

# АГРОНОМИЯ

УДК 631.81

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-235-5-5-11

С.А. Путинцев, О.И. Антонова

S.A. Putintsev, O.I. Antonova

## ОСОБЕННОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕЙ СОРТА СКИПЕТР ПОД ВЛИЯНИЕМ АЗОТНЫХ ПОДКОРМОК

### FEATURES OF NUTRIENT INTAKE AND REMOVAL BY WINTER WHEAT VARIETY SKIPETR UNDER THE INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZATION

**Ключевые слова:** содержание N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O в растениях, зерне, вынос, урожайность.

Различия погодных условий, норм внесения основного удобрения и подкормки оказали влияние на накопление элементов питания в растениях в основные фазы развития. В условиях 2022 г. потребление азота было выше, а калия ниже, чем в 2023 г. Отмечалось более низкое содержание фосфора. Относительно оптимальных уровней, установленных В.В. Церлинг, в основном они в оба года были ниже по азоту в фазу кущения и в фазу колошения: уровень содержания фосфора во все сроки был недостаточным, особенно в 2023 г. По количеству калия дефицит был в период выхода в трубку в 2022 г., а в 2023 г. отмечался его избыток. Под влиянием подкормок аммиачной селитрой в оба года возрастало потребление азота в период весеннего кущения. Уровень питательных веществ в наземной массе сказался на их накоплении в семенах: в условиях 2022 г. уровень азота и фосфора был выше, а калия ниже, чем в 2023 г. При этом в оба года наложение на фон азотных подкормок способствовало повышению содержания азота и не оказывало влияния на содержание фосфора и калия. С учетом полученной урожайности вынос азота с зерном варьировал в 2022 г. по вариантам подкормок в пределах 84,3-107,4 кг/га против 75,6 кг/га – на контроле, а в 2023 г. – 102,9-171 кг/га против 105,6 кг/га и самым высоким в оба года был при 2-кратной подкормке сульфатом аммония в кущение и аммиачной селитрой в колошение. Вынос фосфора в основном превышал фон и составлял в 2022 г. 14,3-20,3 кг/га и в 2023 г. – 13,8-17,3 кг/га, а калия в условиях 2023 г. с урожаем отчуждалось 29,5-38 кг/га, в то время как в 2022 г. – 13,3-16 кг/га. Изменение выноса фосфора и калия с семенами по вариантам связано в большей степени с величиной урожайности. Оценивая действие подкормок по урожайности и выносу элементов питания, наибольшими они были при 2-кратной подкормке в фазу кущения сульфатом аммония по N<sub>30</sub> и N<sub>35</sub> и в фазу выхода в трубку – колошение аммиачной селитрой по

N<sub>35</sub>. С учетом формирования самой высокой урожайности и содержания в растительной массе и в семенах основных элементов питания для сорта Скипетр можно считать оптимальным уровнем: содержание азота в весеннее кущение 2,8-3,75%, фосфора – 0,23-0,41%, калия – 2,76-4,27%, в выход в трубку-колошение азота – 1,16-3,7%, фосфора – 0,09-0,4%, калия – 2,05-5,42%.

**Keywords:** primary nutrient content in plants and grain, crop nutrient removal, crop yield.

The differences in weather conditions and rates of base fertilizer application and top dressing influenced the accumulation of nutrients in plants during the main stages of development. In 2022, nitrogen intake was higher and potassium consumption was lower than in 2023. Lower phosphorus content was found. Regarding the optimal levels determined by V.V. Zerling, basically on both years they were lower in nitrogen at the tillering and earing stages; phosphorus content level was insufficient any time, especially in 2023. In terms of potassium content, there was shortage during the stem elongation in 2022; and in 2023 there was its excess. Under the influence of ammonium nitrate fertilization, nitrogen intake increased on both years at the spring tillering stage. The nutrient content level in the aerial part affected nutrient accumulation in seeds; in 2022, the levels of nitrogen and phosphorus were higher, and potassium level was lower than in 2023. Moreover, on both years, nitrogen fertilization contributed to increased nitrogen content and did not affect the content levels of phosphorus and potassium. Taking into account the resulting yield, the removal of nitrogen from grain varied in 2022 according to fertilization variants in the range of 84.3-107.4 kg ha versus 75.6 kg/ha in the control; and in 2023 - 102.9-171 kg ha versus 105.6 kg ha, and it was the highest one on both years with twofold fertilization with ammonium sulfate at tillering and ammonium nitrate at earing stage. The removal of phosphorus generally exceeded the background and amounted to 14.3-20.3 kg ha in 2022 and 13.8-17.3 kg ha in 2023; and in 2023, potassium removal with the harvest was 29.5-38 kg ha, while in

2022 - 13.3-16 kg ha. The change of phosphorus and potassium removal from seeds in the variants was associated to a greater extent with the yield values. The evaluation of the effect of fertilization in terms of yield and nutrient removal showed they were the greatest with twofold fertilization at tillering with ammonium sulfate ( $N_{30}$  and  $N_{35}$ ) and at the stages of stem elongation and earing with ammonium

nitrate ( $N_{35}$ ). Taking into account the formation of the highest yields and the content of primary nutrients in plants and seeds, for the Skipetr variety, the following may be considered the optimal levels: nitrogen at spring tillering - 2.8-3.75%, phosphorus - 0.23-0.41%, potassium - 2.76-4.27%; stem elongation and earing: nitrogen - 1.16-3.7%, phosphorus - 0.09-0.49%, and potassium - 2.05-5.42%.

**Путинцев Сергей Анатольевич**, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: 9069419972@mail.ru.

**Антонова Ольга Ивановна**, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: niihim1@mail.ru.

**Putintsev Sergey Anatolevich**, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: 9069419972@mail.ru.

**Antonova Olga Ivanovna**, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: niihim1@mail.ru.

### Введение

Ряд авторов отмечают, что озимая пшеница обладает высокой потребностью в азоте [1].

Различные виды азотных подкормок с разной эффективностью потребляются растениями озимой пшеницы, что оказывает решающее воздействие на формирование урожайности. Кроме этого большое значение имеет и срок внесения азотных подкормок [2, 3].

Содержание азота в органах озимой пшеницы в период вегетации определяет величину и качество урожая. Азотистые вещества, накопленные в общей биомассе, повторно используются растениями для синтеза запасных белков в зерновках [4].

А.Б. Воробьев и С.В. Ласточкина установили, что урожайность зерна озимой пшеницы в 7 т/га с содержанием белка 13,3%, клейковины 28,2% обеспечивается при ранневесенних запасах минерального азота в слое 0-60 см – 180 кг/га с двумя дополнительными подкормками аммиачной селитрой по  $N_{30}$ . Вынос азота зерном по этому варианту составил 149,4 с 39,3 кг/га в растительных остатках. Вынос фосфора равен 46,3 кг/га и калия – 32,4 кг/га. В растительных остатках их оказалось 8,98 и 50,3 кг/га. Содержание азота в зерне было равным 2,13%, а в соломе – 0,53%. Удельный вынос азота (с зерном и соломой : урожайность) составил 23,7 кг/т. Всего по этому варианту с подкормками было внесено 165 кг/га азота, в том числе  $N_{105}$  в начале весенней вегетации и  $N_{30}$  в конце фазы кущения – начало выхода в трубку и в начале колосения [5, 6].

В опытах Ф.В. Ерошенко, А.А. Ерошенко, Т.В. Симатина в Краснодарском, Ставропольском краях с разными сортами озимой пшеницы при внесении под предпосевную культивацию  $N_{60}P_{60}K_{60}$  и  $N_{30}$  в виде аммиачной селитры ран-

ней весной установлены закономерности содержания азота в процессе развития культур. С ростом растений оно снижается и к уборке в зерне в среднем по сортам накапливается 1,84% в Ставропольском и 1,69% в Краснодарском краях. В наземной массе содержание азота выше в зоне недостаточного увлажнения (Ставропольский край), чем в более увлажненном Краснодарском крае [7].

Сорт озимой пшеницы Скипетр относится к сортам интенсивного типа и при внесении  $N_{40}P_{50}K_{70}$  и проведении некорневых подкормок (Зеленит N, Зеленит РК и Зеленит) в опытах Е.Н. Федотовой и В.А. Гаврилова формирует урожайность зерна 36,6-38,8 ц/га, или прирост 58-68% при 23,1 ц/га на контроле [8].

В условиях Алтайского края отсутствуют данные потребления элементов питания озимой пшеницей сорта Скипетр. Целью работы явилось изучение динамики накопления основных элементов питания в растениях в основные периоды роста и их выноса при проведении подкормок аммиачной селитрой и сульфатом аммония на фоне припосевного внесения удобрений.

В задачи исследований входило определение элементов питания в растениях и зерне по вариантам опытов, расчет их выноса с урожаем семян и установление оптимальных уровней, содержания азота, фосфора и калия в растениях озимой пшеницы сорта Скипетр для условий центральной почвенно-экономической зоны Алтайского края.

### Объекты и методы исследований

Исследования проводились на базе КФК «Иванов А.Н.» Косихинского района на черноземе выщелоченном среднемощном среднегумусном среднесуглинистом с рНс – 5,3-5,4, содержанием гумуса – 5,53-6,2%, с высокой обес-

печенностью N-NO<sub>3</sub> – 25 мг/кг в 2022 г. и низкой в 2023 г. N-NO<sub>3</sub> – 2 мг/кг, повышенной P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 102-143 мг/кг, среднеобеспеченным обменным калием – 53,3-68,1 мг/кг и среднеобеспеченной подвижной серой – 7,5-9,8 мг/кг.

Схема опытов представлена в таблице 1.

В опыте возделывали сорт пшеницы Скипетр, обладающий высоким потенциалом урожайности зерна. Предшественник – пар. Норма высева – 5 млн всхожих зерен на 1 га.

Подкормка проводилась разбрасывателем Туман. Опыты закладывались на фоне средств защиты от сорняков, вредителей и болезней.

В течение вегетации отбирали растительные образцы и зерно по вариантам опытов. В растительных образцах определяли сухое вещество, содержание азота, фосфора, калия и серы, в зерне – кроме основных элементов питания, массу 1000 зерен, содержание белка, клейковины по принятым ГОСТам.

Погодные условия вегетационных периодов в годы исследований отличались как между собой, так и по количеству и распределению осадков по месяцам и декадам. Так, в 2022 г. общее количество осадков составляло 88,7% нормы, а в 2023 г. – 111,1%. При этом 2022 г. характеризовался крайним дефицитом осадков в мае – 20% нормы, также в 3-й декаде июня и во

2-й декаде июля на фоне превышения среднесуточных температур в мае – на 4,3<sup>0</sup>С, в июне – на 0,8<sup>0</sup>С, когда ГТК понижался до 0,23 против 1,47 за май. При этом основная масса осадков в июне выпала в 1-й и 2-й декадах – 61 мм, или 122% нормы и в 1-й декаде июня – 46 мм, или 60,5% нормы, ГТК составил 0,2-0,3 или повышался до 1,8-2,7.

В 2023 г. количество осадков составило 111,3% нормы. При этом 114 мм, или 52,3% нормы, выпало в 1-й и 2-й декадах августа, в то время как на апрель-май пришлось 3,4 мм, на май-июнь – 40 мм против 118 мм по среднемноголетним данным, что составило 24% нормы. При этом среднесуточные температуры апреля-мая отличались крайне низкими значениями, а за июнь, июль, август превышали норму на 0,8-1,0<sup>0</sup>С. ГТК за май-июнь составил 0,45 против 1,34 по норме, за июнь-июль – 0,92 против 1,26 и только в 3-й декаде июля и в 1-й декаде августа был выше среднемноголетних – 1,18-1,07.

В оба года проведения исследований условия для развития озимой пшеницы не были оптимальными и по вариантам внесения минеральных удобрений обусловили особенности обеспеченности растений элементами питания и формирования урожайности зерна и его качества.

Таблица 1

**Содержание элементов питания в наземной массе озимой пшеницы по фазам**

№ п/п	2022 г.						
	варианты	кущение			выход в трубку		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	N <sub>81</sub> P <sub>46</sub> K <sub>46</sub> S <sub>72</sub> – фон	3,71	0,34	3,02	2,7	0,32	2,05
2	Фон + N <sub>35</sub> – а.с.*, кущение	4,21	0,40	2,85	3,08	0,36	2,49
3	Фон + N <sub>35</sub> -с.а.**, кущение	3,39	0,41	2,77	2,84	0,41	2,88
4	Фон + N <sub>35</sub> кущение + N <sub>35</sub> выход в труб. – а.с.	4,83	0,27	3,72	2,90	0,42	2,65
5	Фон + N <sub>30</sub> – с.а., кущение + N <sub>35</sub> – а.с., выход в труб.	3,75	0,39	3,53	3,7	0,49	2,71
Опт. уровень по Церлинг		5-5,4	0,4-0,55	3,5-4,2	3,2-4,0	0,35-0,45	3,3-4,0
2023 г.							
1	N <sub>10</sub> P <sub>26</sub> K <sub>26</sub> – фон	2,93	0,34	3,53	1,58	0,13	3,35
2	Фон + N <sub>70</sub> – а.с., кущение	5,19	0,26	3,98	1,20	0,14	3,44
3	Фон + N <sub>35</sub> кущение + N <sub>35</sub> колошение – а.с.	5,01	0,23	4,27	2,14	0,12	3,75
4	Фон + N <sub>70</sub> – с.а., кущение	3,04	0,28	3,49	1,81	0,18	5,42
5	Фон + N <sub>35</sub> – а.с., кущение + N <sub>35</sub> – с.а., колошение	2,53	0,28	2,86	1,16	0,09	3,66
6	Фон + N <sub>35</sub> – с.а., кущение + N <sub>35</sub> – а.с., колошение	2,82	0,29	2,76	1,49	0,16	4,08
Опт. уровень по Церлинг		5-5,4	0,4-0,55	3,5-4,2	2,5-3,0	0,25-0,4	2-2,5

Примечание. \*а.м. – аммиачная селитра; \*\*с.а. – сульфат аммония.

### Обсуждение результатов

Обеспеченность растений элементами питания можно определить, используя растительную диагностику. Для формирования высококачественного урожая озимой пшеницы важным является потребление основных элементов питания, начиная с весеннего кущения.

Сравнивая полученные данные, приведенные в таблице 1, по годам можно отметить разницу накопления всех элементов в растениях: по азоту и фосфору более значительное превышение в условиях 2022 г., а по калию – 2023 г. как в период кущения, так и колошения. Это можно объяснить не только большей активностью нитрификации благодаря высоким температурам в весенний период в 2022 г., но и дозой вносимого в сочетаниях азота и видом взятого для подкормки азотного удобрения. О роли азотного удобрения свидетельствуют данные накопления азота в период весеннего кущения в 2023 г., когда при внесении аммиачной селитры уровень накопления азота в растениях превосходил все остальные варианты подкормок в 2023 г., но и варианты подкормок в 2022 г.

Заслуживает внимания факт сравнительно большого накопления азота в растениях в 2022 г. в фазу выхода в трубку, в то время как в 2023 г. отмечалось существенное его снижение, особенно при 2-кратных подкормках сочетания используемых видов удобрений.

Отмечено также и слабое варьирование потребления фосфора в условиях 2022 г. против 2023 г., когда произошло резкое снижение содержания фосфора в растениях. Такая разница обусловлена, во-первых, нарастанием большей наземной массы в 2023 г., а также дозой внесенного фосфора – 26 вместо 46 кг/га д.в.

Содержание калия в растениях характеризовалось заметно более низким уровнем в условиях 2022 г. в оба срока наблюдений, несмотря на разницу в дозах вносимого калия. Происходило более усиленное его потребление в обе фазы в 2023 г. Заметно больше озимая пшеница в фазу кущения потребляла калия по вариантам подкормок аммиачной селитрой  $N_{70}$  в кущение и двукратно по  $N_{35}$ , а в фазу колошения при подкормке сульфатом аммония в дозе  $N_{70}$  в кущение и по варианту первой подкормки сульфатом аммония  $N_{35}$  и 2-й – аммиачной селитрой по  $N_{35}$  уровень калия в растениях озимой пшеницы составил 4,08%.

В.В. Церлинг, обобщив результаты растительной диагностики озимой пшеницы, пришла к выводу, что для получения сильного зерна оптимальным является следующее содержание элементов питания в наземной массе: в фазу весеннего кущения  $N$  – 5-5,4%,  $P_2O_5$  – 0,4-0,55% и  $K_2O$  – 3,5-4,2%; в фазу трубкования  $N$  – 3,2-4%,  $P_2O_5$  – 0,35-0,45% и  $K_2O$  – 3,3-4%, а в фазу колошения  $N$  – 2,5-3%,  $P_2O_5$  – 0,25-0,4% и  $K_2O$  – 2-2,5%.

Сопоставляя эти уровни с нашими данными, можно отметить, что в 2022 г. не было оптимальным в фазу кущения содержание азота по всем вариантам, фосфора и калия за исключением некоторых, а в период трубкования в основном оптимален был уровень фосфора. В 2023 г. растения были недостаточно обеспечены в фазу кущения фосфором при близком к оптимальному содержанию калия и по вариантам с селитрой – азотом. В фазу колошения просматривался дефицит азота и фосфора при сравнительно высоком содержании калия.

Вполне очевидно, что разработанные В.В. Церлинг шкалы не подходят для сорта Скипетр и природных условий Алтайского края.

Сравнивая уровни содержания основных элементов питания в озимой пшенице сорта Скипетр по вариантам подкормок с самой высокой урожайностью, можно выделить по 2022 г. подкормку в фазу кущения  $N_{30}$  – сульфатом аммония с подкормкой в фазу выхода в трубку аммиачной селитрой по  $N_{35}$ , когда в растениях в фазу кущения содержалось  $N$  3,75%,  $P_2O_5$  – 0,39% и  $K_2O$  – 3,53%, в фазу выхода в трубку –  $N$  – 3,7%,  $P_2O_5$  – 0,49% и  $K_2O$  – 2,71%, в 2023 г. – по варианту 2-кратной подкормки вначале сульфатом аммония по  $N_{35}$ , а в фазу колошения –  $N_{35}$  в виде аммиачной селитры. В растениях содержалось в фазу кущения  $N$  2,82%,  $P_2O_5$  – 0,29%,  $K_2O$  – 2,76% и в фазу колошения –  $N$  – 1,49%,  $P_2O_5$  – 0,16% и  $K_2O$  – 4,08%.

Можно предположить на основании 2-летних исследований, что для сорта Скипетр при возделывании в зоне средней лесостепи (центральная природно-экономическая зона) оптимальным в фазу весеннего кущения будет содержание  $N$  2,8-3,75%,  $P_2O_5$  – 0,29-0,39% и  $K_2O$  – 2,76-3,53%, в период трубкования –  $N$  – 3,0-3,7%,  $P_2O_5$  – 0,36-0,49% и  $K_2O$  – 2,5-2,88% и в колошение –  $N$  – 1,5-2,1%,  $P_2O_5$  – 0,12-0,16% и  $K_2O$  – 3,75-4,08%.

При практически одинаковом д.в. в подкормках озимой пшеницы сорта Скипетр в оба года в связи с разной стартовой дозой основного удобрения и погодными условиями в фазу выхода в трубку – колошение в условиях 2023 г. в наземной массе определялось меньшее накопление азота и фосфора и большее – калия по сравнению с 2022 г.

Известно, что питательные вещества наземной массы передвигаются в репродуктивные органы и формируют как урожайность, так и показатели качества.

Влияние подкормок на эти процессы можно оценить по выносу элементов питания с урожаем зерна. В таблице 2 показано содержание элементов в зерне по вариантам подкормок и их вынос с урожаем.

Таблица 2

Содержание элементов питания в зерне и их вынос с урожаем зерна

№ п/п	Варианты	Содержание, %			Урожайность, т/га	Вынос, кг/га		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2022 г.								
1	N <sub>81</sub> P <sub>46</sub> K <sub>46</sub> S <sub>72</sub> – фон	2,21	0,55	0,40	3,42	75,6	18,8	13,7
2	Фон + N <sub>35</sub> – а.с.* , кущение	2,60	0,52	0,41	3,91	101,7	20,3	16,0
3	Фон + N <sub>35</sub> – с.а.** , кущение	2,82	0,57	0,40	3,33	93,9	19,0	13,3
4	Фон + N <sub>35</sub> кущение + N <sub>35</sub> выход в труб. – а.с.	2,41	0,42	0,38	3,50	84,3	14,3	13,3
5	Фон + N <sub>30</sub> – с.а., кущение + N <sub>35</sub> – а.с., выход в труб.	2,76	0,50	0,41	3,89	107,4	19,4	15,9
2023 г.								
1	N <sub>10</sub> P <sub>26</sub> K <sub>26</sub> – фон	1,79	0,24	0,52	5,9	105,6	14,2	30,7
2	Фон + N <sub>70</sub> -а.с., кущение	2,02	0,29	0,52	5,67	114,5	16,4	29,5
3	Фон + N <sub>35</sub> кущение + N <sub>35</sub> колошение – а.с.	2,60	0,25	0,52	6,58	171,0	16,4	34,2
4	Фон + N <sub>70</sub> – с.а., кущение	1,66	0,30	0,56	6,20	102,9	18,6	34,7
5	Фон + N <sub>35</sub> – а.с., кущение + N <sub>35</sub> – с.а., колошение	1,88	0,21	0,51	6,57	123,5	13,8	33,5
6	Фон + N <sub>35</sub> – с.а., кущение + N <sub>35</sub> – а.с., колошение	2,38	0,26	0,57	6,67	158,7	17,3	38,0

Примечание. \*а.м. – аммиачная селитра; \*\*с.а. – сульфат аммония.

Сравнительно высокое содержание азота и фосфора в озимой пшенице в фазы кущения и выхода в трубку способствовало большему их накоплению в семенах в 2022 г., в то время как оно было заметно ниже в 2023 г., уровень калия в семенах – наоборот. Разная величина урожайности семян обусловила неодинаковый вынос как по годам, так и по вариантам подкормок. Так, в 2022 г. вынос азота варьировал в пределах 75,6-107,4 кг/га при 75,6 кг/га на контроле, а в 2023 г. составил 102,9-171 кг/га при 105,6 кг/га на контроле, или был выше по всем вариантам. При этом наибольшей величины 101,7 и 107,4 кг/га он достигал в 2022 г. по однократной подкормке аммиачной селитрой N<sub>35</sub> и 2-кратной – вначале сульфатом аммония, а затем аммиачной селитрой. Максимальный вынос азота в 2023 г. отмечен при 2-кратной подкормке аммиачной селитрой по N<sub>35</sub> и подкормке вначале

сульфатом аммония, а затем селитрой – 171,04 и 158,7 кг/га. При этом вынос фосфора варьировал в 2022 г. в пределах 14,3-20,3 кг/га при 18,8 кг/га на контроле, а в 2023 г. – 13,8-18,6 кг/га при 14,2 кг/га на контроле, или был незначительно ниже. Уровень выноса калия существенно превышал вынос 2022 г. и составлял 29,5-38,0 кг/га при 30,7 кг/га на контроле против 13,3-16,0 кг/га при 13,7 кг/га на контроле, несмотря на большую дозу вносимого калия – 46 против 26 кг/га.

Оценивая действие подкормок по урожайности и выносу элементов питания, можно отметить, что в оба года наибольшими они были при 2-кратной подкормке в фазу кущения сульфатом аммония по N<sub>30</sub> и N<sub>35</sub> и в фазу выхода в трубку – колошение аммиачной селитрой по N<sub>35</sub>. При этом отдача урожаем зерна на 1 кг д.в. удобрения различалась в несколько раз и была выше в

2023 г. – 41,69-95,16 кг против 11,1-14,0 кг на 1 кг д.в. в 2022 г. Даже без учета серы в составе д.в. вносимой дозы она составляла 14,4-21,6 кг зерна.

Проведенные исследования показали, что для предпосевного внесения удобрений по паровому предшественнику более эффективно на выщелоченных среднемощных среднегумусных среднесуглинистых черноземах вносить диаммофоску в дозе  $N_{10}P_{26}K_{26}$ .

С учетом формирования самой высокой урожайности и содержания в растительной массе и в семенах основных элементов питания для сорта Скипетр можно считать оптимальным уровнем: содержание азота в весеннее кущение 2,8-3,75%, фосфора – 0,23-0,41%, калия – 2,76-4,27%, в выход в трубку-колошение – азота – 1,16-3,7% фосфора – 0,09-0,49%, калия – 2,05-5,42%.

#### Библиографический список

1. Айдиев, А. А. Совершенствование технологии возделывания озимой пшеницы в условиях Курской области / А. А. Айдиев, В. И. Лазарев, М.Н. Котельникова. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2017. – № 1. – С. 37-39.
2. Эффективность подкормок озимой пшеницы различными марками азотных и комплексных удобрений / В. В. Мамеев, В. Е. Торики, С. Петрова [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 6. – С. 12-19.
3. Ерошенко, Ф. В. Эффективность поздних некорневых азотных подкормок озимой пшеницы / Ф. В. Ерошенко, А. А. Ерошенко, И. Г. Сторчак. – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 8. – С. 32-35.
4. Эффективность азотных удобрений при возделывании озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник / А. С. Попов, А. А. Сухарев, Г. В. Овсянников, Н. С. Кравченко. – Текст: непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 10 (225). – С. 33-41.
5. Воробьев, В. Б. Накопление основных элементов питания в биомассе озимой пшеницы, возделываемой при разных уровнях ранневесеннего запаса минерального азота в почве / В. Б. Воробьев, С. И. Ласточкина. – Текст: непосредственный // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4. – С. 25-31.

6. Воробьев, В. Б. Влияние уровней азотного питания озимой пшеницы на удельный вынос и коэффициент использования азота из минеральных удобрений / В. Б. Воробьев. – Текст: непосредственный // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 4. – С. 82-86.

7. Ерошенко, Ф. В. Использование азота растениями озимой пшеницы / Ф. В. Ерошенко, А. А. Ерошенко, Т. В. Симатин. – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29, № 11. – С. 58-61.

8. Федотова, Е. Н. Оценка влияния жидкого комплексного удобрения «Зеленит» на урожайность озимой пшеницы сорта «Скипетр» и экономическая эффективность его применения / Е. Н. Федотова, В. А. Говрилов. – Текст: непосредственный // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3. – С. 74-78.

#### References

1. Aidiev A.A., Lazarev V.I., Kotelnikova M.N. Sovershenstvovanie tekhnologii vozdelevaniia ozimoi pshenitsy v usloviiakh Kurskoi oblasti // Zemledelie. – 2017. – No. 1. – S. 37-39.
2. Mameev V.V., Torikov V.E., Petrova S.N., Dubin D.V., Gaab L.M. Effektivnost podkormok ozimoi pshenitsy razlichnymi markami azotnykh i kompleksnykh udobrenii // Vestnik Kurskoi GSKhA. – 2021. – No. 6. – S. 12-19.
3. Eroshenko F.V., Eroshenko A.A., Storchak I.G. Effektivnost pozdnikh nekornevykh azotnykh podkormok ozimoi pshenitsy // Dostizheniia nauki i tekhniki APK. – 2014. – No. 8. – S. 32-35.
4. Popov A.S., Sukharev A.A., Ovsiannikov G.V., Kravchenko N.S. Effektivnost azotnykh udobrenii pri vozdelevanii ozimoi pshenitsy po predshestvenniku podsolnechnik // Agrarnyi vestnik Urala. – 2022. – No. 10 (225). – S. 33-41.
5. Vorobev V.B., Lastochkina S.I. Nakoplenie osnovnykh elementov pitaniia v biomasse ozimoi pshenitsy, vozdelevaemoi pri raznykh urovniakh rannevesennego zapasa mineralnogo azota v pochve // Vestnik Belorusskoi GSKhA. – 2015. – No. 4. – S. 25-31.
6. Vorobev V.B. Vliianie urovnei azotnogo pitaniia ozimoi pshenitsy na udelnyi vynos i koeffitsient ispolzovaniia azota iz mineralnykh udobrenii // Vestnik Belorusskoi GSKhA. – 2020. – No. 4. – S. 82-86.

7. Eroshenko F.V., Eroshenko A.A., Simatin T.V. Ispolzovanie azota rasteniiami ozimoi pshe-nitsy // Dostizheniia nauki i tekhniki APK. – 2015. – T. 29. – No. 11. – S. 58-61.

8. Fedotova E.N., Govrilov V.A. Otsenka vliiani-ia zhidkogo kompleksnogo udobreniia «Zelenit» na

urozhainost ozimoi pshe-nitsy sorta «Skipetr» i ekonomicheskaiia effektivnost ego primeneniia // Izhvestiia Velikolukskoi GSKhA. – 2022. – No. 3. – S. 74-78.



УДК 633.34:631.527

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-235-5-11-17

Р.А. Гуленок, А.А. Козлов

R.A. Gulenok, A.A. Kozlov

## УРОЖАЙНОСТЬ И ПАРАМЕТРЫ АДАПТИВНОСТИ КОЛЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА СОИ В УСЛОВИЯХ ПРИАЗОВЬЯ

### YIELD AND ADAPTABILITY PARAMETERS OF SOYBEAN GERMPLASM UNDER THE CONDITIONS OF THE CIS-AZOV REGION

**Ключевые слова:** соя, *Glycine max* (L.) Merr., коллекция, генотипы, зерновая продуктивность, взаимодействие генотип-среда, пластичность, стабильность, гомеостатичность, коэффициент экологической вариации.

Приведены результаты изучения 43 коллекционных образцов сои в Аксайском районе Ростовской области. Цель исследования состояла в поиске генотипов, эффективно сочетающих урожайность и адаптационные качества. Средний уровень урожайности на протяжении 2020-2023 гг. варьировал в пределах 235,5-751,6 г зерна с делянки. Сорт-стандарт Арлета сформировал средний урожай 549,4 г зерна с делянки. Достоверно превысили стандарт сорта Свапа, Селекта 201, Мечта, Киевская 98, Южанка, Мерлин, Дельта, Устя и Китросса. Дисперсионный анализ выявил, что на урожайность гораздо большее влияние оказывают условия внешней среды (64%), а не генотип (24%), поэтому роль параметров адаптивности в оценке гермоплазмы сои должна быть усилена. Наибольшее экологическое варьирование ( $CV_{ecol} > 70\%$ ) отмечено у сортов Аванта, Виктория, Заряница, Соер 5, Аннушка и Дельта, наименьшее (менее 47%) – у сортов ВНИИОЗ 86, Белгородская 8 и Устя. Высокая гомеостатичность по В.В. Хангильдину (1981), превышающая 11 ед., отмечена у сортов Свапа, Селекта 201, Южанка, Устя, Мечта и Веретейка. Наиболее пластичны ( $b_i > 1,4$  ед. Эберхарту-Расселу) сорта Дельта, Киевская 98, Мечта, Мерлин, Свапа и Селекта 201. Наиболее стабильны в изученном наборе сортов ( $s^2_d < 100$  ед. Эберхарту-Расселу) сорта Соер 7, Ланцетная, Ясельда и Сойка. С помощью кластерного анализа рассмотренные признаки были сгруппированы в двух кластерах. В первый вошли урожайность, гомеостатичность и  $b_i$ , во второй на гораздо большем расстоянии объединения –  $s^2_d$  и  $CV_{ecol}$ . Слабые связи между некоторыми рассмотренными показателями указывают на необходимость их совместного рассмотрения.

Наиболее эффективно сочетают урожайность и рассмотренные параметры адаптивности сорта Мерлин, Китросса и Мечта.

**Keywords:** soybean (*Glycine max* (L.) Merr.), germplasm, genotypes, grain yield, genotype and environment interaction, plasticity, stability, homeostaticity, coefficient of ecological variation.

The research findings on 43 collection soybean genotypes in the Aksayskiy District of the Rostov Region are discussed. The research goal was to search the genotypes that effectively combined grain yield and high adaptive parameters. The average yield level from 2020 through 2023 varied between 235.5...751.6 grams of grain per plot. The standard variety Arleta had an average yield of 549.4 grams of grain per plot. The varieties Svapa, Selekt 201, Mechta, Kievskaya 98, Yuzhanka, Merlin, Delta, Ustyia and Kitrossa statistically significantly exceeded the standard variety. Analysis of variance shows that the yielding capacity is much more influenced by environmental conditions (64%) rather than by genotype (24%). Therefore, the role of adaptability parameters in soybean germplasm research should be expanded. The highest coefficient of ecological variation (more than 70%) was found in the varieties Avanta, Viktoriya, Zaryanitsa, Soer 5, Annushka and Delta; the least (less than 47%) - in the varieties VNIIOZ 86, Belgorodskaya 8 and Ustyia. High homeostaticity according to V.V. Khangildin (1981) above 11 units was observed in the varieties Svapa, Selekt 201, Yuzhanka, Ustyia, Mechta and Vereteyka. The most flexible varieties ( $b_i > 1.4$  units according to S.A. Eberhart and W.A. Russell) are the varieties Delta, Kievskaya 98, Mechta, Merlin, Svapa and Selekt 201. The most stable ones among the varieties under study ( $s^2_d < 100$  units) were the varieties Soer 7, Lantsetnaya, Yaselda and Soyka. Using cluster analysis, the studied parameters were grouped in two clusters. The first cluster included grain yield, homeostaticity according