

revealed. The accumulation of gluten in the grain increases with the favorable supply of wheat with solar lighting, heat and nitrogen nutrition. In Russia, in recent years, with a significant increase in the total grain harvest, third-class wheat, the most suitable for the bakery industry, has not been produced enough. This happened with a change in wheat cultivation technology. Repeated cultivation of wheat has expanded, the volume of fertilizer use has decreased and minimal tillage has been introduced. In the agricultural practice of the Kurgan region, stubble fields occupy 40% of arable land. Under the new conditions, it is necessary to correct the previously developed wheat fertilizer systems. The article shows the effectiveness of different fertilizer composition and nitrogen doses in influencing the yield and technological properties of wheat cultivation on repeated stubble fields. Technology without basic tillage is positively assessed by resource saving and better preservation of moisture in drought, but stubble fields become more clogged, deterioration of nitrogen nutrition conditions of plants is noted. The weather has a significant impact on the yield and quality of wheat, under its influence the influence of fertilizers can be strengthened or weakened. In the experiment of Kurgan Scientific and Research Institute it was revealed that for the simultaneous positive effect on the crop and the quality of permanent wheat cultivation after the stubble, the complex use of nitrogen and phosphorus in doses of $N_{40-60}P_{20-25}$ is more effective. In the fight against weed vegetation, it is necessary to use a mixture of dicotyledonous herbicides with graminicides.

Key words: Yield of permanent wheat after stubble, gluten, technological properties, fertilizer system.

УДК 633.854.59:631.816

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

*О.Ю. Сорокина, д.с.-х.н., ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»
172002, Тверская обл., г. Торжок, ул. Луначарского, д., 35, e-mail: olga-sorokina@bk.ru*

Работа выполнена по госзаданию № 075-00853-19-00

Изучение особенности формирования продуктивности льна масличного раннеспелого сорта Уральский и позднеспелого ЛМ 98 проводили в условиях северной части Центрального Нечерноземья в 2016 – 2019 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с высоким содержанием фосфора, средним – калия и бора, низким – гумуса и цинка. Оценивали эффективность влияния минерального удобрения азофоска и нового для льна азотно-фосфорно-калийного с бором на продуктивность льна масличного. Также в опыте на фоне сниженной дозы азофоски использовали органоминеральное микроудобрение на основе морских водорослей для обработки семян [Сивид-Бор (В)] и посева фолиарно [Сивид-Цинк (Zn)]. В момент формирования семенной продуктивности (июль) во все годы исследования ГТК был выше оптимального – от 1,60 до 2,52. Более эффективно на льне масличном применение азотно-фосфорно-калийного с бором удобрения ($N_{45}P_{74}K_{45}B_3$). Прибавки урожайности льносемян составили по сорту ЛМ 98 – 3,4 ц/га, Уральский – 2,3 ц/га. Отмечена высокая эффективность органоминеральных микроудобрений для обработки семян (Сивид-В) и посева (Сивид-Zn) на фоне сниженной дозы азофоски ($N_{30}P_{30}K_{30}$). Прибавка урожайности семян составила 2,9 и 2,8 ц/га соответственно сортам к контролю (без удобрений). Урожайность семян и льносолумы во все годы испытаний позднеспелого сорта ЛМ 98 была в среднем выше на 4,1 ц/га, чем у раннеспелого сорта Уральский. Увеличение урожайности семян у этого сорта произошло за счет большего количества семян в коробочке, а льносолумы – за счет большей высоты растений. Сорт Уральский в условиях северной части Центрального Нечерноземья не показал запланированной продуктивности.

Ключевые слова: лен масличный, сорт, минеральные и органоминеральные удобрения.

DOI: 10.25680/S19948603.2021.118.02

Лен масличный – высокотехнологичная культура, обладающая широким адаптивным потенциалом, что позволяет обеспечить высокорентабельное ее производство практически на всей территории Российской Федерации. Варьирование урожая семян льна масличного в зависимости от региона составляет от 0,6 до 1,2 т/га [1].

В технологии возделывания льна масличного удобрения применяют для повышения урожайности и улучшения его качества. Так, в условиях Центрального Нечерноземья на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве установлена высокая эффективность минеральных удобрений. Прибавки урожайности льносемян составили от 1,7 до 5,2 ц/га в зависимости от дозы и соотношения элементов питания в удобрении.

Для повышения урожайности льнопродукции, особенно улучшения её качества, большое значение имеет использование микроудобрений. Одним из способов улучшения борного питания растений льна является

применение боросодержащего удобрения или предпосевная обработка семян [2, 3].

Многочисленными исследованиями установлено, что при фолиарной (листовой) подкормке повышается эффективность использования макро- и микроэлементов в связи с быстрым проникновением их в ткани растений, что не всегда достигается при корневом питании из-за возможного поглощения их почвой [4]. Наиболее эффективно двукратное применение препаратов, например, предпосевная обработка семян с последующей обработкой вегетирующих растений [5] или в фазах ёлочка и бутонизация [6].

Цель исследований – выявить эффективность применения минеральных и органоминеральных удобрений в технологии возделывания разных по срокам созревания сортов льна масличного в условиях Центрального Нечерноземья.

Методика. Исследования проводили в Тверской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой поч-

ве. Почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями: слабокислой реакцией почвенного раствора – pH_{KCl} 5,2, высоким содержанием фосфора (220-250 мг/кг) и средним калия (100-120 мг/кг), низким гумуса (1,41 %), средним бора (0,33 мг/кг), низким цинка (0,56 мг/кг). В качестве стандарта (контроля) использовали комплексное удобрение – азофоску состава: N – 15%, P_2O_5 – 15, K_2O – 15 %. Сравнивали наиболее часто применяемое комплексное удобрение азофоску в дозе 3 ц/га и новое для льна масличного азотно-фосфорно-калийное удобрение с бором (N – 14%, P_2O_5 – 23, K_2O – 14 % + 1 B_2O_3 ; ОАО «ФосАгро-Череповец») – 3,2 ц/га, выравненное по азоту к азофоске, а также на фоне снижения дозы азофоски до 2 ц/га обработку семян органоминеральными удобрениями Сивид-В и посева Сивид-Zn.

Органоминеральные удобрения Сивид-В и Сивид-Zn производят на основе концентрированного экстракта морских водорослей, обогащенные микроэлементами в хелатной форме. Сивид-Zn – порошок, содержит цинк в аминокхелатной форме – 100 г/кг, аминокислоту – 280 г/кг. Его применяли для обработки посева в фазе развития льна – ёлочка в дозе 0,2 кг/га. Сивид-В содержит: бор -140 г/л, азот органический – 50, органическое вещество – 150 г/л. Применяли для обработки семян в дозе 0,1 л/т.

Исследования проведены в звене севооборота: травы 2-го г.п. – лен масличный сортов Уральский и ЛМ 98. Сорт Уральский – раннеспелый, высокоурожайный по семенам – 17,2 ц/га и содержанию масла – 45,7 %, что выше стандарта сорта Северный, соответственно, на 2,2 ц/га и 1,3 %. Характеризуется средним содержанием в масле линолевой кислоты (53,8 %) и повышенным – олеиновой (21,8 %), что соответствует требованиям фармацевтической промышленности. Высокоустойчив к ржавчине (100 %) и фузариозному увяданию (83,8 %) [7]. Сорт ЛМ 98 селекции ВНИИ льна позднеспелый, пищевого назначения. Характеризуется низким содержанием линоленовой кислоты (4 %), желтой окраской семени и низкой пленчатостью [8]. Норма высева – 9 млн всхожих семян на 1 га, ширина междурядья – 10 см.

Результаты и их обсуждение. Оптимальная плотность посева способствует лучшей направленности продукционного процесса, растения получают питание равномерно и формируют полноценную хозяйственно-ценную продукцию. В условиях Среднего Урала сорт Уральский наиболее высокую урожайность сформировал при густоте продуктивных стеблей 670-700 шт/м². В Тверской области оба сорта, в зависимости от варианта, к уборке имели густоту стеблестоя 660-760 шт/м².

Масличный лен преимущественно возделывают для получения семян, урожайность его определяется количеством семян на растении, их массой и густотой стояния растений. Следует отметить, что сорта существенно различались по данным параметрам. Так, если число коробочек в среднем за годы исследований было близким, то завязываемость семян и их масса заметно различались. В условиях северной части Центрального Нечерноземья без применения удобрений на сорте ЛМ 98 сформировалось в среднем на одном растении 5,2 коробочки с 45 семенами в них, а на сорте Уральский – 4,6 коробочки с 20 семенами. Семена у сорта ЛМ 98 более мелкие. Масса 1000 семян у этого сорта меньше на 2,73 г, чем у сорта Уральский (табл. 1). Применение удобрений позволило увеличить параметры всех структурных элементов урожайности семян у обоих сортов. Наи-

большие показатели отмечали при применении под культивацию минерального азотно-фосфорно-калийного удобрения с бором. Число семян на одном растении увеличилось у сорта ЛМ 98 на 21, у сорта Уральский – на 4 в сравнении с вариантом без бора (азофоска). Сорт ЛМ 98 с более мелкими по массе семенами формировал в 1,6-2,0 раза больше семян в коробочке, что и дало более высокую урожайность.

1. Влияние удобрений на структурные элементы урожайности семян льна масличного различных сортов (среднее за 4 года)

Вариант	Число коробочек с 1 растения		Число семян в 1 коробочке		Масса 1000 семян, г	
	ЛМ 98	Уральский	ЛМ 98	Уральский	ЛМ 98	Уральский
Без удобрений	5,2	4,6	8,7	4,4	4,37	7,10
$N_{45}P_{45}K_{45}$	5,5	7,2	8,9	5,6	4,70	7,21
$N_{45}P_{74}K_{45}B_3$	7,7	7,6	9,1	5,3	4,75	7,37
$N_{30}P_{30}K_{30+}$ обработка семян Сивид-В	6,5	6,5	9,0	5,4	4,57	7,38
$N_{30}P_{30}K_{30+}$ обработка семян Сивид-В + обработка посева Сивид-Zn	6,9	7,8	9,1	5,5	4,51	7,38

Применение минерального удобрения азофоски в дозе $N_{45}P_{45}K_{45}$ в среднем за четыре года увеличило урожайность семян льна масличного сорта ЛМ 98 на 1,7 ц/га (17,3 %), а сорта Уральский – на 2,6 ц/га (22,6 %). Обработка семян Сивид-В и посева Сивид-Zn на фоне снижения дозы азофоски ($N_{30}P_{30}K_{30}$) позволила увеличить урожайность льносемян сорта ЛМ 98 на 2,9 ц/га (29,6 %), сорта Уральский – на 2,8 ц/га (45,2 %) (табл. 2).

2. Влияние удобрений на урожайность и содержание жира разных по срокам созревания сортов льна масличного (среднее за 4 года)

Вариант	Урожайность семян, ц/га		Содержание жира, %		Выход масла, ц/га	
	ЛМ 98	Уральский	ЛМ 98	Уральский	ЛМ 98	Уральский
Без удобрений	9,8	6,2	40,1	44,0	3,92	2,7
$N_{45}P_{45}K_{45}$	11,5	7,6	40,8	44,3	4,69	3,7
$N_{45}P_{74}K_{45}B_3$	13,2	8,5	42,2	44,3	5,57	3,8
$N_{30}P_{30}K_{30+}$ обработка семян Сивид-В	12,1	7,7	41,6	45,0	5,07	3,5
$N_{30}P_{30}K_{30+}$ обработка семян Сивид-В + посева Сивид-Zn	12,7	9,0	41,9	45,0	5,32	4,0

Отзывчивость сорта Уральский на дополнительную обработку посева Сивид-Zn была выше на 1,3 ц/га, а сорта ЛМ 98 – на 0,6 ц/га в сравнении с вариантом, где были обработаны только семена Сивид-В. Наибольшая прибавка урожайности льносемян получена при применении комплексного удобрения с бором в выравненной дозе по азоту к азофоске ($N_{45}P_{45}K_{45}$). У сорта ЛМ 98 прибавка составила 3,4 ц/га (34,7%), сорта Уральский – 2,3 ц/га (37,1%) к варианту без удобрений у этих сортов и 1,7 и 0,9 ц/га (15 и 12 %) к азофоске соответственно сортам.

Содержание жира в семенах у сортов также различалось. У сорта Уральский содержание жира было выше на 3,4-3,9 % (абсолютных) в зависимости от варианта, что отмечено авторами сортов в их характеристиках. Обработка семян Сивид-В и применение комплексного удобрения с бором увеличивало содержание жира как у сорта ЛМ 98 – от 1,5 до 2,1 %, так и у сорта Уральский

– от 0,3 до 1 % в сравнении с вариантами, не содержащими бор. Наибольший выход масла у сорта ЛМ 98 отмечен при применении комплексного удобрения с бором – 5,57 ц/га, у сорта Уральский при обработке семян Сивид-В и посева Сивид-Zn на фоне внесения азотоски в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 5,32 ц/га (см. табл. 2).

Лен масличный может также рассматриваться как источник целлюлозы, в которой нуждаются различные отрасли промышленности. Как показывают исследования ВНИИЛ, урожайность волокна у отдельных сортов льна может быть свыше 10 ц/га при средней урожайности льна-долгунца по стране 9,2 ц/га. Сорт пищевого назначения ЛМ 98 по анатомическим признакам, определяющим качество волокна, не уступал сорту льна-долгунца Зарянка, который относится к 1-й группе по прядильной способности [9].

Возделываемый сорт ЛМ 98 характеризуется высоким потенциалом получения волокнистой продукции хорошего качества. Применение азотоски и на её фоне органоминеральных микроудобрений, на основе морских водорослей, для обработки семян и растений обеспечивает большее увеличение урожайности льно-соломы (от 32,1 до 38,6 %), чем льносемян (23,5 и 29,6 %) в сравнении с вариантом без удобрений (табл. 3).

3. Влияние удобрений на урожайность соломы льна масличного и его высоту (среднее за 4 года)

Вариант	Урожайность льно-соломы, ц/га		Средняя высота растений, см	
	ЛМ 98	Уральский	ЛМ 98	Уральский
Без удобрений	28,0	25,6	54,1	46,6
$N_{45}P_{45}K_{45}$	36,2	35,4	58,1	51,4
$N_{45}P_{74}K_{45}B_3$	43,4	35,2	61,7	52,3
$N_{30}P_{30}K_{30}$ + обработка семян Сивид-В	37,0	33,1	59,0	50,1
$N_{30}P_{30}K_{30}$ + обработка семян Сивид-В + посева Сивид- Zn	38,8	33,9	58,7	50,1

Наибольшая урожайность льносоломы в среднем за 4 года (43,4 ц/га) получена при применении азотно-фосфорно-калийного удобрения с бором. На сорте Уральский прибавки урожайности льносоломы от применения удобрений сопоставимы с прибавками урожайности семян от удобрений. Сорт Уральский формирует растения меньшей высоты и с заметно меньшей технической частью стебля, чем сорт ЛМ 98.

EFFICIENCY OF MINERAL AND ORGANOMINERAL FERTILIZERS ON OIL FLAX CULTIVATION UNDER CONDITIONS OF CENTRAL NON-CHERNOZEM REGION

O.Yu. Sorokina

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Lunacharskogo ul. 35, 172002 Torzhok, Russia, e-mail: olga-sorokina@bk.ru

The study of productivity formation of the early-maturing Uralskiy and late-maturing LM 98 varieties was carried out in the Northern part of the Central non-Chernozem region in 2016-2019 on soddy-podzolic medium loamy soil with a high content of phosphorus, medium – potassium and boron, low – humus and zinc. The effectiveness of the application of the mineral fertilizer azofoska and new flax fertilizer contained nitrogen-phosphorus-potassium with boron on the productivity of oil flax was evaluated. Also in the experiment, with the background of a reduced dose of azofoska, an organomineral microfertilizer based on seaweed was used for seed treatment (Sivid-Boron (B)) and seeding foliar (Sivid-Zinc (Zn)). At the time of formation of seed productivity (July) for all years of the study, hydrothermal coefficient was higher than the optimal – from 1.60 to 2.52. The use of nitrogen-phosphorus-potassium fertilizer with boron ($N_{45}P_{74}K_{45}B_3$) is more effective on oil flax. The increase in the yield of flax seeds was 0.34 t/ha for the LM 98 variety and 0.23 t/ha for the Uralskiy variety. High efficiency of organomineral microfertilizers for seed treatment (Sivid-B) and seeding (Sivid-Zn) against the background of a reduced dose of azofoska ($N_{30}P_{30}K_{30}$) was noted. The increase in seed yield was 0.29 and 0.28 t/ha, respectively, for varieties in comparison with variant without fertilizers. The yield of seeds and flax straw in all the years of testing of the late-maturing of the variety LM 98 was on average 0.41 t/ha higher than that of the early-maturing variety Uralskiy. The increase in seed yield in this variety was due to the larger number of seeds in the box, and flax straw due to the greater height of the plants. The Uralskiy variety in the Northern part of the Central non-Chernozem region did not show the declared productivity.

Key words: oil flax, variety, mineral and organomineral fertilizers.

Заключение. Исследованиями установлено, что при возделывании льна масличного раннеспелого сорта Уральский и позднеспелого сорта ЛМ 98 в условиях северной части Центрального Нечерноземья необходимо применение удобрений. Более эффективно удобрение азотно-фосфорно-калийное с бором ($N_{45}P_{74}K_{45}B_3$). Прибавки урожайности льносемян составили у сорта ЛМ 98-3,4 ц/га (34,7%), у сорта Уральский – 2,3 ц/га (37,1%). Отмечена высокая эффективность органоминеральных микроудобрений для обработки семян (Сивид-В) и посева (Сивид- Zn) на фоне сниженной дозы азотоски ($N_{30}P_{30}K_{30}$) – 2,9 и 2,8 ц/га соответственно сортам к варианту без удобрений. Эффективность позднеспелого сорта ЛМ 98 в среднем за четыре года была выше на 4,1 ц/га по урожайности льносемян за счет большей (в 1,6-2,0 раза) завязываемости семян и на 4,1 ц/га по льносолеме за счет большей высоты и технической части растений льна. Сорт Уральский в условиях северной части Центрального Нечерноземья не показал запланированной продуктивности.

Литература

1. Рожмина Т.А., Жученко А.А., Понажев В.П., Сорокина О.Ю., Куземкин И.А. Инновационные приемы производства экологически безопасных семян масличного льна // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – №11. – С. 54 – 56.
2. Тихомирова В.Я., Сорокина О.Ю. Лен-долгунец. Биологические особенности. Управление формированием урожая и его качеством. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2011. – 156 с.
3. Аристархов А.Н., Яковлева Т.А. Эффективность применения предпосевной обработки бором семян сахарной свеклы на различных типах почв в зонах ее возделывания // Проблемы агрохимии и экологии. – 2018. – № 4. – С.15 – 20.
4. Виноградов, Д.В. Возделывание льна масличного сорта Санлин в южной части Нечерноземной зоны России // Главный агроном. – 2014. – №10. – С. 16 -18.
5. Сорокина О.Ю. Применение на льне-долгунце новых органоминеральных удобрений на основе морских водорослей / О.Ю. Сорокина // Вестник АПК Верхневолжья. – 2016. – № 2. – С. 36 – 39.
6. Прудников В.А. Эффективность гуминового удобрения Биовермтехно в посевах льна-долгунца / В.А. Прудников, Н.В. Степанова, Д.П. Чирик, С.В. Любимов // Земледелие и защита растений. – 2016. – №3. – С.40 -42.
7. Рожмина Т.А., Колотов А.П. Новый сорт льна масличного Уральский // Масличные культуры: научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2018. – №1. – С. 121 -122.
8. Рожмина Т.А., Понажев В.П., Захарова Л.М. Лен масличный: сорт ЛМ 98 и его агротехнологии: рекомендации. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014. – 20 с.
9. Рожмина Т.А., Жученко А.А., Куземкин И.А., Киселева Т.С., Герасимова Е.Г. Масличный лен как источник волокнистого сырья // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – №9. – С. 28 – 31.