

АГРОНОМИЯ

УДК 631.8.022.3
DOI: 10.53083/1996-4277-2022-215-9-5-11

П.Ю. Латарцев
P.Yu. Latartsev

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ И ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT TYPES AND RATES OF MINERAL FERTILIZERS ON STRUCTURAL ELEMENTS, YIELD AND QUALITY OF OIL FLAX SEEDS

Ключевые слова: лен масличный, аммиачная селитра, азофоска, аммофос, диаммофос, диаммофоска, КАС-32, сульфат аммония, урожайность, масличность.

Обобщение многолетних исследований по изучению эффективности аммиачной селитры, азофоски и их сочетаний и опытов с включением КАС-32, сульфата аммония и комплексных удобрений позволяет заключить, что припосевное внесение под лен масличный сорта Северный аммиачной селитры в дозах N_{21} и N_{31} обеспечивает получение урожайности в среднем 9,25-10,35 ц/га и содержание масла 38,1-39,6%, сочетание 1,5 ц/га азофоски с 0,5 ц/га аммиачной селитры ($N_{41}P_{24}K_{24}$) формирует в среднем 11-11,5 ц/га с масличностью 39,6-40,2%. Азофоска по 0,6; 0,9 и 1 ц/га обеспечивает по 5-летним данным урожайность 10,1-10,65 ц/га и содержание масла 39,5-41,1%, а диаммофос и диаммофоска – по 0,8 ц/га, по однолетним данным – 13,1-16,9 ц/га с содержанием масла 44,6-50%. Самая высокая продуктивность по 3-летним опытам формируется при допосевном внесении 150 кг/га КАС-32 с 0,5 ц/га аммофоса и припосевном совместно 50 кг/га КАС-32, 50 кг/га сульфата аммония и 80 кг/га диаммофоски.

Keywords: oil flax, ammonia nitrate, nitrogen-phosphorus-potassium fertilizer (azophoska), ammonium phosphate fertilizer (ammophos), diammonium phosphate,

compound NPK fertilizer (diammophoska), urea-ammonia liquor KAS-32, ammonium sulfate, yielding capacity, oil content.

Generalization of long-term studies on the effectiveness of ammonia nitrate, nitrogen-phosphorus-potassium fertilizer (azophoska) and their combinations, and the experiments with the application of CAS-32, ammonium sulfate and compound NPK fertilizers allows concluding that the application of ammonia nitrate in doses of N_{21} and N_{31} under oil flax of the Severniy variety ensures average yields of 0.925-1.035 t ha and oil content of 38.1-39.6%; the combination of nitrogen-phosphorus-potassium fertilizer (azophoska) (0.15 t ha) with ammonia nitrate ($N_{41}P_{24}K_{24}$) (0.05 t ha) forms the average yield of 1.1-1.15 t ha with oil content of 39.6-40.2%. According to 5-year data, nitrogen-phosphorus-potassium fertilizer (azophoska) in a rate of 0.06; 0.09 and 0.1 t ha ensures the yield of 1.01-1.065 t ha and the oil content of 39.5-41.1%; according to one-year data, diammonium phosphate and compound NPK fertilizer (diammophoska) (0.08 t ha) ensure the yield of 1.31-1.69 t ha with the content of 44.6-50%. According to 3-year long experiments, the highest productivity is formed with pre-sowing application of 150 kg ha of urea-ammonia liquor KAS-32 with 0.05 t ha of ammonium phosphate fertilizer and sowing application of 50 kg ha of urea-ammonia liquor KAS-32, 50 kg ha of ammonium sulfate and 80 kg ha of diammonium phosphate.

Латарцев Павел Юрьевич, директор производства, АО «Орбита», г. Барнаул, Российская Федерация
e-mail: niihim1@mail.ru.

Latartsev Pavel Yurevich, Production Manager, AO "Orbita", Barnaul, Russian Federation, e-mail: niihim1@mail.ru.

В связи с востребованностью на международном рынке, ценовой политикой государства и

уникальностью свойств под льном масличным ежегодно увеличиваются посевные площади в

разных регионах РФ. Нарастают площади его возделывания и в Алтайском крае [1].

Так, по данным статотчетности, по сравнению с 2004 г., они выросли с 4,8 тыс. га до 10,3 в 2011 г., 209,1 тыс. га – в 2021 г., в 2022 г. им было засеяно 273,8 тыс. га, или в 1,3 раза больше, чем в 2021 г.

Сейчас его возделывают более чем в 40 районах края, что обусловлено его биологическими особенностями (короткий вегетационный период, засухоустойчивость), сравнительно простой технологией выращивания аналогичной зерновым и включением в севообороты в зонах с минимальной обработкой почвы.

Наряду с выбором сорта, сроком и нормой посева для повышения его продуктивности важным фактором является регулирование питания.

Анализ урожайности льна по краю за 2015-2021 гг. показал существенное варьирование от 6,8 до 11,4 ц/га, что обусловлено отсутствием научно обоснованной системы применения удобрений при внедрении ресурсосберегающих технологий с минимальной обработкой почвы и no-till.

Лен реагирует на обеспеченность почвы, начиная с первых фаз жизни, доступными формами азота, фосфора, а в период образования лубяных волокон в соломе и формирования семян – калием.

В литературе приводится много результатов по эффективности внесения полного удобрения под предпосевную культивацию. В опытах Д.В. Виноградова и А.А. Кунцевич в Рязанской области при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ и $N_{90}P_{60}K_{60}$ в виде NH_4NO_3 , KCl, аммофоса под лен сорта Санлин, соответственно данным, урожайность увеличилась до 1,8 и 1,86 т/га против 1,76 т/га при содержании масла 39,9-43,5%.

При норме высева 8 млн шт/га по вариантам количество коробочек составляло 26 и 29,6 шт. [2].

В опытах с этим же сортом и теми же дозами, но с использованием селитры, 40%-ной калийной соли и суперфосфата отмечалось сильное варьирование густоты в зависимости от посевной нормы: на контроле – 273-543 шт., по $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 286-555 и по 3-му варианту – по 298-568 шт/м². Количество коробочек, соответственно, составляло 26,7-27,1; 27,7-29,9 и 29,4-21,7 шт. Урожайность получена в пределах 1,47-2,15 т/га, максимальной она была по варианту с большей дозой [3].

Допосевное внесение $N_{60}P_{60}$, $N_{60}P_{90}$ и посев сеялкой СЗС-2,1 на черноземах в Омской области обеспечили получение прибавок урожайности по первому сочетанию 0,84 т/га, а по 2-му – 0,62 т/га [4].

Внесение удобрений под предпосевную культивацию $N_{60}P_{60}K_{20}$, $N_{40}P_{36}K_{34}$, $N_{60}P_{90}K_{20}$ и $N_{90}P_{60}K_{20}$ с использованием аммиачной селитры, нитроаммофоски, аммофоса, рассчитанных на урожайность 20 ц/га, на повышение масличности и белка, по данным А.С. Кочкина и А.Н. Есаулко, обеспечивало варьирование урожайности по годам с разной тепло- и влагообеспеченностью: в более холодном году при урожае на контроле 0,92 т/га по удобренным вариантам она была равна 1,36-1,82 т/га, а в более благоприятном – соответственно, 2,45 и 2,78-3,05 т/га. Содержание масла при 43,5% на контроле по удобренным вариантам было 41,9-46,9 %, а белка –20,4-24,3% против 21,5%. Самым эффективным был в среднем за 2 года $N_{60}P_{90}K_{20}$. При этом густота варьировала в холодный год в пределах 235-246 шт., а в благоприятный – 296-334 шт., количество коробочек 20,2-24,8 шт. против 8-13,2 шт. на контроле [5].

В опытах О.Ю. Сорокиной в Центральном Нечерноземье на дерново-подзолистых почвах с сортом Уральский в среднем за 2 года при внесении 2 ц/га азофоски ($N_{32}P_{32}K_{32}$) с двукратным применением биопрепаратов при урожайности на контроле 5,2 ц/га она повысилась до 9 ц/га, а в дозе 3 ц/га ($N_{48}P_{48}K_{48}$) – до 7,6 ц/га, количество коробочек увеличилось при 4,6 шт. на контроле до 6,5-7,8 шт. Увеличилась и урожайность соломки [6].

По данным П.М. Гайнуллина, внесение сочетаний удобрений с разной дозой азота: N_{30} ; $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$ обеспечивает рост урожайности с 1,38 до 1,54-1,68 т/га только при внесении сочетаний с дозой N 45 и 60 кг/га, содержание масла на этих вариантах увеличилось с 37 до 37,5-38,8% [7].

На южных черноземах Алтайского края внесение диаммофоски в дозе $N_{28}P_{39}K_{39}$ повысило урожайность семян на 20% и содержание масла на 1% (с 43,1 до 44,1%) [8]. На темно-каштановых почвах сухой степи (Волчихинский район) при разных сроках сева от внесения аммиачной селитры в дозах 0,35 и 0,7 ц/га и азофоски 0,75 и 1 ц/га выше урожайность семян сформировалась по дозе селитры 0,7 ц/га и азофоски – 1 ц/га в ранний срок сева (19 мая).

Прибавки составили 1,77 и 1,33 ц/га. Во второй срок сева (27 мая) при внесении азофоски прирост не получен, а по селитре они были в пределах ошибки [9].

В опубликованных работах по опытам с внесением разных видов азотных и комплексных удобрений были приведены результаты по эффективности [10, 11].

Целью работы явилась оценка действия припосевного внесения под лен масличный по многолетним опытам аммиачной селитры и азофоски, а также аммофоса, диаммофоса, диаммофоски, внесенных отдельно и с применением КАС-32.

Задачи предусматривали определение результатов эффективности по всем проведенным опытам в 2012-2014, 2017, 2020 и 2021 годах.

Опыты проводились в 2 почвенно-климатических зонах – Предгорья Салаира и умеренно-засушливая колючая степь Алтайского Приобья в хозяйствах АО «Орбита»: Максаровское (Кытмановский р-н), Алтай (Калманский р-н), Мамонтовское (Мамонтовский р-н), Вылковское (Тюменцевский р-н).

Почва во всех хозяйствах чернозем выщелоченный среднесиловый, среднесуглистый, среднесуглистый. Перед закладкой опытов характеризовалась низкой обеспеченностью азотом, высокой и повышенной фосфором и обменным калием.

Годы исследований отличались от средне-многолетней нормы по количеству осадков и их распределению, а также температурой. ГТК за вегетацию в Предгорьях Салаира варьировал от 0,95 до 1,65 при норме 0,95, а в умеренно-засушливой колючей степи Алтайского Приобья – от 0,59 до 1,68 (при норме 0,89-0,94).

В опытах вносили аммиачную селитру (N – 34,5%), азофоску марки 16:16:16, аммофос (N₁₂P₅₂), диаммофос, диаммофоску (N₁₀P₂₆K₃₆), КАС-32 (N – 32%), сульфат аммония (N₂₀S₂₄). Все твердые удобрения вносили одновременно с посевом в один рядок с семенами, а КАС-32 – в 2017 и 2020 гг. под предпосевную обработку, в

2021 г – вместе с диаммофоской и сульфатом аммония при посеве. Все результаты в опытах достоверны, НСР просчитывалась ежегодно.

Содержание масла определяли по ГОСТ 10857-64. Выход масла рассчитывали с учетом урожайности семян.

Обсуждение результатов

Внесение разных доз аммиачной селитры в среднем обеспечивает получение урожайности в пределах 9,95-13,0 ц/га с превышением контроля на 1,05-1,8 ц/га, или на 13-16,7% (табл. 1).

При этом селитра оказала влияние на густоту и количество коробочек. Некоторое снижение по N₂₄ и N₄₄S (результаты одногодичного опыта) обусловлено резкой засушливостью. Количество коробочек по 5-летним опытам составляло 9,95-10,35 шт., против 19,5-19,6 шт., что обусловлено прежде всего разной густотой. При большем числе коробочек сформировался и более высокий урожай – 12,9-13 ц/га, однако масса 1000 семян была наименьшей, но масличность, особенно при внесении смеси селитры с сульфатом аммония, значительно выше – 41,6-44% против 38,1-39,6%, соответственно, и выход масла с 1 га – 4,65-5,72 ц/га против 3,74-3,95 ц/га.

Согласно приведенным данным, все дозы селитры оказывают эффект, обеспечивая повышение урожайности, качество семян, перспективно наличие в сочетании серы.

Как отмечалось ранее, лен масличный реагирует на улучшение фосфорного и калийного питания, что можно достичь внесением дополнительно к селитре азофоски. Как видно из данных следующей таблицы, по средним 2- и 3-летним опытам внесение тройных сочетаний при густоте 293-400 шт/м² и количестве коробочек в пределах 5,9-12,3 шт. растение обеспечивало получение более высокой прибавки урожая – 2-2,2 ц/га, или прирост в 20,5-25,3% по сравнению с контролем. При этом масса 1000 семян составляла 6,2-6,56 г, масличность – 38,7-41,6% с выходом масла – 4,22-4,51 ц/га.

Таблица 1

Действие припосевного внесения аммиачной селитры на структуру, урожайность и качество семян

Варианты	Густота, шт/м ²	Кол-во короб., шт.	Ур-ть, ц/га	Прибавка		Масса 1000 семян, г	% масла	Выход масла, ц/га
				ц/га	%			
N ₂₁ (4 опыта)	356	7,0	9,95	1,15	13,0	6,38	39,6	3,95
N ₂₄ (1 опыт)	290	19,6	12,9	1,7	15,2	3,57	41,6	4,65
N ₃₁ (5 опытов)	346	9,5	10,35	1,25	13,7	6,24	38,1	3,74
N ₄₄ S (1 опыт)	260	19,5	13,0	1,8	16,1	3,70	44,0	5,72

Таблица 2

Эффективность совместного внесения при посеве аммиачной селитры с азотфоской

Варианты	Густота, шт/м ²	Кол-во короб., шт.	Ур-ть, ц/га	Прибавка		Масса 1000 семян, г	% масла	Выход масла, ц/га
				ц/га	%			
N ₂₇ P _{9,6} K _{9,6} (2 опыта)	305	5,9	10,9	2,0	20,5	6,56	41,6	4,54
N _{31,5} P _{14,4} K _{14,4} (2 опыта)	294	6,4	11,1	2,2	24,7	6,51	40,2	4,46
N ₃₅ P ₁₆ K ₁₆ (2 опыта)	293	12,3	10,9	2,2	25,3	6,42	38,7	4,22
N ₄₁ P ₂₄ K ₂₄ (3 опыта)	400	8,5	11,5	2,0	21,4	6,20	39,6	4,51

Оценивая результаты опытов с сочетанием селитры и азотфоски, можно отметить, что наибольший прирост урожайности обеспечивают сочетания 0,9-1 ц/га азотфоски с 0,5 ц/га селитры.

В условиях производства при посеве комплексами, высеваящими в один рядок семена и удобрения, используют одни комплексные удобрения.

В таблице 3 показаны результаты исследований по вариантам внесения разных доз азотфоски – 0,6; 0,9 и 1 ц/га, аммофоса – 0,5 ц/га, диаммофоса – 0,8 ц/га и диаммофоски – 0,8 ц/га.

Как видно, густота растений, кроме варианта с диаммофоской, находилась на оптимальном для посевных комплексов John Deere уровне – 310-364 шт/м². Более низкая густота по последнему варианту обусловлена воздействием заморозков в 2021 г. в период елочки.

Количество образовавшихся коробочек равно 7,25-22,4 шт., что связано прежде всего с густотой.

Прибавки урожайности по сравнению с вариантами сочетаний селитры с азотфоской варьируют в более широких пределах – 1-2,6 ц/га, что составляет 9,8-21,3%. Средний урожай находится на уровне 10,1-16,9 ц/га и сравнительно выше по вариантам однолетних опытов, когда на растениях насчитывалось большее число коробочек – 10,8-22,4 шт. против 7,25-8,4 шт. Однако масса 1000 семян заметно выше была по вариантам с азотфоской. Самая низкая масса семян была по вариантам с аммофосом и диаммофосом – 3,55-4,4 г, по сравнению с диаммофоской – 6,8 г.

Заслуживает внимания действие повышенного количества фосфора (до 42 кг/га) в сочетании для Кытмановского района за счет использования диаммофоса в дозе 0,8 и 0,8 ц/га диаммофоски в Алтайском Приобье на масличность и выход масла при урожае семян 12,3-16,9 ц/га.

Важное практическое значение имеют результаты эффективности включения в сочетания жидкого азотного удобрения КАС-32 (табл. 4).

Таблица 3

Влияние припосевного внесения комплексных удобрений на структуру, урожайность и качество семян (2012-2021 гг.)

Варианты	Густота, шт./м ²	Кол-во короб., шт.	Ур-ть, ц/га	Прибавка		Масса 1000 семян, г	% масла	Выход масла, ц/га
				ц/га	%			
Азотфоска – 0,6 ц/га (N _{9,6} P _{9,6} K _{9,6})(3 опыта)	349	7,3	10,30	1,65	19,0	6,11	41,1	4,15
Азотфоска – 0,9 ц/га (N _{14,4} P _{14,4} K _{14,4})(3 опыта)	333	7,25	10,65	2,05	23,6	6,24	41,0	4,59
Азотфоска – 1 ц/га (N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆)(5 опытов)	364	8,4	10,10	1,00	11,0	6,32	39,5	3,96
Аммофос – 0,5 ц/га (N ₆ P ₂₆)(1 опыт)	310	15,4	12,30	1,10	9,8	3,55	42,9	5,27
Диаммофос – 0,8 ц/га (N ₁₀ P ₄₂)(1 опыт)	345	10,8	13,10	2,30	21,3	4,40	44,6	5,80
Диаммофоска – 0,8 ц/га (N ₈ P ₂₁ K ₂₁)(1 опыт)	266	22,4	16,90	2,30	18,0	6,80	50,0	9,95

Эффективность действия сочетаний КАС-32 с комплексными удобрениями

Варианты	Густота, шт/м ²	Кол-во короб., шт.	Ур-ть, ц/га	Прибавка		Масса 1000 семян, г	% масла	Выход масла, ц/га
				ц/га	%			
N ₆₉ P ₂₆	310	17,2	17,3	6,1	54,4	3,6	43,6	7,54
N ₄₂ P ₄₂	310	14,6	14,0	3,2	29,6	7,9	44,1	6,2
N ₅₃ P ₄₂	315	14,3	14,1	3,3	30,3	7,8	43,4	6,1
N ₇₃ P ₄₂	315	9,6	14,8	4,0	37,0	7,6	43,7	6,5
N ₄₀ P ₂₁ K ₂₁ S ₁₂	286	25,9	22,3	8,0	55,9	6,33	50,6	11,28
N ₄₉ P ₁₃ K ₁₃ S ₁₇	264	26,3	18,3	4,0	28,0	6,40	50,5	9,24
N ₄₅ P ₁₃ K ₁₃ S ₇	265	19,2	17,9	3,6	25,2	6,10	50,2	8,98

В таблице 4 показаны однолетние результаты исследований на 2017, 2020, 2021 гг., разные по гидротермическим условиям. При этом сочетание N₄₀P₂₁K₂₁S₁₂ (кроме серы) близко к сочетаниям N₄₁P₂₄K₂₄ (смеси селитры с азофоской), N₄₉P₁₃K₁₃ и сочетаниям N_{31,5}P_{14,4}K_{14,4} и N₃₅P₁₆K₁₆, используемые в 2012-2014 годах.

Полученные результаты показывают некоторые отличия густоты по полным сочетаниям с серой – 264-286 шт. и большим количеством коробочек – 19,2-26,3 шт. против, соответственно, 310-315 шт/м² и 9,6-17,2 шт., что связано с введением в сочетание калия и серы и погодными условиями. Урожайность получена в пределах 14,1-22,3 ц/га против 10,9-11,5 ц/га по аналогичным сочетаниям с селитрой и азофоской. Прибавки к контролю составляли 3,2-8,0 ц/га, или выше контроля на 25,2-55,9%, масса 1000 семян находилась в пределах 6,1-7,9 г. Масличность варьировала с 43,4 до 50,6% с заметным превышением по сочетаниям, содержащим калий и серу, по которым был наибольший выход масла – 8,98-11,28 ц/га. По сравнению с аналогичными сочетаниями селитры и азофоски масличность повысилась с 38,7-40,2 до 50,2-50,6%, а выход масла – в 2 раза и более.

Таким образом, обобщая результаты исследований с внесением аммиачной селитры, ее смеси с азофоской, комплексных удобрений и их смеси с КАС-32, можно заключить, что внесение аммиачной селитры в дозе N₂₁, N₂₄, N₃₁, N₄₄S₁₄ обеспечивает рост урожайности на 13,0-16,1% с выходом масла 3,74-5,72 ц/га, а сочетания аммиачной селитры с азофоской (N₂₇P_{9,6}K_{9,6}; N_{31,5}P_{14,4}K_{14,4}; N₄₅P₁₆K₁₆ и N₄₁P₂₄K₂₄) повышают продуктивность льносемян на 20,5-25,3% с выходом масла 4,22-4,54 ц/га. При внесении одних комплексных удобрений (азофоски в дозах 0,6; 0,9; 1 ц/га, аммофоса по 0,5 ц/га, диаммофоса

0,8 ц/га и диаммофоски 0,8 ц/га) урожай повышается на 9,8-23,6% с выходом масла в основном в пределах 3,96-5,8 ц/га.

Включение КАС-32 в дозах 50, 70, 100 и 150 кг/га совместно с комплексными удобрениями и сульфатом аммония обеспечивает повышение урожайности по отношению к контролю на 25,2-55,9% с выходом масла 6,1-11,28 ц/га.

В целях получения урожая семян льна масличного на уровне 11,1-11,5 ц/га с содержанием масла 39,6-40,2%, на уровне 12,3-16,9 ц/га с содержанием масла 42,9-50%, на уровне 17,3-22,3 ц/га с 43,6-50,6 % масла эффективно вносить, соответственно: 1-1,5 ц/га азофоски с 0,5 ц/га аммиачной селитры; диаммофос по 0,8 ц/га и диаммофоски по 0,8 ц/га и 150 кг/га КАС-32 с 0,5 ц/га аммофоса, или 50 кг/га КАС-32, 50 кг/га сульфата аммония и 80 кг/га диаммофоски.

Библиографический список

1. Статистический ежегодник «Алтайский край» 2015-2019: статистический сборник / Управление федеральной службы гос. статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай. – Барнаул, 2000. – 280 с. – Текст: непосредственный.
2. Виноградов, Д. В. Влияние норм высевы и удобрений на продуктивность льна масличного. – Текст: непосредственный / Д. В. Виноградов, А. А. Кунцевич. – Текст: непосредственный // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6. – С. 182-186.
3. Особенность формирования продуктивности льна масличного при разном уровне питания / Д. В. Виноградов, В. Н. Перегудов, Н. А. Артемова, А. В. Поляков. – Текст: непосредственный // Агротехнический вестник. – 2010. – № 3. – С. 23-24.

4. Шумская, А. А. Влияние азотных удобрений на урожайность льна масличного на обыкновенном черноземе степной зоны Полтавского района Омской области / А. А. Шумская, Ю. И. Ермохин. – Текст: непосредственный // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2015. – С. 7-12.

5. Кочкин, А. С. Оптимизация минерального питания льна масличного на черноземе выщелоченном / А. С. Кочкин, А. Н. Есаулко. – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2010. – № 2. – С. 34-36.

6. Сорокин, Д. П. Влияние норм высева на качество семян сортов льна масличного в условиях северной лесостепи Тюменской области / Д. П. Сорокин, А. Ю. Першаков, Р. И. Белкина. – Текст: непосредственный // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые виды и решения: материалы VIII Международной студенческой научно-практической конференции. – Тюмень, 2019. – С. 57-61.

7. Гайнуллин, П. М. Возродим масличный лен / П. М. Гайнуллин. – Текст: непосредственный // Достижения науки и технологии АПК. – 2008. – № 5. – С. 37-38.

8. Чавкункин, С. М. Эффективность диаммофоски и биологически активных веществ при возделывании льна межулка на южных черноземах засушливой степи: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Чавкункин Сергей Михайлович. – Барнаул, 2005. – 21 с. – Текст: непосредственный.

9. Черенков, О. А. Формирование продуктивности льна межулка под влиянием удобрений на фоне гербицидов при посеве в разные сроки на темно-каштановых почвах: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Черенков Олег Альбертович. – Барнаул, 2009. – 21 с. – Текст: непосредственный.

10. Антонова, О. И. Эффективность припосевного внесения аммиачной селитры и азофоски под лен масличный при его повторном посеве / О. И. Антонова, П. Ю. Латарцев. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 6 (116). – С. 5-10.

11. Латарцев, П. Ю. Эффективность разных видов азотных удобрений под лен масличный в условиях колочной степи Алтайского края / П. Ю. Латарцев, О. И. Антонова. – Текст: непо-

средственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 6 (116). – С. 13-18.

References

1. Statisticheskii ezhegodnik «Altaiskii krai» 2015-2019: Stat. sbornik / Upravlenie federalnoi sluzhby gos. statistiki po Altaiskomu kraiu i Respublike Altai. – Barnaul, 2000. – 280 s.

2. Vinogradov D.V., Kuntsevich A.A. Vliianie norm vyseva i udobrenii na produktivnost lna maslichnogo // Vestnik KrasGAU. – 2015. – No. 6. – S. 182-186.

3. Vinogradov D.V., Peregudov V.N., Artemova N.A., Poliakov A.V. Osobennost formirovaniia produktivnosti lna maslichnogo pri raznom urovne pitaniia // Agrokhimicheskii vestnik. – 2010. – No. 3. – S. 23–24.

4. Shumskaia A.A., Ermokhin Iu.I. Vliianie azotnykh udobrenii na urozhainost lna maslichnogo na obyknovennom chernozeme stepnoi zony Poltavskogo raiona Omskoi oblasti. – Omsk, 2015. – S. 7–12.

5. Kochkin A.S., Esaulko A.N. Optimizatsiia mineralnogo pitaniia lna maslichnogo na chernozeme vyshchelochennom // Plodorodie. – 2010. – No. 2. – S. 34-36.

6. Sorokin D.P., Pershakov A.Iu., Belkina R.I. Vliianie norm vyseva na kachestvo semian sortov lna maslichnogo v usloviakh severnoi lesostepi Tiimenskoi oblasti // Aktualnye voprosy nauki i khoziaistva: novye vidy i resheniia: materialy VIII Mezhdunar. stud. nauch.-prakt. konf. – Tiumen, 2019. – S. 57-61.

7. Gainullin P.M. Vozrodim maslichnyi len // Dostizhenie nauki i tekhnologii APK. – 2008. – No. 5. – S. 37-38.

8. Chavkunkin S.M. Effektivnost diammofofski i biologicheskii aktivnykh veshchestv pri vzdelyvanii lna mezheumka na iuzhnykh chernozemakh zasushlivoi stepi: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Barnaul, 2005. – 21 s.

9. Cherenkov O.A. Formirovanie produktivnosti lna mezhumka pod vliianiem udobrenii na fone gerbitsidov pri poseve v raznye sroki na temno-kashtanovykh pochvakh: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Barnaul, 2009. – 25 s.

10. Antonova O.I. Effektivnost priposevnogo vneseniia ammiachnoi selitry i azofoski pod len maslichnyi pri ego povtornom poseve / O.I. Antonova, P.Iu. Latartsev // Vestnik Altaiskogo gosudar-

stvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – No. 6 (116). – S. 5-10.

11. Latartsev P.Iu. Effektivnost raznykh vidov azotnykh udobrenii pod len maslichnyi v usloviakh

kolochnoi stepi Altaiskogo kraia / P.Iu. Latartsev, O.I. Antonova // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – No. 6 (116). – S. 13-18.



УДК 633.853.494.631.81.095.337

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-215-9-11-16

О.И. Антонова, К.Р. Вепрынцева

O.I. Antonova, K.R. Vepryntseva

РОЛЬ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ РАПСОВОГО СЫРЬЯ С ВЫСОКИМ НАКОПЛЕНИЕМ МАСЛА И БЕЛКА НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

ROLE OF TRACE ELEMENTS IN GROWING RAPE PLANTS WITH HIGH OIL AND PROTEIN CONTENT AGAINST THE BACKGROUND OF FERTILIZER APPLICATION

Ключевые слова: яровой рапс, биогенные микроэлементы, потребление, вынос, накопление, выход, урожайность, белок, масличность.

Установлено влияние удобрений на потребление биогенных микроэлементов (Fe, Zn, Cu, Co, Mn, Mo, B), формирование урожайности семян и накопление в них белка и масла. В большем количестве в семенах содержится, мг/кг: Mn (27,2-33,7), Fe (20,48-29,9), Zn (12,41-16,2), B (7,49-9,31), заметно меньше Cu (1,29-1,67), Mo (0,33-0,55) и Co (0,13-0,4), которые влияют на белковый и жировой обмен в растениях. В зависимости от сочетания удобрений получена урожайность семян 4,58-5,81 т/га при 3,83 т/га на контроле, при содержании белка в семенах в пределах 19,1-22,1% и масла 44,7-50,7%. Наибольший выход белка и масла произошел при уровне выноса микроэлементов, г/га: Fe – 136,25-154,89; Zn – 79-83; Mn – 157-179; Cu – 7,1-8,2; Mo – 1,6-2,4 и Co – 0,67-0,83 по сочетаниям $N_{73}P_{39}K_{13}S_{14}$, $N_{86}P_{26}K_{26}S_{14}$ и $N_{21}P_{37}S_{14}$. Согласно полученной урожайности, массе накопления белка и масла в семенах, оптимальным уровнем содержания в них микроэлементов является, мг/кг: Fe – 27,3; Zn – 15,5; Mn – 32,3; Cu – 1,4; Mo – 0,39 и Co 0,13, что обеспечивает урожайность 4,96-5,81 т/га, накопление белка – 1,02-1,16 т/га и масла – 2,39-2,75 т/га.

Keywords: spring rape, biogenic trace elements, consumption, removal, accumulation, yield, yielding capacity, protein, oil content.

The effect of fertilizers on the consumption of biogenic trace elements (Fe, Zn, Cu, Co, Mn, Mo, B), the formation of seed yields and the accumulation of protein and oil was determined. The following trace elements affecting protein and fat metabolism in plants were found in seeds in large amounts (mg kg): Mn (27.2-33.7), Fe (20.48-29.9), Zn (12.41-16.2), B (7.49-9.31); considerably smaller amounts of Cu (1.29-1.67), Mo (0.33-0.55) and Co (0.13-0.4). Depending on the combination of fertilizers, seed yield of 4.58-5.81 t ha was obtained as compared to 3.83 t ha of the control; the protein content in seeds ranged within 19.1-22.1%, and the oil content - 44.7-50.7%. The highest yield of protein and oil was obtained at the following levels of trace element removal (g ha): Fe (136.25-154.89); Zn (79-83); Mn (157-179); Cu (7.1-8.2); Mo (1.6-2.4) and Co (0.67-0.83) with the combinations of $N_{73}P_{39}K_{13}S_{14}$, $N_{86}P_{26}K_{26}S_{14}$ and $N_{21}P_{37}S_{14}$. According to the obtained yields and protein and oil accumulation in seeds, the optimal levels of trace elements in seeds are as following (mg kg): Fe - 27.3; Zn - 15.5; Mn - 32.3; Cu - 1.4; Mo - 0.39 and Co - 0.13; these levels ensure the yield of 4.96-5.81 t ha, protein accumulation of 1.02-1.16 t ha and oil accumulation of 2.39-2.75 t ha.

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.

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.

Введение

Семена рапса содержат 40-45% масла (в т.ч. линолевую, линоленовую жирные кислоты) и 20-25% белка (в т.ч. незаменимые аминокислоты – лизин, метионин, цистеин, треонин, триптофан,

аргинин) [1], поэтому рапс имеет большое продовольственное, кормовое, техническое и агроэкологическое значение. Микроэлементы в жизни растений, не входя в состав органических соединений, играют важную роль [2, 3]. Так Zn