

Влияние дробного внесения азота в комплексе с микроудобрениями на урожайность льносемян и сбор масла при возделывании льна масличного

Н. А. Сапего, соискатель
Институт льна

(Дата поступления статьи в редакцию 24.06.2022)

Внесение жидких комплексных удобрений, рекомендованных для льна масличного, совместно с дозой минерального азота N_{20} в подкормку в фазе «елочка» повысило урожай маслосемян в зависимости от варианта обработки на 0,6–1,3 ц/га или 3,7–8,2 %, сбор масла – на 0,3–0,7 ц/га или 4,6–10,9 % по сравнению с фоном, где минеральный азот вносился только под предпосевную культивацию. Оптимальные условия вегетационного периода обеспечили повышение урожайности семян льна масличного еще на 10 %, а сбор масла – на 16,6 %. Применение бора и цинка совместно с азотно-серосодержащими и азотно-калийными жидкими удобрениями и азотом в качестве некорневой подкормки льна масличного дополнительно увеличивает урожай семян и сбор масла до 0,2 ц/га.

Введение

Использование удобрений в земледелии является одним из основных факторов интенсификации и увеличения продукции растениеводства в целом и льноводства в частности [1, 2]. При этом стоит задача не только получения высокого урожая, но и снижения его себестоимости. Особое значение имеет эффективное внесение азотных удобрений как в основную заправку, так и в подкормки посевов с учетом плодородия почв и метеорологических условий, поскольку азот является одним из важнейших факторов, определяющих урожай и качество продукции [2]. Однако интенсификация любого производства сельскохозяйственной продукции повышает потребность растений не только в макроэлементах и, в частности, азоте, но и в микроэлементах [3]. Одновременное применение макро- и микроэлементов является более эффективным и менее затратным приемом, что легло в основу одной из научных комплексных разработок по льну масличному [4]. Использование жидких минеральных удобрений в качестве некорневой подкормки способствует усвоению питания растениями через листья, увеличению урожайности и улучшению качества продукции.

Несбалансированность минерального питания в настоящее время является основным фактором, лимитирующим урожайность сельскохозяйственных культур [5, 6]. В связи с этим на мировом рынке минеральных удобрений все больше растет спрос на жидкие минеральные удобрения в виде раствора или суспензии, содержащие NK, NP, NPK и предназначенные как для основного внесения в почву, так и для некорневых подкормок. Биологические особенности льна масличного обуславливают его отзывчивость на такие микроэлементы, как бор, цинк, медь и некоторые другие [6].

Целью наших исследований являлось изучение влияния дробного внесения азота в комплексе с микроудобрениями, сбалансированными по составу макро- и микроэлементов с учетом биологических особенностей льна масличного, разработанных в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» [4, 6], на фоне различающихся приемов внесения минерального азота как для основного внесения, так и в составе некорневых подкормок совместно с микроудобрениями на урожай маслосемян и выход масла. Поскольку основной продукцией льна масличного являются семена, а не волокно, как у льна-долгунца, то в силу этих особенностей лен масличный характеризуется более высоким потреблением азота [7].

The introduction of liquid complex fertilizers recommended for oilseed flax, together with a dose of mineral nitrogen N_{20} in the top dressing in the «herringbone» phase increased the yield of oilseeds, depending on the treatment option, by 0,6–1,3 c/ha or 3,7–8,2 %, oil collection – by 0,3–0,7 c/ha or 4,6–10,9 % compared to the background, where mineral nitrogen was introduced only for pre-sowing cultivation. Optimal conditions of the growing season provided an increase in the yield of oilseed flax seeds by another 10 %, and the oil harvest – by 16,6 %. The use of boron and zinc together with nitrogen-sulfur-containing and nitrogen-potassium liquid fertilizers and nitrogen as a foliar top dressing of oilseed flax additionally increases seed yield and oil harvest to 0,2 c/ha.

роэлементов с учетом биологических особенностей льна масличного, разработанных в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» [4, 6], на фоне различающихся приемов внесения минерального азота как для основного внесения, так и в составе некорневых подкормок совместно с микроудобрениями на урожай маслосемян и выход масла. Поскольку основной продукцией льна масличного являются семена, а не волокно, как у льна-долгунца, то в силу этих особенностей лен масличный характеризуется более высоким потреблением азота [7].

Методика проведения исследований

Полевые опыты заложены согласно общепринятой методике проведения полевых опытов с четырехкратной повторностью [8] на опытном поле РУП «Институт льна». Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая, гумус – 1,50–1,75 %, $pH_{(KCl)}$ – 5,03–5,05, P_2O_5 – 208–242 мг/кг, K_2O – 208–273 мг/кг почвы. Предшественник – яровые зерновые. Учетная площадь делянок – 12,5 м².

Объектом исследований являлся сорт льна масличного Илим, характерная особенность которого – крупносемянность: масса 1000 семян у него в полевых опытах достигала 7,3 г. За годы государственного сортоиспытания в Республике Беларусь этот показатель данного сорта был ниже – в среднем на уровне 6,2 г [9].

Схема опыта включала в себя два блока:

I блок: 1) контроль без удобрений; 2) $N_{60}P_{40}K_{80}$ – фон 1; 3) фон 1 + азотно-серосодержащее удобрение без добавок (NS = 20–4); 4) фон 1 + азотно-серосодержащее удобрение (NS = 20–4) с добавками микроэлементов B (0,15), Zn (0,10), V, Zn; 5) фон 1 + азотно-калийное удобрение без добавок (NK = 10–12); 6) фон 1 + азотно-калийное удобрение (NK = 10–12) с добавками микроэлементов B (0,15), Zn (0,10);

II блок: 1) контроль без удобрений; 2) $N_{40}P_{40}K_{80}$ + N_{20} – фон 2; 3) фон 2 + азотно-серосодержащее удобрение без добавок (NS = 20: 4); 4) фон 2 + азотно-

серосодержащее удобрение (NS = 20: 4) с добавками микроэлементов В (0,15), Zn (0,10), В, Zn; 5) фон 2 + азотно-калийное удобрение без добавок (NK = 10: 12); 6) фон 2 + азотно-калийное удобрение (NK = 10: 12) с добавками микроэлементов В (0,15), Zn (0,10).

В качестве основного удобрения в почву вносили смесь стандартных удобрений (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий). Фон 1 предусматривал внесение всей дозы азота под предпосевную культивацию N_{60} , фон 2 – внесение дозы азота N_{40} под предпосевную культивацию + N_{20} в подкормку льна масличного в фазе «елочка» совместно с жидкими комплексными удобрениями. Более подробно характеристика исходного материала и методика проведения опытов даны нами ранее [10, 11].

Результаты исследований и их обсуждение

За период наблюдений выявлено, что уровень урожайности льна масличного определялся температурой воздуха и количеством осадков, выпавших в течение вегетации культуры, наличием в почве доступных для растений элементов питания, количеством вносимых минеральных удобрений. Результаты опытов показали эффективность применения минеральных удобрений и жидких комплексных удобрений на льне масличном в различных погодных условиях.

Внесение минерального азота дробно под лен масличный существенно повышает как урожайность маслосемян, так и сбор масла за годы исследований (рисунок 1).

При этом урожайность возрастает не только по отношению к контролю, но и по сравнению с такой же дозой минерального азота, внесенной под предпосевную культивацию.

Повышение урожая семян льна масличного было существенным – достоверная прибавка при внесении дозы N_{60} под предпосевную культивацию составила 3,8 ц/га в среднем за 4 года исследований. При дробном внесении азота урожай семян льна масличного возрос по сравнению с контролем, где использовался только запас питательных веществ почвы, на 4,7 ц/га или на 29,7 %. Это явление характерно и для сбора масла: прибавка в среднем составила +1,9 ц/га или 29,2 %. Однако в отдельные годы, особенно благоприятные, она была выше и по сравнению с контролем, и с одноразовым внесением минерального азота под предпосевную культивацию (рисунок 2). Так, в оптимальном по влажности 2019 г. (ГТК = 1,54)

средняя урожайность по всем вариантам при внесении азота дробно составила 19,2 ц/га, сбор масла – 8,4 ц/га. В избыточно влажном 2020 г. средний урожай маслосемян по данному блоку составил лишь 72 % к уровню 2019 г., сбор масла снизился более чем на 30 %.

Поскольку метеорологические условия



Сорт льна масличного Илим (слева – фон 1, справа – фон 2)

2018–2021 гг. были различными, от благоприятных в 2019 г. до крайне засушливых в 2021 г., то их влияние существенно отразилось и на формировании урожая маслосемян, и на сборе масла с гектара. Распределение осадков и температура воздуха в вегетационный период были также неравномерными и по годам, и по месяцам.

Так, в мае 2018 г. выпало минимальное количество осадков (таблица), и растения могли поглощать лишь влагу, накопившуюся в почве. Наоборот, в июле количество выпавших осадков превысило многолетнее значение в 5,7 раза, а в августе – в 2,4 раза, что привело к удлинению вегетационного периода и создало существенные трудности при проведении уборки льна масличного.

Стоит отметить, что сумма осадков за вегетационный период 2018 г. составила 332,2 мм, в 2019 г. – 350,6 мм, в 2020 г. – 371,8 мм и в 2021 г. – 250,2 мм, что составляло от 42,9 до 56,9 % от годовой нормы осадков. Сумма активных температур в 2018–2021 гг. составила 2448,5 °С, 2282,6 °С, 2189,0 °С и 2199,0 °С соответственно, что превышало среднюю многолетнюю температуру на 2,7–14,8 °С.

Количество осадков всего вегетационного периода 2019 г. было выше многолетней нормы, за исключением июня, однако температурный режим сохранялся высоким по сравнению со среднемноголетним, что создало растениям льна масличного довольно комфортные условия для развития.

Гидротермический коэффициент 2020 г. был равен 1,70, что характеризовало его как переувлажненный, причем самым дождливым месяцем был июнь, количество осадков в котором превысило многолетнее значение в 3,4 раза.

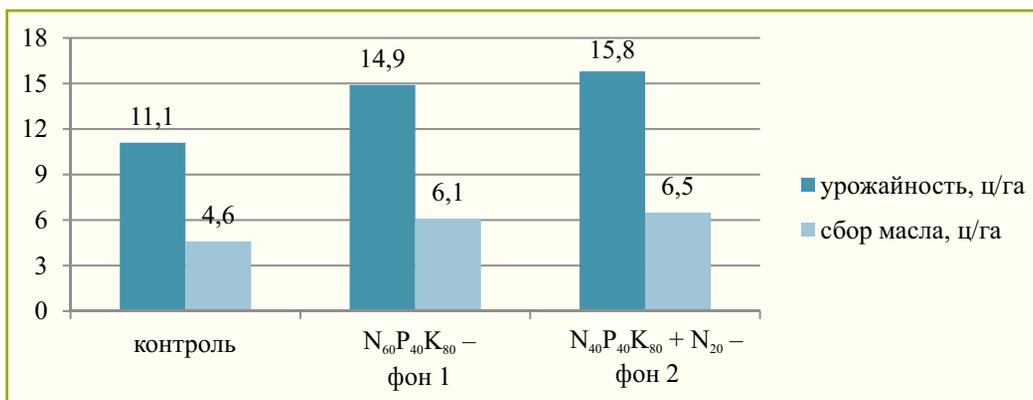


Рисунок 1 – Урожайность маслосемян и сбор масла при разных способах внесения минерального азота (2018–2021 гг.)

Метеоусловия вегетационных периодов льна масличного

Год	Осадки, мм					Температура воздуха, °С				
	апрель	май	июнь	июль	август	апрель	май	июнь	июль	август
Многолетняя норма	13,3	20,9	30,2	26,5	23,3	6,4	12,6	15,9	17,9	16,7
2018	12,7	21,0	89,9	153,0	55,6	8,7	16,7	16,5	19,0	18,8
2019	1,5	103,7	49,2	106,1	90,1	7,8	14,3	20,2	16,0	16,3
2020	5,5	60,8	101,8	69,7	137,7	6,0	10,9	19,2	17,7	17,6
2021	41,9	63,5	39,6	19,2	86,0	8,0	12,3	19,4	22,5	18,1

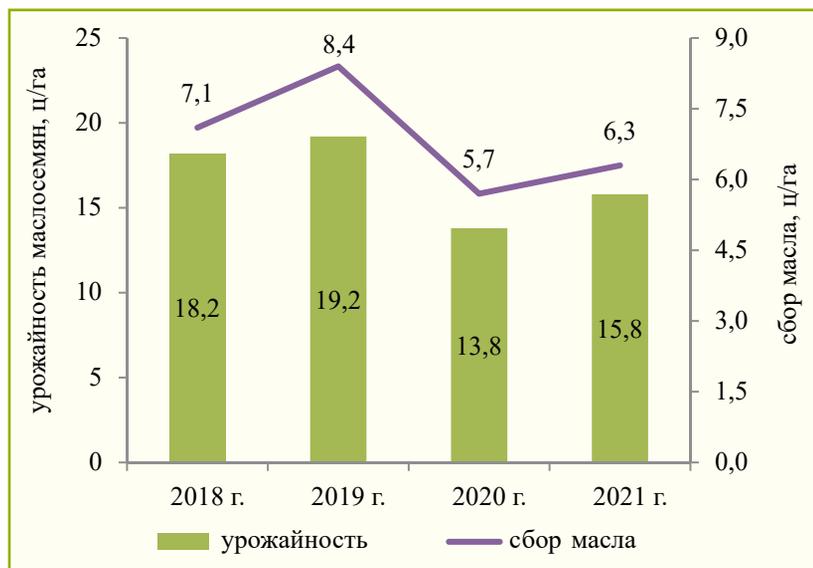


Рисунок 2 – Урожайность маслосемян и сбор масла при дробном внесении азота в зависимости от вегетационного периода льна масличного

Гидротермический коэффициент 2021 г. был ниже – 1,14, что указывает на слабозасушливый вегетационный период, с неравномерным распределением атмосферных осадков по месяцам. Если апрель – май характеризовались большим количеством осадков (41,9 и 63,5 мм соответственно), то июнь и июль оказались засушливыми при высокой температуре воздуха, и растения льна в эти месяцы испытывали дефицит влаги. Как показали результаты исследований, засушливый вегетационный период негативно влияет на развитие льна масличного. Например, при дробном внесении азота средний урожай маслосемян снизился на 17,7 % по сравнению с результатами, полученными в оптимальном по ГТК 2019 г.

По прогнозам ученых, сохранится тенденция потепления, следовательно, сельское хозяйство будет оставаться в большой зависимости от климата, включая и возделывание льна масличного [12].

Зависимость урожая маслосемян от условий вегетационного периода установлена и в результате дисперсионного анализа экспериментальных данных – при одноразовом внесении минерального азота доля влияния условий года составила 61,4 %, удобрений – 33,5 %, при внесении азота дробно – 51,7 % и 44,7 % соответственно. При этом анализ результатов второго блока показал увеличение урожайности на 11,2 % по сравнению с первым.

Изучение эффективности микроудобрений в жидкой комплексной форме на различных фонах внесения минерального азота, одноразовом (фон 1) или совместно с азотом в качестве подкормки (фон 2), позволило установить более высокую эффективность дробного азот-

ного питания растений для урожая семян и сбора масла (рисунок 3) как в среднем за годы исследований, так и в зависимости от конкретного вегетационного периода.

При внесении всех изученных нами жидких комплексных удобрений получены существенные прибавки урожая семян, наибольшая – при внесении совместно с азотной подкормкой дробно. Урожайность маслосемян в среднем за четыре года повысилась в зависимости от варианта обработки на 0,6–1,3 ц/га или 3,7–8,2 %, а сбор масла – на 0,3–0,7, ц/га или 4,6–10,9 % по сравнению с фоном, где минеральный азот вносился только под предпосевную культивацию.

Между тем, существенная разница в прибавке урожая семян между самими вариантами нами не установлена. Средняя урожайность, полученная при изучении влияния азотно-серосодержащих удобрений, на фоне 1 составила 15,8 ц/га, на фоне 2 – 17,0 ц/га, при добавлении бора и цинка – 15,9 и 17,2 ц/га соответственно. Внесение

азотно-калийных удобрений на фоне 1 обеспечило урожайность 16,2 и 16,8 ц/га, а с добавлением бора и цинка – 16,0 и 17,0 ц/га соответственно (рисунок 3). Однако в оптимальном по ГТК 2019 г. во всех вариантах с внесением азота в некорневую подкормку урожайность маслосемян варьировала от 18,6 до 20,3 ц/га, средняя урожайность по блоку составила 19,2 ц/га. При этом максимальная урожайность маслосемян установлена в варианте внесения NK, B, Zn на фоне 2 – 20,3 ц/га (рисунок 2).

При этом за все годы исследований вариант обработки вегетирующих растений в фазе «елочка» жидкими комплексными удобрениями NS, B, Zn + N₂₀ (рисунок 3) показал среднюю урожайность 17,2 ц/га, обеспечив прибавку 0,2–0,4 ц/га по отношению к остальным вариантам.

Выводы

Дробное внесение минерального азота N₆₀ (N₄₀ под предпосевную культивацию и N₂₀ в подкормку совместно с жидкими комплексными удобрениями по вегетирующим растениям в фазе «елочка») на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве обеспечивает стабильность формирования урожая маслосемян и повышает урожайность в среднем до 1,3 ц/га, сбор масла – до 0,7 ц/га по сравнению с однократным внесением полной дозы азота.

В результате проведенных исследований установлено, что наибольшей урожайностью – 17,2 ц/га маслосемян в среднем за 2018–2021 гг. – лен масличный отзывается на некорневую подкормку в фазе «елочка» азотом в дозе

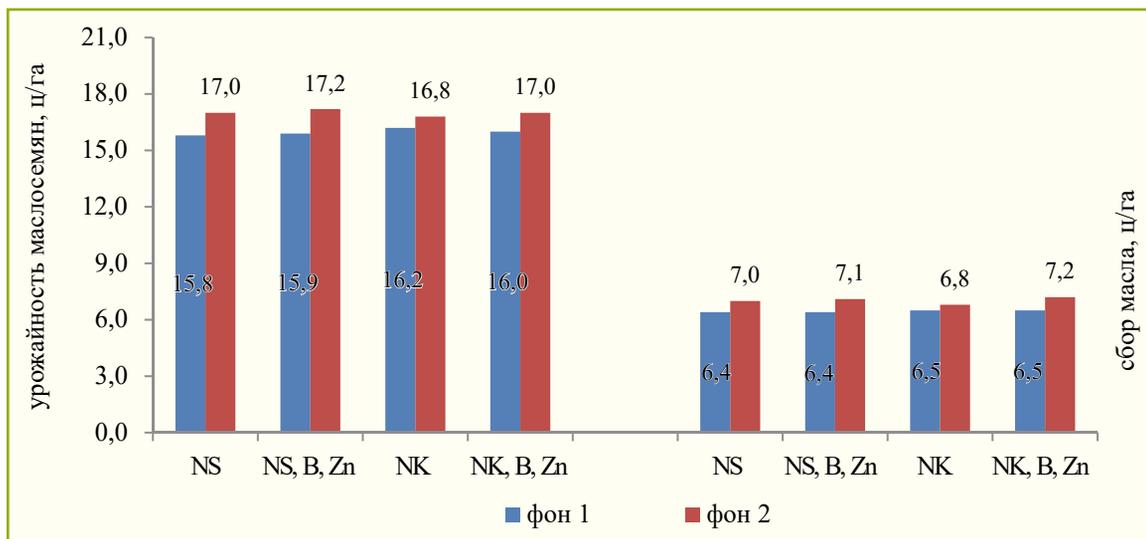


Рисунок 3 – Урожайность маслосемян и сбор масла при разных способах внесения минерального азота в комплексе с микроудобрениями при возделывании льна масличного (2018–2021 гг.)

N₂₀ совместно с азотно-серосодержащим удобрением NS с микроэлементами B (0,15), Zn (0,10).

Доля влияния на продуктивность льна масличного используемых удобрений при однократном применении азота (N₆₀) составила 33,5 %, при дробном (N_{40→20}) – 44,7 %, что подтверждает значительную эффективность его внесения под лен масличный дробно совместно с новыми комплексными формами жидких удобрений.

Литература

1. Пищевой режим почвы и азотный статус растений в зернопаровом и плодосменном севооборотах / Ю. В. Тулаев [и др.] – Аграрная наука. – № 3. – 2022. – С. 51–56.
2. Семененко, Н. Н. Диагностика обеспеченности почв усвояемой растениями формой азота – важнейший резерв повышения эффективности использования азотных удобрений / Н. Н. Семененко // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 6. – С. 23–27.
3. Система удобрений льна масличного / В. А. Прудников [и др.] – Орша: КПУП «Оршанская типография», 2011. – 32 с.
4. Рекомендации по применению новых агротехнических приемов в технологии возделывания льна масличного: рекомендации / Г. В. Пироговская [и др.] – РУП «Институт почвоведения и агрохимии» и РУП «Институт льна». – Минск, 2020. – 37 с.
5. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Беларус. наука, 2011. – 293 с.

6. Пироговская, Г. В. Комплексные минеральные удобрения: разработка, применение, эффективность / Г. В. Пироговская, В. В. Лапа; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 336 с.
7. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии; под ред. акад. В. В. Лапа. – 2-е изд. – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – 260 с.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва: Колос, 1979. – 416 с.
9. Сорты, включенные в Государственный реестр – основа высоких урожаев. Часть 8. Характеристика сортов, включенных в Государственный реестр с 2013 года. – Минск, 2013.
10. Голуб, И. А. Эффективность применения минеральных форм удобрений на льне масличном / И. А. Голуб, Н. А. Сапего. – Земледелие и растениеводство. – № 5 (132). – 2020. – С. 47–50.
11. Сапего, Н. А. Эффективность применения новых форм жидких комплексных удобрений для повышения урожайности семян льна масличного / Н. А. Сапего // Плодородие почв и эффективное применение удобрений: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 22–25 июня 2021 г. / Нац. академия наук Беларуси; Институт почвоведения и агрохимии – Минск: Институт системных исследований АПК, 2021. – С. 160–163.
12. Шкляр, А. Изменение климата – благо или проблема современности? / А. Шкляр // Аграрная экономика. – 2021. – № 7. – С. 89–96.

УДК 633.13:631.527(476)

Результаты адаптивной селекции овса в Беларуси

С. П. Халецкий, А. Г. Власов, кандидаты с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 29.07.2022)

В селекционном процессе условия среды определяют направление отбора. В этой связи важным является выбор генотипов овса, которые обеспечивают высокий стабильный урожай зерна с необходимым качеством как при изменении условий вегетационного периода, так и при различном уровне интенсивности технологии возделывания культуры. В статье представлены результа-

Environment conditions determinate selection direction in a breeding process. Therefore, the choice of oat genotypes is of crucial importance. They should provide high stable seed yield of necessary quality both at changes of vegetative period conditions and at different intensity levels of crop cultivation technology. The results of breeding evaluation at the stage of the competitive variety trial of new oat