment of seeds, treatment of plants, nutrients, yield.