

# АГРОНОМИЯ

УДК 633.521:631.8:631.559:633.11(571.15)

О.И. Антонова, С.Н. Черепанов  
O.I. Antonova, S.N. Cherepanov

## ВЛИЯНИЕ ПРИПОСЕВНОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН, СОЛОМКИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО И ПОКАЗАТЕЛИ ИХ КАЧЕСТВА ПО ПРЕДШЕСТВЕННИКУ ПШЕНИЦЫ

### EFFECT OF SEEDBED APPLICATION OF FERTILIZERS ON SEED AND STRAW YIELD OF OILSEED FLAX AND THEIR QUALITY INDICES AFTER WHEAT AS FORECROP

**Ключевые слова:** лен масличный, аммиачная селитра, азофоска, дозы, масса семян, масличность, волокно, сбор масла, сбор волокна.

Расширение посевов льна масличного межеумочного типа в районах умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края требует разработки технологии его возделывания применительно к существующим севооборотам. В литературе есть указания, что для него хорошими предшественниками являются зерновые, зернобобовые, многолетние травы. Однако очень слабо освещается вопрос о системе удобрений, особенно при внедрении ресурсосберегающих технологий. В связи с этим целью исследований явилось изучение эффективности припосевного внесения под лен масличный разных доз и сочетаний аммиачной селитры и азофоски по предшественнику яровая пшеница на фоне гербицидов. Исследования проводили в Мамонтовском хозяйстве ЗАО «Орбита» Мамонтовского района, расположенного в условиях умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края, подзоне обыкновенных черноземов. Удобрения согласно схеме вносили при посеве льна сеялкой «Джон Дир-1890» с междурядьями 19 см. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднесуглинистый малогумусный среднесуглинистый с близкой к нейтральной реакцией среды (рНв – 7,1), содержанием гумуса – 4,5%, низкой обеспеченностью нитратным азотом – 4,8 мг/кг, высокой подвижным фосфором – 250 мг/кг и обменным калием – 200 мг/кг. В условиях умеренно засушливой и колючей степи при возделывании льна на черноземных почвах после яровой пшеницы эффективно при посеве вносить по 0,6-0,9 ц/га азофоски с 0,5 ц/га се-

литры или сочетания  $N_{32}P_{10-14}K_{10-14}$ , но более эффективно  $N_{32}P_{14}K_{14}$ .

**Keywords:** oilseed flax, ammonium saltpeter, complete fertilizer, application rates, seed weight, oil content, fiber, oil yield, fiber yield.

The increase of the areas under oilseed flax in the temperate-arid and forest-outlier steppe of the Altai Region requires the cultural practices relating to the existing crop rotations. According to the literature data, cereal crops, legumes and perennial grasses are good forecrops for flax. But there is limited information of the fertilization system particularly under resource-saving technologies. The research goal was to study the effectiveness of seedbed application of different rates and combinations of ammonium saltpeter and complete fertilizers for oilseed flax with spring wheat as forecrop against the background of herbicides. The studies were conducted on the farm of the ZAO "Orbita" of the Mamontovskiy District located in the temperate-arid steppe of the Altai Region in the subzone of common chernozems. The fertilizers were applied at flax seeding with John Deere 1890 air seeder with 19 cm row-width spacing. The soil of the trial plot was represented by medium-thick low-humus medium-loamy common chernozem. The soil reaction (pH 7.1) was close to neutral, the humus content made 4.5%. The soil was low in nitric nitrogen (4.8 mg kg), high in labile phosphorus (250 mg kg) and exchange potassium (200 mg kg). For oilseed flax cultivation in the conditions of temperate-arid and forest-outlier steppe on chernozems after spring wheat it is efficient to apply at seeding 0.06-0.09 t ha of complete fertilizer with 0.05 t ha of ammonium saltpeter, or the combination of  $N_{32}P_{10-14}K_{10-14}$ , though  $N_{32}P_{14}K_{14}$  is more efficient.

**Антонова Ольга Ивановна**, д.с.-х.н., проф., каф. почвоведения и агрохимии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: 905-980-5180. E-mail: nihim1@mail.ru.

**Черепанов Сергей Николаевич**, аспирант, каф. почвоведения и агрохимии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: 962-808-4391. E-mail: nihim1@mail.ru.

**Antonova Olga Ivanovna**, Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agro-Chemistry, Altai State Agricultural University. Ph.: 905-980-5180. E-mail: nihim1@mail.ru.

**Cherepanov Sergey Nikolayevich**, Post-Graduate Student, Chair of Soil Science and Agro-Chemistry, Altai State Agricultural University. Ph.: 962-808-4391. E-mail: nihim1@mail.ru.

### Введение

Расширение посевов льна масличного межеумочного типа в районах умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края требует разработки технологии его возделывания применительно к существующим севооборотам. В литературе есть указания, что хорошими предшественниками для него являются зерновые, зернобобовые, многолетние травы [1-6].

Однако очень слабо освещается вопрос о системе удобрений, особенно при внедрении ресурсосберегающих технологий [8].

В связи с этим **целью наших исследований** явилось изучение эффективности припосевного внесения под лен масличный разных доз и сочетаний аммиачной селитры и азофоски по предшественнику яровая пшеница на фоне гербицидов.

### Объекты и методы исследований

Исследования проводили в Мамонтовском хозяйстве ЗАО «Орбита» Мамонтовского района, расположенного в условиях умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края, подзоне обыкновенных черноземов.

Удобрения согласно схеме вносили при посеве льна сеялкой «Джон Дир-1890» с междурядьями 19 см. Норма высева семян – 60 т/га. Сорт льна – Северный. В фазу елочки посев обрабатывался против злаковых и двудольных сорняков баковой смесью гербицидов – 0,005 кг/га Зингер, СП с 0,9 л/га Форвард, МКЭ.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднемощный малогумусный среднесуглинистый с близкой к нейтральной реакцией среды (рНв – 7,1), содержанием гумуса – 4,5%, низкой обеспеченностью нитратным азотом – 4,8 мг/кг, высокой – подвижным фосфором – 250 мг/кг и обменным калием – 200 мг/кг.

В основные фазы роста отбирали почвенные образцы на глубину 0-20 и 20-40 см, в которых определяли полевую влажность, рНв, и подвижные питательные вещества по общепринятым в агрохимических исследованиях методам: влажность – весовым методом, рНв – ионометрически, NO<sub>3</sub> – ионометрически, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O – в одной вытяжке по Чирикову, статистическая обработка результатов исследования проводилась методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [7].

В растительных образцах в период уборки определяли: в семенах – массу 1000 семян, содержание масла; в соломке – содержание волокна.

### Экспериментальная часть

Вегетационный период в год проведения исследований характеризовался повышенным количеством осадков и более низкими температурами по сравнению с многолетней

нормой. Особенно прохладными были май и июнь, когда дневная температура оказалась до 6-8<sup>0</sup>С и ниже, а на поверхности почвы – даже до 0<sup>0</sup>С. Отмечались сильные ветра, что при ливневых осадках иссушало почву пахотного горизонта, что сказалось на запасах продуктивной влаги.

Лен требователен к влаге к периоду бутонизации, когда формируются репродуктивные органы и максимально нарастает надземная масса. Оптимальными для него считаются запасы продуктивной влаги в слое 0-20 см – 30 мм и в слое 0-50 см – 50 мм. В таблице 1 приведены данные по запасам влаги в период быстрого роста – начала бутонизации и в уборку.

Более высокими они были в фазу быстрого роста, составляя 15,8-30,8 мм в пахотном и 36,7-4,2 мм в слое 0-40 см, а оптимальными – по варианту внесения селитры с азофоской – 0,6 ц/га. Самыми низкими запасами характеризовались варианты с внесением азофоски по 0,6 и 0,9 ц/га. Неодинаковые уровни продуктивной влаги в этот и последующие сроки обусловлены разным потреблением влаги льном по вариантам в связи с формированием разной урожайности.

Основной формой минерального азота были нитраты (табл. 2).

В среднем за вегетацию их содержание варьировало в пределах 14,6-17,1 мг/кг при 16,0 на контроле. Аммонийный азот по большинству вариантов находился в пределах 3,8-6,8 мг/кг. Однако по вариантам внесения одной аммиачной селитры его было 10,4-20,2 мг/кг. Сумма обеих форм азота варьировала от 18,5 до 27 мг/кг почвы при 22,7 на контроле. Содержание всех форм азота по удобренным вариантам (кроме варианта 0,6 ц/га селитры) было ниже контроля, что обусловлено потреблением обеих форм азота льном. Также ниже было и содержание подвижных фосфатов и обменного калия, подтверждается данными таблицы 3.

Особенно заметно значительное накопление азота в семенах и соломке по удобренным фонам и фосфора в семенах. Снижение калия в соломке могло быть обусловлено большей миграцией калия из надземной массы.

Улучшение питательного режима льна под влиянием удобрений способствовало большей сохранности растений, росту в длину и образованию коробочек, а в итоге – повышению семенной продуктивности (табл. 4).

Анализируя данные таблицы 4, можно отметить, что густота растений по вариантам к периоду уборки варьировала от 689 до 741 шт/м<sup>2</sup> при 710 шт/м<sup>2</sup> на контроле. В основном она была близкой 710-730 шт/м<sup>2</sup>, кроме варианта 0,6 ц/га азофоски – 689 шт/м<sup>2</sup> (самая низкая) и 0,9 ц/га аммиачной селитры – 741 шт/м<sup>2</sup> (самая высокая).

Таблица 1

*Запасы продуктивной влаги в почве в период быстрого роста и уборку, мм*

Вариант	Слой, см	Срок отбора образцов	
		20.06.13 г.	03.09.13 г.
Предшественник – яровая пшеница			
Контроль	0-20	15,8	5,6
	0-40	40,7	7,8
Аммиачная селитра 0,6 ц/га	0-20	22,6	9,4
	0-40	42,2	10,4
Аммиачная селитра 0,9 ц/га	0-20	25,2	11,6
	0-40	43,1	41,8
Азофоска 0,6 ц/га	0-20	24,6	12,2
	0-40	36,7	15,8
Азофоска 0,9 ц/га	0-20	21,6	14,0
	0-40	38,0	16,3
Аммиачная селитра 0,5 ц/га + Азофоска 0,6 ц/га	0-20	30,8	8,4
	0-40	54,2	11,4
Аммиачная селитра 0,5 ц/га + Азофоска 0,9 ц/га	0-20	18,2	4,7
	0-40	43,8	9,5

Таблица 2

*Среднее содержание подвижных форм питательных веществ за вегетацию по вариантам опыта в слое 0-40 см, мг/кг*

Вариант	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	16,0	6,8	22,7	223	115
0,6 ц/га аммиачной селитры	16,6	10,4	27,0	210	109
0,9 ц/га аммиачной селитры	15,7	20,2	20,6	194	109
0,6 ц/га азофоски	14,6	3,8	18,5	200	106
0,9 ц/га азофоски	16,6	5,6	22,2	167	100
0,9 ц/га азофоски + 0,5 ц/га аммиачной селитры	15,2	4,3	19,5	219	71
0,6 ц/га азофоски + 0,5 ц/га аммиачной селитры	17,1	4,2	21,3	209	84

Таблица 3

*Содержание элементов питания в семенах льна (предшественник яровая пшеница), %*

Вариант	Семена			Соломка		
	NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	4,66	0,63	1,92	0,97	0,13	3,72
0,6 ц/га аммиачной селитры	5,05	0,63	1,98	1,46	0,18	2,48
0,9 ц/га аммиачной селитры	4,76	0,55	2,11	1,16	0,12	2,48
0,6 ц/га азофоски	5,24	0,63	2,23	1,26	0,13	2,35
0,9 ц/га азофоски	4,69	0,61	1,93	1,26	0,11	2,29
0,9 ц/га азофоски + 0,5 ц/га аммиачной селитры	4,76	0,57	1,86	1,55	0,15	3,10
0,6 ц/га азофоски + 0,5 ц/га аммиачной селитры	4,27	0,59	1,92	0,97	0,11	2,48

Таблица 4

*Эффективность припосевного удобрения под лен после яровой пшеницы*

Вариант	Густота, шт/м <sup>2</sup>	Длина, см	Кол-во короб. на 1 раст., шт.	Урожайность семян, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Масса 1000 семян, г	% масла	Сбор масла, ц/га
Контроль	710	47,4	4,57	9,5	-	5,47	40,5	3,85
0,6 ц/га аммиачной селитры	731	54,8	4,76	10,4	0,9	6,11	40,6	4,22
0,9 ц/га аммиачной селитры	741	43,6	4,62	10,8	1,3	6,48	42,4	4,58
0,6 ц/га азофоски	689	49,2	4,65	10,0	0,5	6,65	40,9	4,09
0,9 ц/га азофоски	729	40,6	4,96	11,1	1,6	6,40	40,8	4,53
0,9 ц/га азофоски + 0,5 ц/га аммиачной селитры	721	50,1	5,59	12,5	3,0	6,46	41,3	5,16
0,6 ц/га азофоски + 0,5 ц/га аммиачной селитры	726	55,0	4,92	11,9	2,4	6,58	41,1	4,89
НСР <sub>0,5t</sub> ц/га					0,44			

Урожайность соломки и сбор волокна по предшественнику пшеница

Вариант	Урожайность соломки, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	% волокна	Сбор волокна, ц/га
Контроль	25,2	-	14,5	3,65
0,6 ц/га аммиачной селитры	22,8	-2,4	16,2	3,69
0,9 ц/га аммиачной селитры	24,3	-0,9	15,0	3,64
0,6 ц/га азофоски	21,8	-3,4	16,7	3,64
0,9 ц/га азофоски	23,5	-1,7	15,3	3,59
0,9 ц/га азофоски + 0,5 ц/га аммиачной селитры	23,4	-1,8	18,0	4,21
0,6 ц/га азофоски + 0,5 ц/га аммиачной селитры	23,2	-2,0	14,8	3,43
НСР <sub>0,5</sub> , ц/га		0,92		

Длина растений варьировала от 40,6 до 55 см при 47,4 см на контроле. Самый низкий лен был на вариантах 0,9 ц/га азофоски и 0,9 ц/га аммиачной селитры (40,6 и 43,6 см соответственно). В связи с большой густотой на 1 растении сформировалось сравнительно мало коробочек 4,57-5,59 шт. при самом высоком значении 5,59 – на варианте внесения 0,9 ц/га азофоски с 0,5 ц/га селитры. По 4,92-4,96 шт. образовалось на вариантах 0,9 ц/га азофоски и 0,6 ц/га азофоски с 0,5 ц/га селитры, что в конечном итоге способствовало формированию большей урожайности семян.

Урожайность на контроле 9,5 ц/га по удобренным вариантам получена в пределах 10,0-12,5 ц/га, или на 0,5-3 ц/га выше. Прирост составил 5,3-31,6%. Из вариантов внесения селитры больший прирост получен по дозе 0,9 ц/га (прибавка 1,3 ц/га), по азофоске – доза 0,9 ц/га, прибавка – 1,6 ц/га, но самая высокая урожайность семян обеспечена внесением азофоски с селитрой – 2,4-3 ц/га, по которым урожайность возросла по сравнению с контролем на 25,2-31,6%.

Под влиянием применяемых удобрений увеличилась масса 1000 семян до 6,11-6,65 г при 5,77 г на контроле.

Содержание масла повысилось с 40,5 до 40,6-42,4%. Наиболее значительное увеличение масличности семян произошло на вариантах внесения 0,9 ц/га селитры и совместном использовании азофоски с селитрой. С учетом урожайности и содержания масла его сбор повысился до 4,09-5,16 ц/га против 3,85 ц/га на контроле, или на 6,2-34,0%. Высокий сбор масла получен при внесении одновременно с посевом 0,6 ц/га азофоски с 0,5 ц/га селитры (4,89 ц/га), но наибольший 5,16 ц/га обеспечило использование 0,9 ц/га азофоски с 0,5 ц/га селитры.

В таблице 5 представлены результаты урожайностей соломки и сбор волокна по вариантам, откуда следует, что по всем вариантам урожайность соломки по удобренным вариантам получена ниже контроля,

особенно по 0,6 ц/га селитры и всем вариантам с азофоской. Однако внесенные удобрения оказали влияние на формирование волокна: по удобренным вариантам процент волокна увеличился с 14,5% на контроле до 14,8-18%. Причем по большинству вариантов он составил 15,3-18%, поэтому несмотря на низкую урожайность соломки сбор волокна составил 3,43-4,21 ц/га при 3,65 ц/га на контроле. Внесение 0,9 ц/га азофоски с 0,5 ц/га селитры обеспечило сбор волокна 4,21 ц/га, что больше контроля на 0,56 ц/га, или на 15,3%.

#### Выводы

Таким образом, в условиях умеренно засушливой и колочной степи при возделывании льна на черноземных почвах после яровой пшеницы эффективно при посеве вносить по 0,6-0,9 ц/га азофоски с 0,5 ц/га селитры или сочетания  $N_{32}P_{10-14}K_{10-14}$ , но более эффективно  $N_{32}P_{14}K_{14}$ .

#### Библиографический список

1. Антонова О.И. О роли гербицидов, удобрений и биологически активных веществ в повышении продуктивности с.-х. культур // Аграрная наука – сельскому хозяйству: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – Кн. 1. – С. 306-311.
2. Бебех Н.Д. Масличные культуры в Западной Сибири. – Новосибирск: Зап.-сиб. кн. изд-во, 1968. – 39 с.
3. Буряков Ю.П., Ивановский В.К., Осипов П.Ф. Масличный лен. – М.: Россельхозиздат, 1971. – С. 35-37.
4. Жданов Н.М. Производство льна масличного на Алтае // Зерновое хозяйство. – 1976. – № 1. – С. 14-16.
5. Кочкин А.С., Есаулко А.Н. Оптимизация минерального питания льна масличного на черноземе выщелоченном // Плодородие. – 2010. – № 2. – С. 34-35.
6. Кудрявцева Г.Н. Оптимизация минерального питания льна масличного в южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис.

... канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 2005. – 19 с.

7. Доспехов Б.А. Методика опытного дела. – М., 1979. – 416 с.

8. Wagar B.I., Stewart J.W.B. and Henry J.L. 1986 Comparison of single large broadcast and small annual seed-placed phosphorus treatments on yield and phosphorus and zinc content of wheat on Chernozemic soils // Can. J. Soil Sci. – 1986. – Vol. 66. – P. 237-248.

#### References

1. Antonova O.I. O roli gerbitsidov, udobrenii i biologicheskii aktivnykh veshchestv v povyshenii produktivnosti s.-kh. kul'tur // Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaistvu: mater. Mezhd. nauch.-prakt. konf. – Barnaul: IZD-VO AGAU, 2006. – Kn. 1. – S. 306-311.  
Bebekh N.D. Maslichnye kul'tury v Zapadnoi Sibiri. – Novosibirsk: Zap.-Sib. kn. izd-vo, 1968. – 39 s.

2. Buryakov Yu.P., Ivanovskii V.K., Osipov P.F., Maslichnyi len. – M.: Rossel'khozizdat, 1971. – S. 35-37.

3. Zhdanov N.M. Proizvodstvo l'na maslichnogo na Altae // Zernovoe khozyaistvo. – 1976. – № 1. – S. 14-16.

4. Kochkin A.S., Esaulko A.N. Optimizatsiya mineral'nogo pitaniya l'na maslichnogo na chernozeme vshchelochennom // Plodorodie. – 2010. – № 2. – S. 34-35.

5. Kudryavtseva G.N. Optimizatsiya mineral'nogo pitaniya l'na maslichnogo v yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri: avtoref. ... dis. kand. s.-kh. nauk. – Novosibirsk, 2005. – 19 s.

6. Dospikhov B.A. Metodika opytnogo dela. – M., 1979. – 416 s.

7. Wagar B.I., Stewart J.W.B. and Henry J.L. 1986 Comparison of single large broadcast and small annual seed-placed phosphorus treatments on yield and phosphorus and zinc content of wheat on Chernozemic soils // Can. J. Soil Sci. – 1986. – Vol. 66. – P. 237-248.



УДК 631.81.033:631.1

В.И. Макаров  
V.I. Makarov

## ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА НОРМАТИВОВ ВЫНОСА ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ЗЕРНОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

### CALCULATION PECULIARITIES OF STANDARD NUTRIENT REMOVAL BY CEREAL CROPS

**Ключевые слова:** нормативный вынос, хозяйственный вынос, биологический вынос, питательные элементы, макроэлементы, калий, зерновые культуры, яровая пшеница, озимая рожь, солома, удобрения.

Поиск причин, приводящих к значительной изменчивости нормативного выноса питательных веществ зерновыми культурами, является целью работы для выполнения расчетов использованы результаты полевых опытов с яровой пшеницей и данные из источников литературы. Усредненный за три года нормативный вынос питательных элементов яровой пшеницей сорта Иргина составил: азота – 28,1 кг/т; фосфора – 11,6; калия – 22,8 кг/т. Вынос макроэлементов подвержен значительной изменчивости от разных факторов. Коэффициент вариации составил по азоту 22,7%; фосфору – 18,7; калию – 46,3%. Только варибельность рассчитанного нормативного выноса фосфора соответствует допустимой. Нами составлено уравнение регрессии для расчета нормативного выноса азота пшеницей с корректировкой от доз минерального удобрения. Рекомендуются в технологиях возделывания яровой пшеницы Иргина использовать скорректированный нормативный вынос азота в зависимости от доз удобрений: экстенсивной ( $N_{30}$ ) – 26,2 кг/т; нормальной ( $N_{60}$ ) – 29,6; интенсивной ( $N_{90}$ ) – 34,6 кг/т. Высокая ва-

риабельность нормативного выноса калия зерновыми культурами вызвана комплексом взаимосвязанных факторов биологического, метеорологического и технологического порядка. В зерне пшеницы содержалась основная часть хозяйственного выноса азота и фосфора, а калия – в соломе. Поэтому расчет хозяйственного выноса калия на основе нормативного выноса не обладает достаточной достоверностью. При разработке нормативов выноса питательных элементов зерновыми культурами необходимо учитывать факторы, которые могут значительно влиять на данный показатель: внутренние условия питания – видовые и сортовые особенности растений; внешние условия питания – погодные условия, агрохимическая характеристика почв, дозы удобрений; технологические факторы – сроки и технологии уборки продукции.

**Keywords:** standard nutrient removal, economic nutrient removal, biological nutrient removal, nutrients, macronutrients, potassium, cereal crops, spring wheat, winter rye, straw, fertilizers.

The research goal is the search for the causes of considerable variability of a standard nutrient removal by cereal crops. The results of field experiments with spring wheat and literature data were used for the calculations. Three-year average standard nu-