

# АГРОНОМИЯ

УДК 631.8.022.3

DOI: 10.53083/1996-4277-2021-206-12-5-11

О.И. Антонова, К.Р. Вепрынцева, Е.М. Комякова

O.I. Antonova, K.R. Vepryntseva, Ye.M. Komyakova

## ПОТРЕБЛЕНИЕ И ВЫНОС ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ С СЕМЕНАМИ РАПСА ПРИ ВНЕСЕНИИ РАЗНЫХ СОЧЕТАНИЙ УДОБРЕНИЙ

### BASIC NUTRIENT CONSUMPTION AND REMOVAL WITH RAPESEED SEEDS WHEN APPLYING DIFFERENT FERTILIZER COMBINATIONS

**Ключевые слова:** яровой рапс, потребление элементов питания (CaO, MgO, S, N, P<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O), соотношение S:N, урожайность, белок, масло.

**Keywords:** spring rape, basic nutrient consumption (CaO, MgO, S, N, P<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O), sulfur to nitrogen ratio, yielding capacity, protein, oil.

С внесением разных сочетаний удобрений (КАС-32, ЖКУ, диамофоска) N<sub>89</sub>P<sub>26</sub>K<sub>26</sub>S<sub>14</sub>, N<sub>70</sub>P<sub>26</sub>K<sub>26</sub>S<sub>14</sub>, N<sub>73</sub>P<sub>39</sub>K<sub>13</sub>S<sub>14</sub>, N<sub>89</sub>P<sub>39</sub>K<sub>13</sub>S<sub>14</sub>, N<sub>87</sub>P<sub>37</sub>S<sub>14</sub> и N<sub>71</sub>P<sub>37</sub>S<sub>14</sub> установлено увеличение выноса CaO до 15,6-20 кг/га против 13,8 кг/га на контроле, MgO – до 12,3-16 против 10,2 кг/га на контроле. С учетом выноса Ca и Mg без возврата требуется введение в систему удобрений комплексных удобрений, содержащих эти элементы. Вынос азота составил 110,3-165,5 против 102,6 кг/га, серы – 10,9-12,8 при 7,8 кг/га на контроле. Соотношение между S:N колебалось в пределах 8,9-15,4 при 14 на контроле. В большей части оно было равно 10,7-12,9, что говорит об удовлетворительной обеспеченности рапса серой и необходимости увеличения дозы серы до 21-28 кг/га. Наибольший вынос всех элементов питания получен по вариантам N<sub>73</sub>P<sub>39</sub>K<sub>13</sub>S<sub>14</sub> и N<sub>71</sub>P<sub>37</sub>S<sub>14</sub>, а самая высокая урожайность сформировалась по N<sub>73</sub>P<sub>39</sub>K<sub>13</sub>S<sub>14</sub> при соотношении выноса N:P:K как 1:0,39:0,21.

In the context of different fertilizer combination application (urea-ammonia liquor KAS-32, liquid complex fertilizer ZhKU, and compound NPK fertilizer Diammophoska) N<sub>89</sub>P<sub>26</sub>K<sub>26</sub>S<sub>14</sub>, N<sub>70</sub>P<sub>26</sub>K<sub>26</sub>S<sub>14</sub>, N<sub>73</sub>P<sub>39</sub>K<sub>13</sub>S<sub>14</sub>, N<sub>89</sub>P<sub>39</sub>K<sub>13</sub>S<sub>14</sub>, N<sub>87</sub>P<sub>37</sub>S<sub>14</sub> and N<sub>71</sub>P<sub>37</sub>S<sub>14</sub>, we revealed increased removal of CaO to 15.6-20 kg ha as opposed to 13.8 kg ha in the control; MgO to 12.3-16 kg ha compared to 10.2 kg ha in the control. Taking into account Ca and Mg removal without return, it requires the introduction of compound fertilizers containing these nutrients into the fertilizer system. Nitrogen removal was 110.3-165.5 kg ha compared to 102.6 kg ha, and sulfur - 10.9-12.8 kg ha compared to 7.8 kg ha in the control. The S/N ratio ranged from 8.9-15.4 compared to 14 in the control. For the most part, it was equal to 10.7-12.9 which was indicative of satisfactory sulfur supply to oil seed rape crops and the need to increase sulfur dose to 21-28 kg ha. The largest removal of all nutrients was found in the variants with N<sub>73</sub>P<sub>39</sub>K<sub>13</sub>S<sub>14</sub> and N<sub>71</sub>P<sub>37</sub>S<sub>14</sub>; the highest yield was formed with N<sub>73</sub>P<sub>39</sub>K<sub>13</sub>S<sub>14</sub> with N:P:K removal ratio of 1:0.39:0.21.

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

**Вепрынцева Ксения Руслановна**, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: niihim1@mail.ru.

**Комякова Евгения Михайловна**, к.с.-х.н., зав. лабораторией, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: niihim1@mail.ru.

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

**Vepryntseva Kseniya Ruslanovna**, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: niihim1@mail.ru.

**Komyakova Yevgeniya Mikhaylovna**, Cand. Agr. Sci., Head of Laboratory, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: niihim1@mail.ru.

#### Введение

Известно, что азот, фосфор и калий являются основными макроэлементами питания. Однако при длительном возделывании с.-х. культур

без возврата кальция, магния, серы с органическими удобрениями снижается емкость поглощения, нарушается соотношение азота и серы, что подрывает равновесие в биосфере и обу-

славливает низкую активность обмена веществ в растениях.

Кальций нейтрализует избыточную кислотность в клетках растений, способствует росту корневой системы и усиливает её поглотительные свойства. При недостатке Са в почве клетки корней отмирают. Магний входит в состав хлорофилла, активизирует растительные ферменты. При недостатке Mg растения прекращают рост, что может иметь место на почвах легкого гранулометрического состава.

Происходящее подкисление черноземов выщелоченных требует изучения выноса кальция и магния с высокими урожаями семян ярового рапса, уточнения объёмов выноса серы, азота и их соотношения, а также потребления фосфора и калия.

В литературе имеются публикации по содержанию и выносу азота, фосфора и калия в семенах рапса [1-3]. В последние годы большое внимание стало уделяться сере [4-6]. Однако данные по выносу Са и Mg конкретно для рапса отсутствуют.

В связи с этим при возделывании гибридов ярового рапса с высоким потенциалом продуктивности и требованиями к питанию необходимо знание особенностей потребления и выноса кроме азота, фосфора и калия, еще и Са, Mg и S.

**Целью** работы явилось определение влияния разных сочетаний КАС-32 с введением сульфата аммония, ЖКУ и диаммофоски при возделывании гибрида рапса Цебра КЛ на потребление и вынос кальция, магния, азота, фосфора, калия, серы.

#### Объекты и методы исследований

Полевой опыт был заложен в условиях Целинного района Алтайского края, в предгорной зоне Салаира на черноземе выщелоченном, среднемощном, среднегумусном, среднесуглинистом с рН<sub>c</sub> – 5,6, содержанием гумуса 6,72%, средней обеспеченностью N-NO<sub>3</sub> (15,6 мг/кг), высокой – подвижным фосфором и обменным калием (168 и 154 мг/кг), очень низким содержанием серы – 2,3 мг/кг.

Схема опыта:

1. Контроль.
2. КАС-32 с с.а. 200 кг/га + диаммофоски 100 кг/га (N<sub>86</sub>P<sub>26</sub>K<sub>26</sub>S<sub>14</sub>).
3. КАС-32 с с.а. 150 кг/га + диаммофоски 100 кг/га (N<sub>70</sub>P<sub>26</sub>K<sub>26</sub>S<sub>14</sub>).

4. КАС-32 с с.а. 150 кг/га + ЖКУ 70 кг/га + диаммофоски 50 кг/га (N<sub>73</sub>P<sub>39</sub>K<sub>13</sub>S<sub>14</sub>).

5. КАС-32 с с.а. 200 кг/га + ЖКУ 70 кг/га + диаммофоски 50 кг/га (N<sub>89</sub>P<sub>39</sub>K<sub>13</sub>S<sub>14</sub>).

6. КАС-32 с с.а. 200 кг/га + ЖКУ 100 кг/га (N<sub>87</sub>P<sub>37</sub>S<sub>14</sub>).

7. КАС-32 с с.а. 150 кг/га + ЖКУ 150 кг/га (N<sub>71</sub>P<sub>37</sub>S<sub>14</sub>).

Жидкие удобрения вносили через 3 дня после посева ликвилайзером Dupont в диаммофоску одновременно с посевом. Опыт проводился на фоне применения средств защиты растений от сорняков, болезней и вредителей: 24.05 – Галион, ВР – 0,3 л/га; Эсток, ВДГ – 25 г; Брейк, МЭ – 0,1 л/га; 3.06 – Карамба, КЭ – 0,75 л/га; Бороплюс – 0,8 л/га; Граминион, КЭ – 0,6 л/га; Брейк, МЭ – 0,1 л/га; 27.06 – Пиктор, КС – 0,7 л/га; Бороплюс – 0,8 л/га.

Площадь делянки 0,75 га, повторность 3-кратная. В опыте высевался гибрид Цебра КЛ с нормой посева 4 кг/га. Является среднеспелым, характеризуется интенсивным развитием на начальных стадиях роста. Цебра КЛ обеспечивает очень высокий и стабильный выход масла с 1 га, устойчив к полеганию и растрескиванию стручков. Уборка проводилась прямым способом комбайном John Deere W660.

Погодные условия вегетационного периода по количеству осадков каждый месяц не достигали нормы. Осадки выпадали неравномерно. Общее количество осадков составило 68% нормы (155 мм против нормы 222 мм), а сумма температур превысила её на 150°C. При учете урожайности по вариантам опыта были отобраны образцы семян, в которых определяли: содержание азота, фосфора и калия методом К.Б. Гинзбург, Щегловой, серы – методом ВИУА, кальция и магния – на спектрофотометре Оптима, содержание белка – ГОСТ 10846-91, масла – ГОСТ 10857-64.

Агрохимические свойства почвы опытного участка определяли общепринятыми в агрохимии методами.

Достоверность полученных данных оценивали по Б.А. Доспехову [7].

#### Результаты исследований

В таблице 1 показано содержание и вынос кальция и магния с семенами ярового рапса по вариантам опыта.

Содержание CaO и MgO в семенах и их вынос с урожаем по вариантам опыта

№ п/п	Варианты	Урожайность, т/га	Содержание, %		Вынос, кг/га		CaO: MgO	
			CaO	MgO	CaO	MgO		
1	Контроль	3,83	0,36	0,27	13,8	10,2	1:0,74	
2	N <sub>86</sub> P <sub>26</sub> K <sub>26</sub> S <sub>14</sub>	4,96	0,30	0,25	15,6	12,3	1:0,79	
3	N <sub>70</sub> P <sub>26</sub> K <sub>26</sub> S <sub>14</sub>	4,58	0,35	0,28	15,6	12,8	1:0,79	
4	N <sub>73</sub> P <sub>39</sub> K <sub>13</sub> S <sub>14</sub>	5,81	0,35	0,27	20,2	16,0	1:0,76	
5	N <sub>89</sub> P <sub>39</sub> K <sub>13</sub> S <sub>14</sub>	4,61	0,35	0,28	16,2	13,0	1:0,80	
6	N <sub>87</sub> P <sub>37</sub> S <sub>14</sub>	4,90	0,32	0,27	15,7	13,4	1:0,85	
7	N <sub>71</sub> P <sub>37</sub> S <sub>14</sub>	4,93	0,38	0,29	18,7	14,3	1:0,79	
Д. Шпаар [11]			0-96 – 1,33		04-06	20	12-20	
В.В. Кидин [2]						9,5	20	

Из приведенных данных следует, что при сравнительно близких значениях содержания элементов по вариантам опыта: по кальцию – 0,30-0,38% и магнию 0,25-0,28% в связи с формированием высокой урожайности семян их вынос по удобренным вариантам по сравнению с контролем увеличивается: по CaO – с 13,8 до 15,6-20,0 кг/га, или в 1,14-1,45 раза, а по MgO – с 10,2 до 12,3-16 кг/га, или в 1,2-1,56 раза.

По сравнению с данными Д. Шпаар уровень кальция в семенах гибрида Цебра КЛ ниже – 0,3-0,38% против 0,25-0,29%, а магний близок к минимальному значению – 0,25-0,29% против 0,4-0,6%. Однако вынос их с 1 га одинаков с данными Д. Шпаар. Относительно данных В.В. Кидина они выше по Ca и ниже по Mg. По данным Ю. Понамаренко в семенах рапса содержится Ca 0,39%, а Mg – 0,33% [8].

С 1 т семян с 1 га отчуждается CaO:MgO, находится в пределах 1:0,76-0,85 при 1:0,74 на контроле. При внесении удобрений в большей степени повышается вынос MgO.

Наибольший вынос CaO и MgO (18,7-20,2 и 14,3-16,0 кг/га), соответственно, отмечен по вариантам с внесением сочетаний N<sub>73</sub>P<sub>39</sub>K<sub>13</sub>S<sub>14</sub> и N<sub>71</sub>P<sub>37</sub>S<sub>14</sub>, т.е. парного и полного сочетания удобрений с дозой N<sub>71-73</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 37-39 и K<sub>2</sub>O – 0-13 кг/га. При этом по более высоким дозам азота – 87-89 кг, и тем же дозам фосфора и калия вынос был ниже, но соотношение дозы азота влечет большее потребление магния. Среднее потребление CaO по всем вариантам составило 0,34%, а MgO – 0,27%. Отчуждение кальция и магния с семенами без возврата с удобрениями будет обеднять почву основаниями и способствовать подкислению. Следовательно, при планировании высоких уровней урожайности

рапса необходимо выбирать формы комплексных удобрений, в состав которых входят эти элементы.

Азот изучает важную роль в жизни рапса с первых дней жизни, т.к. он способствует образованию боковых побегов, ветвлению корней, формированию семян на урожае, накоплению белка и других органических веществ [9, 10].

Не менее важна и сера, которую многие исследователи относят к основному элементу питания [4-6]. По физико-биохимическому значению она стоит в одном ряду с азотом, фосфором и калием. Как и азот, сера входит в состав всех белков, играет важную роль в окислительно-восстановительных процессах и не только в синтезе белков, но и метаболизме жирных кислот. При недостатке серы рапс сильно отстает в росте, имеет недостаточно развитые листья, в стручках формируется мало семян.

По данным Д. Шпаара, в семенах рапса содержание азота варьирует в пределах 2,7-3,9%, вынос – 80-180 т/га; содержание фосфора находится в пределах 1,6-2%, вынос – 25-60 кг/га; содержание калия составляет 0,9-1,1%, а выше – 20-40 кг/га [11].

Сера варьирует от 0,2-0,5% (2000-5000 мг/кг), ее вынос изменяется в широких пределах – 8-80 кг/га. По данным А.Н. Аристархова, рапс выносит с урожаем серы 45-75 кг/га [4].

При этом Д. Шпаар отмечает, что содержание названных элементов «в соломе существенно отличается от содержания Ca и Mg в семенах». Так, по азоту, фосфору и сере оно значительно ниже, а калия – наоборот, в 2-2,5 раза превосходит его количество в семенах. Все это необходимо учитывать при составлении системы удобрений рапса.

По данным В.В. Кидина, вынос питательных веществ с урожаем 25-30 ц/га семян составляет 140-160 кг азота, 60-70 кг/га фосфора, 115-140 кг/га калия, при соотношении N:P:K = 1:0,45:0,85. Автор указывает, что 1 т семян рапса потребляется 65-75 кг азота, 18-20 кг фосфора и примерно 60 кг калия [2].

Р.Б. Нурлыгаянов и др. приводят данные выноса 1 ц семян: 6,2 кг азота, 3,4 кг фосфора, 6 кг калия и 0,88-0,97 кг серы [3].

Несколько иные значения были получены В.П. Корминым и Н.В. Гоманом: азота – 7,7-9,2 кг, фосфора – 1,7-2,4, калия – 5,4-6 кг [1].

В.В. Носов, Яппаров И.А. и др. отметили высокое накопление азота в семенах при внесении  $N_{90}$  и  $S_{14}$  кг/га д.в. по сравнению с внесением одного азота в той же дозе. При этом содержание серы в семенах по варианту одного азотного удобрения составляло 0,45-0,49%, а при добавлении серы оно повысилось до 0,53-0,61% [9].

А.М. Хайруллин, Ф.Я. Багаутдинов, Р.Р. Гайфуллин и др. в условиях Республики Башкортостан при внесении NPK по 60 кг/га д.в. при использовании в качестве источника азота сульфата аммония установили увеличение урожайности почти в 1,5 раза и масличность – на 1,42% [12].

В наших исследованиях при внесении удобрений с разными дозами азота, фосфора и калия, но с добавлением серы в количестве 14 кг/га д.в. содержание азота и серы в семенах варьировало в пределах: по азоту – от 2,4 до 3,2% при 2,68% на контроле, серы – от 0,21 до 0,27% при 0,19% на контроле (табл. 2).

Согласно полученным данным в большинстве случаев содержание азота в семенах мало зависит от дозы его внесения и составляет близкие значения по всем вариантам, включая контроль, за исключением сочетания  $N_{71}P_{37}S_{14}$

(3,22%). В содержании серы прослеживается повышающая роль вносимых удобрений, однако более значительное влияние на ее уровень оказало сочетание с большими дозами азота и фосфора и калия – 13 кг/га д.в.

При сравнительно близком уровне азота в семенах в связи с разной урожайностью его вынос варьирует в более широких пределах – от 110,5 до 165,1 кг/га при 102,6 кг/га на неудобренном варианте. Аналогично такая закономерность проявляется и по выносу серы в пределах 10,9 – 12,8 кг/га против 7,3 кг/га на контроле.

Сравнивая уровень содержания азота и серы с данными других исследователей, можно отметить, что они более близки к показателям, полученным Д. Шпааром: соответственно, 2,4-3,22 и 2,7-3,9% – по азоту и 0,19-0,27 и 0,2-0,5% – по сере. Значительные различия с данными Р.Б. Нурлыгалиева и др.; В.П. Кормина и Н.В. Гомана, у которых уровень по азоту существенно выше: 6,2 и 7,7-9,2% [1, 3, 11]. Данные В.В. Носова и И.А. Яппарова по содержанию серы также намного больше – 0,45-0,49% на контроле и 0,53-0,61% при внесении серных удобрений [9]. Вполне вероятно, что исследования перечисленных авторов проводились на сортах, а не на гибридах и других почвах с разным уровнем обеспеченности почвы азотом и дозами вносимых удобрений.

В составе белков соотношение между азотом и серой равно 15, т.е. на 15 частей азота требуется 1 часть серы, что характерно для зерновых культур. Однако для капустных, к которым относится рапс, оно составляет 6:1, т.е. серы требуется больше. Если это соотношение шире, то требуется внесение серных удобрений, вносимые высокие дозы азотных удобрений будут слабо вовлекаться в белковый обмен и сопровождаться низким его усвоением.

Таблица 2

Содержание и вынос азота и серы с семенами

№ п/п	Варианты	Урожайность, т/га	Содержание, %		Вынос, кг/га		N:S в семенах	Внесено, кг/га д.в.		Баланс, ±		N:S в удобрениях	Содержание масла, %
			N	S	N	S		N	S	N	S		
1	Контроль	3,83	2,68	0,19	102,6	7,3	14,0	0	0	-102,6	-7,3	-	20,5
2	$N_{86}P_{26}K_{26}S_{14}$	4,96	2,61	0,23	129,6	11,3	12,4	86	14	-86,0	+3,6	1:0,2	20,5
3	$N_{70}P_{26}K_{26}S_{14}$	4,58	2,60	0,24	119,3	11,0	10,8	70	14	-49,3	+3,0	1:0,2	22,1
4	$N_{73}P_{39}K_{13}S_{14}$	5,81	2,84	0,22	165,1	12,8	12,9	73	14	-92,1	+2,2	1:0,19	20,0
5	$N_{89}P_{39}K_{13}S_{14}$	4,61	2,40	0,27	110,5	12,5	8,9	89	14	-21,5	+1,5	1:0,16	19,1
6	$N_{87}P_{37}S_{14}$	4,90	2,51	0,22	122,8	10,8	11,4	87	14	-35,8	+3,2	1:0,16	20,0
7	$N_{71}P_{37}S_{14}$	4,93	3,22	0,21	159,1	10,4	15,4	71	14	-88,1	+3,6	1:0,16	20,5

Примечание. НСР<sub>0,5</sub> т/га 0,09.

## Содержание и вынос фосфора и калия

№ п/п	Варианты	Содержание, %		Вынос, кг/га		%	
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	белка	масла
1	Контроль	1,12	0,57	42,8	21,9	20,5	46,9
2	N <sub>86</sub> P <sub>26</sub> K <sub>26</sub> S <sub>14</sub>	0,99	0,56	49,0	27,6	20,5	48,1
3	N <sub>70</sub> P <sub>26</sub> K <sub>26</sub> S <sub>14</sub>	1,15	0,61	52,7	27,8	22,1	44,7
4	N <sub>73</sub> P <sub>39</sub> K <sub>13</sub> S <sub>14</sub>	1,12	0,60	65,0	34,8	20,0	47,3
5	N <sub>89</sub> P <sub>39</sub> K <sub>13</sub> S <sub>14</sub>	1,12	0,61	51,8	28,3	19,1	49,0
6	N <sub>87</sub> P <sub>37</sub> S <sub>14</sub>	1,07	0,56	52,7	27,1	20,0	50,7
7	N <sub>71</sub> P <sub>37</sub> S <sub>14</sub>	1,18	0,62	58,0	30,7	20,5	49,2
Д. Шпаар [12]		1,6-2,0	0,9-1,1	25-60	20-40		
Р.Б. Нурлыгалиев [6]		3,4	6,0				
В.П. Кормин [3]		1,7-2,4	5,4-6,0				

Как следует из наших результатов (табл. 2), по вариантам опыта это соотношение находилось в пределах 8,9-15,4 при 14,0 на контроле.

В основном оно было равным 8,9-12,9. Согласно этому урожайность свидетельствует об удовлетворительной обеспеченности рапса серой. Однако данные баланса по сере позволяют говорить о необходимости увеличения дозы серы в составе применяемых сочетаний удобрений до 21-28 т/га.

Оценивая вынос азота и серы с урожаем семян в опыте, можно отметить их наибольшие значения при внесении сочетаний N<sub>73</sub>P<sub>39</sub>K<sub>13</sub>S<sub>14</sub>. Сравнительно высокий вынос получен по варианту N<sub>71</sub>P<sub>37</sub>S<sub>14</sub>, а серы – при внесении N<sub>89</sub>P<sub>39</sub>K<sub>13</sub>S<sub>14</sub>.

Давно доказано, что при нормальном питании фосфором ускоряется развитие растений, усиливается обмен веществ, повышается урожайность и качество, т.к. фосфор участвует в синтезе белков.

Исключительна роль калия, который повышает засухоустойчивость рапса, усиливает образование белка и углеводов, а при недостатке листья скручиваются и урожайность снижается. В таблице 3 показаны результаты содержания и вынос фосфора и калия с семенами рапса по вариантам внесения удобрений, откуда следует, что содержание фосфора по вариантам различалось незначительно и находилось в пределах 0,99-1,18% при 1,12% на контроле. По сравнению с данными Нурлыгалиева и Кормина, полученные значения заметно ниже, что обусловлено высоким уровнем урожайности, а также особенностями гибрида Цебра КЛ, в то время как в опытах Нурлыгалиева и Кормина возделывались сорта, где величина урожайности составляла 2-3 т/га. Вынос фосфора из-за более высо-

кой урожайности по удобренным вариантам варьировал в пределах 51,8-65 кг/га при 42,8 кг на контроле и был близок к данным Д. Шпаара. Почти в 1,5 раза он выше контроля при внесении N<sub>73</sub>P<sub>39</sub>K<sub>13</sub>S<sub>14</sub> и в 1,3 раза по варианту N<sub>71</sub>P<sub>37</sub>S<sub>14</sub>.

Ниже данных Д. Шпаара в опыте отмечалось и содержание калия, который колебался в пределах 0,56-0,62% против 0,9-1,1%, вынос находился в пределах 27,1-30,7 кг/га при 21,9 кг/га на контроле, или был на том же уровне, что и по данным Д. Шпаара.

Рассматривая соотношение между N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O, в семенах рапса отчетливо просматривается минимальный уровень калия по сравнению с фосфором и особенно азотом. По вариантам вносимых удобрений оно составляет 1:0,36-0,47:0,19-0,26 при 1:0,42:0,21 на контроле. Выше доля фосфора и калия в соотношении характерна для вариантов N<sub>70</sub>P<sub>26</sub>K<sub>26</sub>S<sub>14</sub> и N<sub>89</sub>P<sub>39</sub>K<sub>13</sub>S<sub>14</sub>, а по вариантам N<sub>86</sub>P<sub>26</sub>K<sub>26</sub>S<sub>14</sub>, N<sub>71</sub>P<sub>37</sub>S<sub>14</sub> и N<sub>73</sub>P<sub>39</sub>K<sub>13</sub>S<sub>14</sub> получена меньшая доля фосфора. Четной зависимости показателей качества семян от соотношения выноса между N:P:K не установлено. Сравнительно больше масла 48,1-49,21% отмечалось при соотношении выноса 1:0,37-0,39:0,19-0,21.

### Выводы

Проведенные исследования показали, что при варьировании в семенах по вариантам содержания СаО – 0,3-0,38% и MgО – 0,25-0,28% их вынос с учетом урожайности, соответственно, равен 15,6-20 кг/га (при 13,8 на контроле) и 12,3-16 кг/га (при 10,2 на контроле). Под влиянием удобрений вынос по СаО увеличивается в 1,14-1,45, а по MgО – в 1,2-1,56 раза.

Содержание азота находилось в пределах 2,4-3,2% (при 2,08% на контроле), а серы – 0,21-0,27% (0,19% на контроле). Вынос азота составляет 110,5-165 кг/га (102,6 кг/га на контроле) и по сере – 10,9-12,8 кг/га (7,8 кг на контроле). Соотношение N:S колебалось в пределах 8,9-15,4 при 14 – на контроле и в большей части было 8,9-12,9, что говорит об удовлетворительной обеспеченности рапса серой. Однако согласно оптимальному соотношению нужно стремиться к 6, следовательно, дозу серы в удобрениях нужно повышать до 21-28 кг/га.

Содержание фосфора в семенах составляло 0,99-1,18% при 1,12% на контроле, а вынос превышал контроль: 51,8-65 кг/га против 42,8 кг/га. Количество калия в семенах находилось в пределах 27,1-30 кг/га (21,9 кг/га на контроле).

Наибольший вынос всех элементов питания получен по вариантам  $N_{73}P_{39}K_{13}S_{14}$  и  $N_{71}P_{37}S_{14}$ , при этом самая высокая урожайность семян рапса 5,8 т/га сформировалась по  $N_{73}P_{39}K_{13}S_{14}$  при соотношении N:P:K как 1:0,39:0,21.

#### Библиографический список

1. Кормин, В. П. Оптимизация минерального питания рапса и сурепицы на лугово-черноземных почвах Западной Сибири / В. П. Кормин, Н. В. Гоман. – Текст: непосредственный // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1 (37). – С. 35-43.

2. Кидин, В. В. Система удобрений: учебник для бакалавров / В. В. Кидин. – Москва: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2012. – 534 с. – Текст: непосредственный.

3. Нурлыгаянов, Р. Б. Минеральное питание ярового рапса / Р. Б. Нурлыгаянов, А. Л. Филимонов. – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2019. – № 2. – С. 16.

4. Аристархов, А. Сера в агроэкосистемах России: мониторинг содержания в почвах и эффективность ее применения / А. Аристархов. – Текст: непосредственный // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2016. – № 5. – С. 39-46.

5. Слюсарев, В. Н. Сера в почвах Северо-Западного Кавказа (агроэкологические аспекты): монография / В. Н. Слюсарев. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – 230 с. – Текст: непосредственный.

6. Танделов, Ю. П. Влияние серосодержащих удобрений на урожай яровой пшеницы и

рапса в Южной Сибири / Ю. П. Танделов, М. С. Быстрова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2007. – № 3. – С. 78-84.

7. Доспехов, Б. А. Методика опытного дела / Б. А. Доспехов. – Москва, 1985. – 451 с. – Текст: непосредственный.

8. Пономаренко, Ю. Рапс и продукты его переработки для птицеводства / Ю. Пономаренко. – Текст: непосредственный // Комбикорма. – 2012. – № 4. – С. 57-59.

9. Оптимизация питания ярового рапса серой в Республике Татарстан / В. В. Носов, И. А. Яппаров, Р. Р. Газизов [и др.]. – Текст: непосредственный // Питание растений. – 2017. – № 3. – С. 2-6.

10. Пиллюк, Я. В. Технологический регламент возделывания ярового рапса на семена / Я. В. Пиллюк. – Текст: непосредственный // Типовые технологические процессы / Национальная академия наук Беларуси. РУП н-проект центр НАН Беларуси по земледелию. – 2018.

11. Шпаар, Д. Рапс и сурепица: выращивание, уборка, использование: учебное практическое руководство / Д. Шпаар; под общей редакцией Д. Шпаар. – 3-е изд., доп. – Киев: Изд-кий дом «Зерно», 2012. – 368 с. – Текст: непосредственный.

12. Влияние дозы азотных удобрений на урожайность и биохимический состав семян рапса ярового / А. М. Хайруллин, Ф. Я. Багаутдинов, Р. Р. Гайфуллин, А. М. Валитов. – Текст: непосредственный // Пермский аграрный вестник. – 2019. – № 2 (26). – С. 101-109.

#### References

1. Kormin V.P. Optimizatsiia mineralnogo pitaniia rapsa i surepitsy na lugovo-chernozemnykh pochv Zapadnoi Sibiri / V.P. Kormin, N.V. Goman // Vestnik Omskogo GAU. – 2020. – No. 1 (37). – S. 35-43.

2. Kidin V.V. Sistema udobreniia: uchebnik dlia bakalavrov. – Moskva: RGAU-MSKhA im. K.A. Timiriaseva, 2012. – 479 s.

3. Nurlygaiyanov R.B., Filimonov A.L. Mineralnoe pitanie iarovogo rapsa // Plodorodie. – 2019. – No. 2. – S. 16.

4. Aristarkhov A. Sera v agroekosistemakh Rossii: monitoring soderzhaniia v pochvakh i effektivnost ee primeneniia / A. Aristarkhov // Mezhdunarodnyi selskokhoziaistvennyi zhurnal. – 2016. – No. 5. – S. 39-46.

5. Sliusarev V.N. Sera v pochvakh Severo-Zapadnogo Kavkaza (agroekologicheskie aspekty): monografiia / V.N. Sliusarev. – Krasnodar: KubGAU, 2007. – 230 s.

6. Tandelov Iu.P., Bystrova M.S. Vliianie se-rosoderzhashchikh udobrenii na urozhai iarovoi pshenitsy i rapsa v luzhnoi Sibiri / Iu.P. Tandelov, M.S. Bystrova // Vestnik Krasnoiarskogo GAU. – 2007. – No. 3. – S. 78-84.

7. Dospekhov B.A. Metodika opytnogo dela / B.A. Dospekhov. – Moskva, 1985. – 451 s.

8. Ponomarenko Iu. Raps i produkty ego pere-rabotki dlia pitsevodstva / Iu. Ponomarenko // Kombikorma. – 2012. – No. 4. – S. 57-59.

9. Nosov V.V. Optimizatsiia pitaniia iarovogo rapsa seroi v Respublike Tatarstan / V.V. Nosov,

I.A. Iapparov, R.R. Gazizov, Sh.E. Aliev, M.I. Ilesov // Pitanie rastenii. – 2017. – No. 3. – S. 2-6.

10. Piliuk Ia.V. Tekhnologicheskii reglament vzdelyvaniia iarovogo rapsa na semena / Ia.V. Piliuk // Tipovye tekhnologicheskie protsessy. Natsionalnaia akademiia nauk Belarusi. – RUP N-proekt tsentr NAN Belarusi po zemledeliu, 2018.

11. Shpaar D. Raps i surepitsa: vyrashchivanie, uborka, ispolzovanie: uch. prakt. rukovodstvo pod obshch. red. Shpaar D. – 3-e izd. dopoln. – Kiev: Izd. dom. Zerno, 2012. – 368 s.

12. Khairullin A.M. Vliianie dozy azotnykh u-dobrenii na urozhainost i biokhimicheskii sostav semian rapsa iarovogo / A.M. Khairullin, F.Ia. Bag-audinov, R.R. Gaifullin, A.M. Valitov // Permskii agrarnyi vestnik. – 2019. – No. 2 (26). – S. 101-109.



УДК 631.842.4

DOI: 10.53083/1996-4277-2021-206-12-11-16

П.Ю. Латарцев, О.И. Антонова

P.Yu. Latartsev, O.I. Antonova

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИПОСЕВНОГО ВНЕСЕНИЯ РАЗНЫХ ДОЗ КАС-32, СУЛЬФАТА АММОНИЯ И ДИАММОФОСКИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В УМЕРЕННО-ЗАСУШЛИВОЙ КОЛОЧНОЙ СТЕПИ

### EFFECTIVENESS OF SOWING APPLICATION OF DIFFERENT DOSES OF UREA-AMMONIA LIQUOR KAS-32, AMMONIUM SULFATE AND COMPOUND NPK FERTILIZER DIAMMOPHOSKA IN LINSEED FLAX CULTIVATION IN TEMPERATELY ARID FOREST-OUTLIER STEPPE

**Ключевые слова:** лен масличный, удобрение КАС-32, сульфат аммония, диаммофоска, урожайность, белок, масличность.

В АО «Орбита» ежегодно возделывается лен масличный на площади более 8 тыс. га. Посевные площади расположены в зоне умеренно-засушливой степи, где приняты ресурсосберегающие технологии с прямым посевом и внесением удобрений. В пашне преобладают выщелоченные черноземы с низкой обеспеченностью азотом, повышенной – фосфором и высокой – обменным калием. Для получения урожайности семян по 20 ц/га и более необходимо оптимизировать питание льна в первый месяц жизни. Лучшим удобрением для мелкосемянного льна являются жидкие азотные удобрения и, в первую очередь, КАС-32, содержащий 3 формы азота. Однако подобные опыты в крае единичны. В статье представлены результаты действия припосевного внесения разных доз КАС-32 с растворенным в нем сульфатом аммония и диаммофоски переоборудованной сеялкой. Установлено, что в условиях проявления засушливости ГТК в течение вегетации варьировал от 0 до 0,6 при 0,74-0,91 по норме,

внесение удобрений способствовало созданию большей густоты, образованию коробочек и формирования урожайности семян на 0,06-0,8 т/га выше контроля. Прирост составил 4,2-55,9%, содержание белка увеличилось до 17,04-20,16% с выходом 0,257-0,412 т/га при 0,24 на контроле, а содержание масла до 50,2-52,2% и его выходом 0,784-1,128 т/га при 0,736 на контроле. Наиболее высокие показатели урожайности и качества семян получены при внесении по 50 кг/га КАС-32 и сульфата аммония совместно с 80 кг/га диаммофоски.

**Keywords:** linseed flax, urea-ammonia liquor KAS-32, ammonium sulfate, compound NPK fertilizer Diammophoska, yielding capacity, protein, oil content.

The farming enterprise AO Orbita annually cultivates linseed flax on an area of more than 8 thousand hectares. The areas under crop are located in the zone of temperately arid steppe where resource-saving cropping technologies with direct sowing and fertilization are used. The prevailing soils of the arable lands are leached chernozems with low nitrogen supply, increased phosphorus and high exchange potassium. To obtain a seed yield of 2.0 t ha or