

АГРОНОМИЯ

УДК 631.8.022.3 (631.816)
DOI: 10.53083/1996-4277-2023-226-8-5-12

А.В. Яковлев
A.V. Yakovlev

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ПОТРЕБЛЕНИЕ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРИЙ САЛАИРА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПО ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL

EFFECT OF FERTILIZERS ON NUTRIENT INTAKE AND REMOVAL BY SPRING WHEAT UNDER THE CONDITIONS OF THE SALAIR FOOTHILLS WHEN GROWN BY NO-TILL TECHNOLOGY

Ключевые слова: яровая пшеница, минеральные удобрения, содержание, вынос, баланс элементов питания, No-till, урожайность.

В Алтайском крае существуют примеры успешного применения ресурсосберегающих технологий для характерных нашему региону агроклиматических условий. Однако результатов по эффективности жидких азотных и жидких и твердых комплексных удобрений при возделывании яровой пшеницы по технологии No-till отсутствуют. В наших исследованиях зависимости от внесенных сочетаний КАС-32, ЖКУ, сульфата аммония, диаммофоски, сульфаммофоса и погодных условий средняя урожайность зерна за 2 года увеличилась с 5,4 до 6,3-7,24 т/га, а за 3 года – с 4,53 до 6,43-6,69 т/га при заметном преимуществе сочетаний $N_{88}P_{52}S_{14}$ и $N_{92}P_{57}S_{22}$. Рост урожайности обусловлен улучшением питательных режимов и увеличением их потребления. В среднем за 2 года потребления азота с 1,08% увеличилось до 1,22-2,15%, по фосфору – с 0,17 до 0,22-0,27% и снизилось поступление калия с 1,01 до 0,64-0,88% с незначительным преобладанием по контролю – 1,02-1,07%. За 3 года соответственно: азот – с 1,26 до 1,83-2,12%, фосфора – с 0,21 до 0,23-0,28 и серы – с 0,05 до 0,08-0,09%. Потребление калия находилось на уровне контроля. Установлено, что при внесении удобрений вынос всех элементов питания превышает контроль и в ряде случаев характеризуется отрицательным балансом азота и калия. Для формирования урожайности >6 т/га дозы азота 88-92 кг/га и калия 0-39 кг/га не способствуют созданию положительного баланса. По фосфору и сере баланс по всем вариантам положительный. В дальнейшем необходимо изучить сочетание удобрений с более высокими дозами азота и калия.

Keywords: spring wheat, mineral fertilizers, nutrient content, nutrient removal, nutrient balance, no-till, yielding capacity.

In the Altai Region, there are examples of successful application of resource-saving technologies for the agroclimatic conditions characteristic of the region. However, there are no results on the effectiveness of liquid nitrogen and liquid and solid complex fertilizers in growing spring wheat by using the No-till technology. In our studies, depending on the applied combinations of urea-ammonia liquor KAS-32, liquid multiple-nutrient fertilizer, ammonium sulfate, diammonium phosphate, ammonium-phosphate-sulfate and weather conditions, two-year average grain yield increased from 5.4 to 6.3-7.24 t ha, and over 3 years - from 4.53 to 6.43-6.69 t ha with noticeable advantage of combinations $N_{88}P_{52}S_{14}$ and $N_{92}P_{57}S_{22}$. Yield increase is due to the improvement of nutrient regimes and increased nutrient intake. As two-year average, nitrogen intake increased from 1.08% to 1.22-2.15%; phosphorus - from 0.17% to 0.22-0.27%; and potassium intake decreased from 1.01% to 0.64-0.88% with slight predominance in the control - 1.02-1.07%. Over 3 years, respectively: nitrogen - from 1.26% to 1.83-2.12%, phosphorus - from 0.21% to 0.23-0.28%, and sulfur - from 0.05% to 0.08-0.09%. Potassium intake was at the control level. It has been found that when fertilizers are applied, the removal of all nutrients exceeds the control and in some cases is characterized by negative balance of nitrogen and potassium. To form a yield of more than 6 t ha, the rates of nitrogen of 88-92 kg ha and potassium of 0-39 kg ha do not contribute to creating positive balance. Regarding phosphorus and sulfur, the balance in all variants is positive. In the future, it is necessary to study the combination of fertilizers with higher rates of nitrogen and potassium.

Яковлев Артем Вячеславович, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: artem_yakovlev_1995@inbox.ru.

Yakovlev Artem Vyacheslavovich, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: artem_yakovlev_1995@inbox.ru.

Введение

No-till – это система, при которой в ротации севооборотов не проводятся все виды механической обработки почвы, а ее поверхность находится в постоянном поступлении пожнивных растительных остатков, которые предотвращают эрозию, защищают почву от температурных перепадов, сокращают испарение влаги и создают благоприятные условия для почвенных организмов и накопления гумуса [1-3]. Данную систему в действительности можно считать двигателем прогресса с агроэкологической точки зрения и расширяющей представления аграриев о сельском хозяйстве с точки зрения вариативности, различных приемов и способов достижения высокой урожайности в современных условиях [4].

В Алтайском крае существуют примеры успешного применения ресурсосберегающих технологий для характерных нашему региону агроклиматических условий и подтвердили свою универсальность на территории России, с учетом научно обоснованных севооборотов, выбора сортов, средств защиты растений, основываясь на многолетних опытах и знаниях почвенно-климатических особенностей региона [5, 6].

На накопительные и распределительные процессы элементного состава, происходящие в плодородном слое почвы, наряду с удобрениями, влияет технология возделывания, подразумевающая ряд различных по интенсивности агротехнических приемов по взаимодействию с почвой, зависящих от внутрпочвенных и внешних климатических факторов произрастания и биологических особенностей культуры [7]. Но когда речь идет о технологии No-till, можно говорить о слое на поверхности почвы, полученном в процессе мульчирования, насыщенном органическими растительными остатками, влияющими на почвенные процессы, ее температурные свойства, влагосодержание и аэрацию, которые, в свою очередь, совместно с применяемыми удобрениями обеспечивают общую эффективность сложнейшей системы, появляющейся при отсутствии механической обработки почвы. И если с азотным питанием ученые сошлись во мнении, что фиксация азота в органическом веществе со временем возрастает, то для первых лет использования технологии No-till

характерен дефицит доступных форм азота, так как осуществляется постепенное высвобождение минеральных форм азота в течение нескольких вегетационных периодов, а также создаются все условия для постепенного накопления перегноя [8].

Относительно фосфорного и калийного питания нет единого мнения. По разным опытам данные расходятся, часть из них говорит о накопительных процессах подвижных элементов – калия и фосфора, при снижении почвенной обработки, в то время как другие ученые не находят большого влияния на эти показатели при снижении агротехнической нагрузки на почву [9].

Учитывая особенности технологии No-till, целью исследования являлось определение зависимости урожайности и баланса элементов питания (потребление и вынос) яровой пшеницы при вносимых дозах комплексных минеральных удобрений.

Объекты и методы исследований

В многолетнем полевом опыте, с 2020 по 2022 г., изучалось влияние локального внесения твердых и жидких форм комплексных минеральных удобрений на посеvy яровой пшеницы сорта Буран, отличающегося высокими качественными характеристиками при выращивании в условиях интенсивных технологий с применением сравнительно высоких доз удобрений и средств защиты растений, с нормой высева 2,5 млн всхожих семян на 1 га. Предшественник – яровая пшеница. Опыт заложен на территории хозяйства Целинного района в зоне присалаирской лесостепи на черноземах со средним содержанием гумуса и выщелоченным подтипом.

По основным характеристикам почвы под посев пшеницы получили следующие значения: по гумусу – от 4,2 до 7,3%, реакция среды варьировала от среднекислой до близкой к нейтральной – 4,9-6,6 (рНс), нитратный азот характеризовался диапазоном от очень низкого до высокого и был равен от 6,6 до 62,0 мг/кг, по подвижному фосфору его количество доходило до 220 мг/кг при 97 мг/кг на минимуме, что соответствует среднему и высокому содержанию, по обменному калию также наблюдался широкий охват – от 61 до 296 мг/кг, от низкого до очень высокого. Схема производственного полевого опыта в

2020 и 2022 гг. включала 6 вариантов, но в 2021 г. – только первые 4 варианта:

1. Контроль (без удобрения).
2. КАС-32 150 кг/га + $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 60 кг/га + аммофос 100 кг/га ($\text{N}_{88}\text{P}_{52}\text{S}_{14}$).
3. КАС-32 150 кг/га + $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 60 кг/га + диаммофоска 150 кг/га ($\text{N}_{76}\text{P}_{39}\text{K}_{39}\text{S}_{14}$).
4. КАС-32 150 кг/га + ЖКУ 100 кг/га + сульфоаммофос 100 кг/га ($\text{N}_{92}\text{P}_{57}\text{S}_{22}$).
5. КАС-32 150 кг/га + $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 60 кг/га + ЖКУ 100 кг/га + аммофос 50 кг/га ($\text{N}_{96}\text{P}_{63}\text{S}_{14}$).
6. КАС-32 100 кг/га + $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 60 кг/га + ЖКУ 100 кг/га + диаммофоска 50 кг/га ($\text{N}_{77}\text{P}_{50}\text{K}_{13}\text{S}_{14}$).

Дозы удобрений рассчитывались на урожайность 5 т/га. Для прямого посева применяли комплекс John Deere 550 при одновременном внесении твердых комплексных удобрений, таких как сульфоаммофос (NP(S) 20:20(14)), диаммофоска (NPK 10:26:26), аммофос (NP 12:52), а также через 3 дня после посева для внесения жидких удобрений, а именно КАС (марка 32), ЖКУ (марка NP 11:37) и сульфат аммония (NS 20:22), использовали ликвилайзер Dupont.

Возделывание культуры осуществлялось с фоновым применением фунгицидов, гербицидов и инсектицидов.

Статистическая обработка данных произведена по Б.А. Доспехову, с последующей оценкой достоверности результатов исследований [10].

Содержание основных элементов питания в зерне определена по методике А.М. Майбороды, SO_4 – по ГОСТ 26490-85.

Теплообеспеченность территории умеренно-теплая, а уровень увлаженности достаточно высокий для района, в котором расположено хозяйство [11].

Отмечая различия по годам опыта со среднемноголетними данными, наблюдаются недобор осадков и средняя засуха в 2020 и 2021 гг. за вегетацию, а сумма температур выше многолетних. Коэффициент увлажнения по Селянинову за все 3 года исследований был ниже нормы, которая равна 1,12; против 0,71; 0,64 и 1,09 за 2020-2022 гг. соответственно. В 2020 г. среднемноголетняя норма осадков за вегетацию 222 мм, но фактически выпало 150 мм, что в 1,32 раза меньше нормы, примерно на том же уровне количество осадков 2021 г. – 134 мм, или в 1,4 раза меньше нормы, и только в 2022 г. их количество было на одном уровне со среднемноголетними, условия увлажнения оказались наиболее благоприятными. 2021 г. отметился

самым неравномерным их распределением, при котором отклонение от нормы с мая по август было в 1,32-1,67 раза, что привело к недобору осадков на протяжении всего периода вегетации и во все фазы роста и развития культуры. Запасы влаги в почве и внесение жидких удобрений, помогающих в растворении твердых видов, оказали компенсирующий эффект на данный фактор, раскрыв одну из ключевых ролей применяемой технологии в ее влиянии на эффективное построение урожая, что подтвердилось в итоговых результатах посевной. Более благоприятные условия были в 2020 и 2022 гг., особенно в фазу кущения, где недобор осадков мог бы стать критическим для роста пшеницы, если бы не запасы влаги, сохранившиеся благодаря технологии No-till. Так в 3-й декаде мая, 1-й и 2-й декадах июня выпало необходимое количество осадков для появления узловых корней и боковых ростков растения. В 2022 г. только в августе наблюдался дефицит осадков – 38 мм при норме 57 мм (66%).

В отличие от неравномерной влагообеспеченности сумма положительных температур имела тенденцию к росту и наблюдались сравнительно высокие температуры, в сравнении со среднемноголетними данными, так за вегетацию 2020 г. она выше нормы на 150,0°C, в 2021 г. – на 117,6°C и в 2022 г. – на 117,0°C.

Результаты исследований

Проведенные исследования показали, что под влиянием внесенных удобрений увеличивается урожайность зерна как в среднем за 2, так и за 3 года соответственно до 6,3-7,24 т/га при 5,4 т/га на контроле и до 6,43-6,69 против 4,53 т/га (рис. 1, 2). По обоим сравнительным периодам более высокой она была по сочетаниям $\text{N}_{88}\text{P}_{52}\text{S}_{14}$ и $\text{N}_{92}\text{P}_{57}\text{S}_{22}$. В полученных данных присутствуют различия по уровню элементов в зависимости от применяемых сочетаний (рис. 1, 2).

На рисунке 1 показано среднее за 2 года содержание азота в зерне, при наибольшем количестве по сочетанию $\text{N}_{92}\text{P}_{57}\text{S}_{22}$ – 2,15%, с высокими дозами всех макроэлементов, кроме калия. В целом уровень азота с 1,02% увеличился до 1,22-2,15%. В среднем за 3 года содержание азота увеличилось с 1,26 до 1,83-2,12% с наибольшим количеством по этому же варианту $\text{N}_{92}\text{P}_{57}\text{S}_{22}$. По вариантам с меньшим количе-

ством азота в сочетаниях содержание было несколько ниже.

В зависимости от варианта значительно отличается вынос азота, что обусловлено разной величиной урожайности зерна.

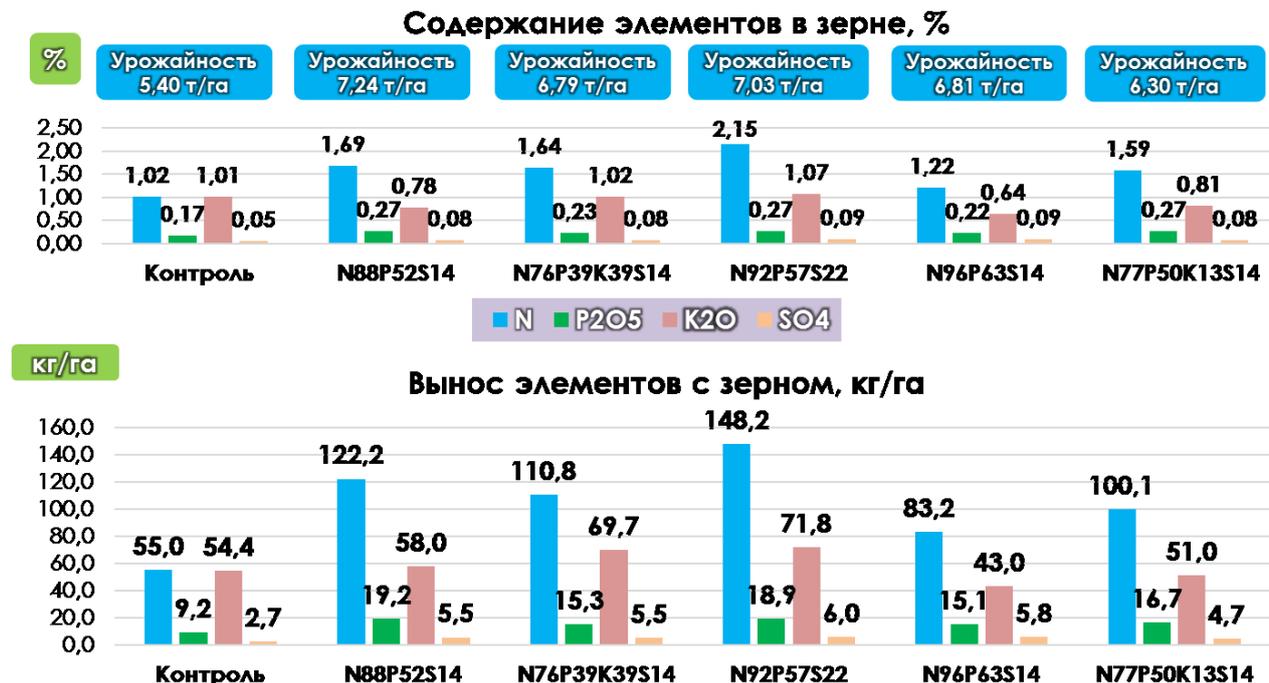


Рис. 1. Содержание основных элементов питания в зерне и их вынос с зерном в зависимости от применяемых удобрений с учетом полученной урожайности в среднем за 2 года (2020, 2022 гг.)

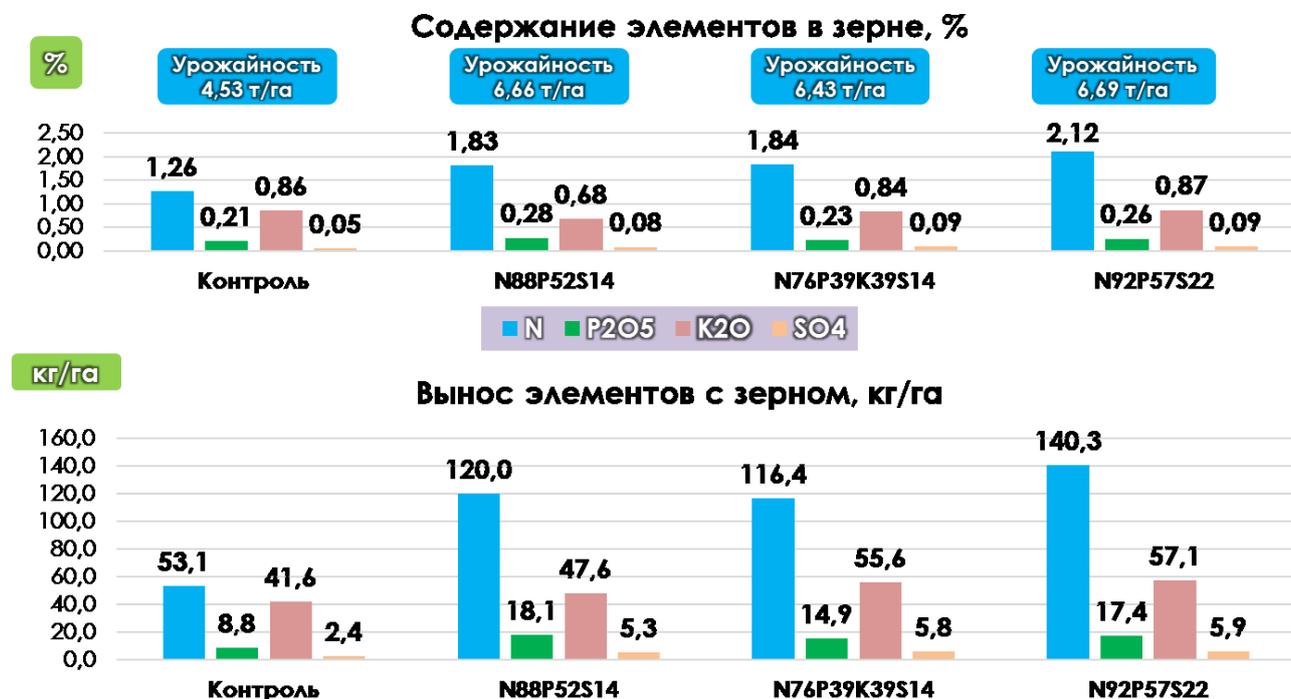


Рис. 2. Содержание основных элементов питания в зерне и их вынос с зерном в зависимости от применяемых удобрений с учетом полученной урожайности в среднем за 3 года (2020-2022 гг.)

Вынос азота был максимальным в сочетаниях с самой высокой дозой всех макроэлементов,

входящих в состав удобрений: N₉₂P₅₇S₂₂ и N₈₈P₅₂S₁₄. В среднем за 2 и 3 года на контроле

был равен 55,0 и 53,1 кг/га соответственно, при диапазоне выноса на вариантах с применением удобрений 83,2-148,2 и 116,4-140,3 кг/га, что говорит о его росте в 1,5-2,6 раза за все годы исследований. За 2 года меньшее значение по выносу наблюдалось по варианту $N_{96}P_{63}S_{14}$ – 83,2 кг/га, с наибольшей дозой азота, а в среднем за 3 года – 116,4 кг/га по сочетанию $N_{76}P_{39}K_{39}S_{14}$, в составе которого, помимо азота, фосфора и серы, был включен калий. Однако и здесь вынос превышал контроль в 2,2 раза.

Содержание фосфора в зерне в среднем за 2 года по вариантам опыта было намного ниже азота – 0,22-0,27% против 0,17% на контроле, что выше контроля в 1,2-1,5 раза. По выносу наблюдалось увеличение в 1,6-2,0 раза, в диапазоне от 15,1 до 19,2 при 9,2 кг/га на контроле. Величина выноса напрямую зависела от количества фосфора, вносимого под посевы пшеницы, а именно по сочетаниям $N_{88}P_{52}S_{14}$ и $N_{92}P_{57}S_{22}$. В среднем за 3 года составило 0,23-0,28%, что выше контрольного варианта в 1,1-1,3 раза. По выносу рост составил в 1,7-2,0 раза, или от 14,9 до 18,1 кг/га при 8,8 кг/га на контроле, с максимальным выносом и содержанием в зерне по сочетанию $N_{88}P_{52}S_{14}$.

Отмечается существенный разбег по количеству калия в зерне – оно сильно варьируется от 0,64 до 1,07% по средним данным за 2 года, при более высоком значении на контроле – 1,01%, что связано с минеральной формой калия и его миграционной способностью из растения в почву при вымывании осадками. $N_{96}P_{63}S_{14}$ оказался самым низкосодержащим вариантом по калию – 0,64%. Наблюдая вынос калия с зерном, стоит отметить его увеличение по вариантам со 2-го по 4-й до 58,0-71,8 кг/га, или в 1,1-1,3 раза, на

вариантах 5 и 6 снижен по сравнению с контролем с 54,4 до 43,0-51,0 кг/га. Можно отметить наибольший вынос по сочетанию со средними дозами фосфора и высокими по азоту и сере – $N_{92}P_{57}S_{22}$. По содержанию калия в зерне прослеживается похожая закономерность по трехлетним данным, по которым наблюдается неравномерное содержание калия в сравнении с контролем – 0,68-0,87% по вариантам при 0,86% на контроле. Минимальное содержание по сочетанию $N_{88}P_{52}S_{14}$ – 0,68%. Действие удобрений сказалось и на выносе калия, который увеличился до 47,6-57,1 кг/га, или в 1,1-1,4 раза, против 41,6 кг/га на контроле с заметно большим выносом по сочетаниям $N_{76}P_{39}K_{39}S_{14}$ и $N_{92}P_{57}S_{22}$. Сохранилась та же тенденция изменения выноса, что и в среднем за 2 года.

Процентное содержание серы находилось на уровне 0,08-0,09 как за 2, так и за 3 года исследований, в то время как на контроле оно составляло 0,05%. Рост данного макроэлемента в зерне был прогнозируем, поскольку сера входила в состав всех применяемых удобрений в количестве от 14,0 до 22,0 кг/га. По выносу получили скачок с 2,7 кг/га за 2 года и с 2,4 кг/га за 3 года в 1,7-2,2 раза, до 4,7-6,0 кг/га и до 5,3-5,9 кг/га соответственно, при его максимальном количестве по варианту $N_{92}P_{57}S_{22}$ во все годы исследования.

Чтобы оценить влияние применяемых сочетаний удобрений на плодородные свойства почвы, необходимо изучить баланс основных питательных элементов за 2 и 3 года соответственно, на основании вносимого количества действующих веществ и их выноса с урожаем (табл. 1, 2).

Таблица 1

Баланс макроэлементов по вариантам опыта в среднем за 2 года (2020, 2022 гг.)

Вариант	Приход, кг/га				Вынос, кг/га (среднее за 2 года)				Баланс±, кг/га (среднее за 2 года)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₄	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₄	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₄
Контроль	0	0	0	0	55,0	9,2	54,4	2,7	-55,0	-9,2	-54,4	-2,7
$N_{88}P_{52}S_{14}$	88	52	0	14	122,2	19,2	58,0	5,5	-34,2	+32,8	-58,0	+8,5
$N_{76}P_{39}K_{39}S_{14}$	76	39	39	14	110,8	15,3	69,7	5,5	-34,8	+23,8	-30,7	+8,6
$N_{92}P_{57}S_{22}$	92	57	0	22	148,2	18,9	71,8	6,0	-56,2	+38,1	-71,8	+16,0
$N_{96}P_{63}S_{14}$	96	63	0	14	83,2	15,1	43,0	5,8	+12,8	+47,9	-43,0	+8,3
$N_{77}P_{50}K_{13}S_{14}$	77	50	13	14	100,1	16,7	51,0	4,7	-23,1	+33,4	-38,0	+9,3

Баланс макроэлементов по вариантам опыта в среднем за 3 года (2020-2022 гг.)

Вариант	Приход, кг/га				Вынос, кг/га (среднее за 3 года)				Баланс±, кг/га (среднее за 3 года)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₄	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₄	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₄
Контроль	0	0	0	0	53,1	8,8	41,6	2,4	-53,1	-8,8	-41,6	-2,4
N ₈₈ P ₅₂ S ₁₄	88	52	0	14	120,0	18,1	47,6	5,3	-32,0	+33,9	-47,6	+8,7
N ₇₆ P ₃₉ K ₃₉ S ₁₄	76	39	39	14	116,4	14,9	55,6	5,8	-40,4	+24,1	-16,6	+8,2
N ₉₂ P ₅₇ S ₂₂	92	57	0	22	140,3	17,4	57,1	5,9	-48,3	+39,6	-57,1	+16,1

Прослеживая связь между количественным внесением азота с выносом данного элемента с зерном, отмечается, что отчуждение его с урожаем происходит в больших объемах, чем его поступление в почву. При общей напряженности азотного баланса от -23,1 до -56,2 кг/га, в среднем за 2 года, стоит отметить, что на варианте N₉₆P₆₃S₁₄ он положительный +12,8 кг/га. В свою очередь, по средним данным за 3 года положительного баланса при внесении удобрений не получили, он находился в пределах от -32,0 до -48,3 кг/га, что также говорит о высокой потребности растений в азоте на протяжении всего периода вегетации.

Тем не менее, говоря о балансе фосфора, получили обратную тенденцию. Его восполнение в почве используемыми дозировками удобрений происходило по всем вариантам без исключения, превосходя вынос с зерном, и можно лишь отметить, был ли баланс более или менее сбалансирован в зависимости от применяемых сочетаний. Так, в среднем за 2 года менее сбалансированным +23,8 кг/га был вариант N₇₆P₃₉K₃₉S₁₄, что связано с меньшим содержанием фосфора в составе используемого сочетания, но по другим сочетаниям он был от +32,8 до +47,9. При этом его избыток в почве не желателен, хотя данная проблема встречается довольно редко, при ней у растения нарушается усвоение микроэлементов. В среднем за 3 года баланс по фосфору был хорошо сбалансирован и равен от +24,1 до +39,6 кг/га.

По калию баланс был отрицательным по всем вариантам опыта, независимо от наличия калия в составе удобрения. Так, в сочетаниях с дозами K₂O от 13 до 39 кг/га баланс по данным вариантам был в пределах от -30,7 до -38,0 кг/га. В целом за 2 и 3 года он составил от -30,7 до -71,8 кг/га и -16,6 до -57,1 кг/га соответственно.

Вынос серы увеличивался по прямой корреляции с количеством данного макроэлемента в

составе вносимых удобрений. Баланс был положительным при средних значениях за 2 и 3 года от +8,3 до +16,0 кг/га и +8,2 до +16,1 кг/га соответственно.

Выводы

Под влиянием вносимых сочетаний удобрений содержание азота в зерне в среднем за 2 года увеличивается с 1,02 до 1,22-2,15%, а вынос – с 55,0 до 83,2-148,2 кг/га. В среднем за 3 года рост происходит с 12,6 до 1,83-2,15% с выносом 116,4-140,3 кг/га против 53,1 кг/га на контроле. Как в среднем за 2, так и за 3 года наибольшее потребление и вынос азота с зерном характерны для сочетания N₉₂P₅₇S₂₂ с КАС-32, ЖКУ и сульфоаммофосом, где была внесена наибольшая доза серы. Сравнительно высокий уровень потребления (1,69 и 1,85%) и вынос (122,2 и 120 кг/га) были по сочетанию N₈₈P₅₂S₁₄ (КАС-32, сульфат аммония и аммофос).

Потребление и вынос фосфора среди основных элементов питания были наименьшим: в среднем за 2 года 0,22-0,27% против 0,17% на контроле и за 3 года – 0,23-0,28 против 0,21%. С учетом урожайности вынос увеличился в среднем за 2 года с 9,2 до 15,1-19,2 кг/га и за 3 года – с 8,8 до 14,9-18,1 кг/га, или, соответственно, в 1,64-2,08 и в 1,69-2,06 раза при наибольших значениях по тем же сочетаниям, что и по азоту (N₈₈P₅₂S₁₄, N₉₂P₅₇S₂₂).

Содержание калия в семенах сравнительно больше было по средним за 2 года данным. Однако, на контроле и по сочетаниям N₇₆P₃₉K₃₉S₁₄ и N₉₂P₅₇S₂₂ оно было наиболее высоким – 1,01-1,07% против 0,64-0,81% по остальным удобренным вариантам. Вынос калия варьировал от 43,0 до 69,7 кг/га против 54,4 на контроле. При этом средние данные за 3 года показывают меньший уровень потребления 0,68-0,87% и близкий по всем вариантам. При этом с учетом

урожайности вынос калия при 41,6 кг/га на контроле увеличился до 47,6-57,1 кг/га.

Расчет балансов по макроэлементам показал, что только по фосфору и сере он положительный, в то время как по азоту и калию отрицательный. При этом внесение изучаемых сочетаний снижает напряженность по азоту по сравнению с контролем с -53,1-55,0 до 23,1-48,3 кг/га, а по калию при балансе -54,4 кг/га (в среднем за 2 года) и -41,6 (в среднем за 3 года) заметно снижает напряженность по сочетанию с внесением 39 кг/га калия ($N_{76}P_{39}K_{39}S_{14}$).

Учитывая содержание в почве макроэлементов под посевы яровой пшеницы для получения высокой урожайности от 6 т/га и более, следует вносить не менее 112 кг/га д.в. азота, не менее 39 кг/га д.в. фосфора и калия и не менее 14 кг/га д.в. серы.

Библиографический список

1. Влияние удобрений на агрохимические показатели плодородия почвы и продуктивность севооборота / Л. И. Петрова, Ю. И. Митрофанов, М. В. Гуляев, Н. К. Первушина. – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2021. – № 5. – С. 8-10.
2. Чекаев, Н. П. Изменение агрохимических показателей чернозема выщелоченного и урожайность сельскохозяйственных культур в условиях прямого посева / Н. П. Чекаев, Е. О. Кочмина. – Текст: непосредственный // Нива Поволжья. – 2018. – № 1. – С. 90-94.
3. Власенко, А. Н. Система No-till на черноземных почвах Северной лесостепи Западной Сибири / А.Н. Власенко, Н.Г. Власенко. – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2021. – № 3. – С. 81-83.
4. О целесообразности освоения системы прямого посева на черноземах России / А. Л. Иванов, В. В. Кулинцев, В. К. Дригидер, В. П. Белобров. – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – № 4. – С. 8-14.
5. Коротких, Н. А. Влияние технологии No-till на содержание подвижных форм калия и фосфора в почве / Н. А. Коротких, Н. Г. Власенко. – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2015. – № 3. – С. 23-25.
6. Бекмагамбетов, А. И. Реакция различных сортов яровой пшеницы на возделывание по системе No-till в зоне обыкновенных черноземов

Костанайской области / А. И. Бекмагамбетов, М. Б. Кужинов. – Текст: электронный // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2018. – № 3 (14). – Июль-сентябрь – URL: <http://e-journal.omgau.ru/images/issues/2018/3/00599.pdf>. – ISSN 2413-4066.

7. Власенко, А. Н. Влияние технологии No-till на содержание питательных элементов в черноземе выщелоченном лесостепи Западной Сибири / А. Н. Власенко, Н. Г. Власенко. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2016. – № 3. – С. 17-19.

8. Кравцова, Н. Е. Влияние приемов обработки почв на динамику содержания элементов питания в черноземах обыкновенных Ростовской области / Н. Е. Кравцова, Г. В. Мокриков, К. Ш. Казеев [и др.]. – Текст: непосредственный // Агрохимический вестник. – 2019. – № 1. – С. 33-36.

9. Мамыкин, Е. В. Эффективность минеральных удобрений на яровой мягкой пшенице при нулевой технологии возделывания / Е. В. Мамыкин, Я. П. Наздрачев, П. Е. Назарова, В. М. Филонов. – Текст: непосредственный // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 3. – С. 42-49.

10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: Книга по требованию, 2012. – 352 с. – Текст: непосредственный.

11. Почвенно-климатические ресурсы Алтайского края: справочник. – Барнаул: Парграф, 2020. – 131 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Petrova, L.I. Vliianie udobrenii na agrokhimicheskie pokazateli plodorodiia pochvy i produktivnost sevooborota / L.I. Petrova, Iu.I. Mitrofanov, M.V. Guliaev, N.K. Pervushina // Plodorodie. – 2021. – No. 5. – S. 8-10.
2. Chekaev, N.P. Izmenenie agrokhimicheskikh pokazatelei chernozema vyshchelochennogo i urozhainost selskokhoziaistvennykh kultur v usloviakh priamogo poseva / N.P. Chekaev, E.O. Kochmina // Niva Povolzhia. – 2018. – No. 1. – S. 90-94.
3. Vlasenko, A.N. Sistema No-till na chernozemnykh pochvakh Severnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri / A.N. Vlasenko, N.G. Vlasenko // Plodorodie. – 2021. – No. 3. – S. 81-83.

4. Ivanov, A.L. O tselesoobraznosti osvoeniia sistemy priamogo poseva na chernozemakh Rossii / A.L. Ivanov, V.V. Kulintsev, V.K. Dridiger, V.P. Belobrov // Dostizheniia nauki i tekhniki APK. – 2021. – No. 4. – S. 8-14.

5. Korotkikh, N.A. Vliianie tekhnologii No-till na sodержanie podvizhnykh form kaliia i fosfora v pochve / N.A. Korotkikh, N.G. Vlasenko // Plodородie. – 2015. – No. 3. – S. 23-25.

6. Bekmagambetov, A.I. Reaktsiia razlichnykh sortov iarovoi pshenitsy na vzdelyvanie po sisteme No-till v zone obyknovennykh chernozemov Kostanaiskoi oblasti / A.I. Bekmagambetov, M.B. Kuzhinov // Elektronnyi nauchno-metodicheskii zhurnal Omskogo GAU. – 2018. – No. 3 (14). – URL <http://e-journal.omgau.ru/images/issues/2018/3/00599.pdf>.

7. Vlasenko, A.N. Vliianie tekhnologii No-till na sodержanie pitatelnykh elementov v chernozeme vyshchelochennom lesostepi Zapadnoi Sibiri / A.N. Vlasenko, N.G. Vlasenko // Zemledelie. – 2016. – No. 3. – S. 17-19.

8. Kravtsova, N.E. Vliianie priemov obrabotki pochv na dinamiku sodержaniia elementov pitaniia v chernozemakh obyknovennykh Rostovskoi oblasti / N.E. Kravtsova, G.V. Mokrikov, K.Sh. Kazeev, T.V. Minnikova, S.I. Kolesnikov // Agrokhimicheskii vestnik. – 2019. – No. 1. – S. 33-36.

9. Mamykin, E.V. Effektivnost mineralnykh udobrenii na iarovoi miagkoi pshenitse pri nulevoi tekhnologii vzdelyvaniia / E.V. Mamykin, Ia.P. Nazdrachev, P.E. Nazarova, V.M. Filonov // Pochvovedenie i agrokhiimiia. – 2019. – No. 3. – S. 42-49.

10. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniia) / B.A. Dospekhov – Moskva: Kniga po trebovaniu, 2012. – 352 s.

11. Pochvenno-klimaticheskie resursy Altaiskogo kraia: spravochnik. – Barnaul: Paragraf, 2020. – 131 s.



УДК 632.262:631.5

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-226-8-12-18

**М.М. Марчева, Т.М. Середин, Е.В. Баранова,
А.В. Молчанова, С.В. Жаркова
M.M. Marcheva, T.M. Seredin, E.V. Baranova,
A.V. Molchanova, S.V. Zharkova**

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГЛАУКОНИТОВЫХ ПЕСКОВ НА ЭЛЕМЕНТЫ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛУКА РЕПЧАТОГО В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ

INFLUENCE OF USING GLAUCONITE SANDS ON THE ELEMENTS OF BULB ONION PRODUCTIVITY UNDER THE CONDITIONS OF THE NON-CHERNOZEM ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Ключевые слова: лук репчатый, сорт, глауконитовые пески, показатель, товарность, масса луковицы, варьирование, удобрение, доза, количество.

Представлены результаты исследований влияния применения глауконитовых песков на основные показатели продуктивности лука репчатого. Исследования проведены в 2021-2022 гг. в ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» Московской области. Объект исследования – лук репчатый: сорта Атас, Альба, Красавец, АФБАК и Центурион. Для проведения исследований использованы следующие концентрации глауконитовых песков: 150, 300, 450, 600 г/м² и контрольный образец без добавления глауконитовых песков. Выявлено, что процент товарных луковиц варьировал по сортам и непосредственно по вариантам с внесением глауконитового песка. В среднем по сорту Атас показатель товарности варьировал незначительно

– от 58,5±5,8% на контроле до 70,3±7,0% на варианте с внесением глауконитовых песков 450 г/м² (70,3%) – данный показатель максимальный. У сорта Альба на вариантах с большим процентом здоровых луковиц получены и более крупные, хорошо сформировавшиеся луковицы. Варианты: с использованием глауконитового песка 450 г/м² – 51,1±5,1 г и 600 г/м² – 60,0±6,0 г. Средняя масса товарной луковицы у сорта Красавец более 50 г была получена на вариантах с применением глауконитового песка в дозах: 300 г/м² (58,7±5,8 г), 450 г/м² (52,1±5,2 г), 600 г/м² (58,6±5,8 г). Наибольший процент товарности у сорта АФБАК получен с внесением глауконитовых песков в дозе 450 г/м² – 60,2±6,0%. У сорта Центурион на варианте с использованием глауконитового песка 600 г/м² сформировалось максимальное количество луковиц по всем сортам в опыте – 37 шт/м². Средняя масса луковицы варьировала от 57,7±5,7 г (доза внесения 300 г/м²) до 88,1±8,8 г (доза