

ляющим прекращение питания насекомого на растении задолго до его гибели. Каратэ зеон оказывает контактное и кишечное действие, относится к группе синтетических пиретроидов [1], к которым у колорадского жука уже выработалась резистентность.

Хозяйственную эффективность рассчитывали на основе сохраненного урожая за счет проведения защитных мероприятий в каждом варианте опыта по сравнению с контролем. Применение испытуемых инсектицидов обеспечило достоверный рост урожайности картофеля. В 2018 и 2019 г. была получена наибольшая урожайность – 290 и 295 ц/га клубней соответственно при применении препарата Вирий в норме расхода 0,3 л/га (таблица 2).

Заключение

В технологии возделывания картофеля в условиях северо-востока Беларуси в борьбе с колорадским жуком эффективно применение инсектицида Вирий, КС в норме расхода 0,3 л/га. Биологическая эффективность данного препарата по снижению численности фитофага достигает 90 % и выше, а сохраненный урожай клубней картофеля при этом составляет 175 ц/га.

Литература

1. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Респу-

- блики Беларусь / Л. В. Плешко [и др.]. – Минск: «Промкомплекс», 2014. – 657 с.
2. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Нац. акад. Наук Респ. Беларусь; Ин-т защиты растений НАН Беларуси; под ред. С. В. Сороки. – Минск: Белорусская наука. – 2005. – 462 с.
3. Турко, С. А. Основные элементы технологии выращивания экологически чистого картофеля / С. А. Турко, В. Л. Маханько, Г. И. Пискун // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 2. – С. 36–39.
4. Бречко, Е. Колорадский жук: история, биология, защита / Е. Бречко // Наше сельское хозяйство. – 2013. – № 11 (67). – С. 54–62.
5. Дорожко, Г. Р. Система интегрированной защиты сельскохозяйственных культур от сорной растительности, вредителей и болезней / Г. Р. Дорожко, В. К. Целовальников, А. П. Шутко // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 2 (172). – С. 67–72.
6. Мониторинг плодородия почв Ставропольского края: динамика агрохимических показателей с учетом зональных особенностей почв / В. Н. Ситников [и др.]. // Агрохимический вестник. – 2018. – № 4. – С. 8–13.
7. Рекомендации по ведению экологического (биологического) земледелия в Республике Беларусь / Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 28 с.
8. Палкин, Г. Экологическое сельское хозяйство Беларуси. Начальные пути развития / Г. Палкин // Белорусское сельское хозяйство. – № 10 (78). – 2008. – С. 20–22.
9. Старовойтов, В. И. Перспективы органического картофелеводства / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова / Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: В. Г. Иванюк (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2008. – Т. 15. – С. 381–387.

УДК 631.8:633.171:631.559

Экономическая эффективность применения макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста при возделывании проса

Ю. В. Коготько, старший преподаватель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 22.07.2020 г.)

В статье приведены результаты исследований о влиянии макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста растений на урожайность зерна проса, а также экономическую эффективность его возделывания.

В результате было установлено, что в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв северо-востока Беларуси наиболее оптимальные агроэкономические показатели проса сортов Галинка и Дружба 2 были получены при применении уровня минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ и инкрустации семян хелатной формой меди.

Введение

Разработка ресурсосберегающей системы применения удобрений является одним из наиболее эффективных и быстродействующих факторов в повышении уровня производства продукции растениеводства [1]. В её основе должен лежать научно обоснованный план применения удобрений, учитывающий почвенно-климатические условия, агротехнику возделывания, биологические

The article presents the results of studies on the effect of macro-, micro-fertilizers, a bacterial preparation and plant growth regulator on the yield of millet grain, as well as the economic efficiency of its cultivation.

As a result, it was found that in the conditions of sod-podzolic light loamy soils of northeastern Belarus, the most optimal agro-economic indicators of millet of the Galinka and Druzhba 2 varieties were obtained using the mineral nutrition level $N_{90}P_{60}K_{90}$ and inlaid seeds with a chelated copper form.

особенности и сортовую специфику культуры, а также свойства удобрений, это позволит получить прирост урожайности от 30 до 70 % [2].

Важным фактором эффективности применения удобрений является отзывчивость самой культуры на условия питания, которая оценивается уровнем окупаемости 1 кг NPK прибавкой урожая. При этом применение удобрений должно быть направлено не только на получение максимальной продуктивности, но и

прибыли при минимальных затратах. В связи с этим подбор и включение в севооборот низкозатратных, но при этом обеспечивающих получение хорошего дохода и рентабельности культур является очень актуальным в современном сельскохозяйственном производстве [3].

Одной из таких культур является просо, которое в ряду с многоцелевым использованием имеет небольшую норму высева и меньше других зерновых повреждается вредителями и болезнями, что значительно сокращает затраты на его выращивание [4].

Важно зерновое направление возделывания проса, так как оно является ценной крупяной культурой, стратегический запас которой также должен обеспечивать вклад в продовольственную безопасность страны. Пшено проса отличается повышенным содержанием белка (12–13 %) и жира (до 5,5 %), уступая только овсяной крупе, а также хорошо разваривается и легко усваивается [4].

В условиях рыночной экономики эффективность производства проса напрямую зависит от стоимости 1 ц зерна. Поэтому, чтобы оценить экономическую эффективность системы применения удобрений проса, необходимо на основании данных урожайности зерна определить прибавку урожая от применения удобрений в натуральном и стоимостном выражении, производственные затраты на 1 га, условный чистый доход на 1 га и рентабельность [3].

Целью исследований являлось определение экономической эффективности применения макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста при возделывании проса различных сортов в условиях северо-востока Беларуси.

Условия и методика проведения исследований

Исследования проводили в 2009–2011 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» Горецкого района Могилевской области. Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднекультуренная временно-избыточно увлажненная легкосуглинистая, развивающаяся на легком лесовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком. Агрохимические показатели: содержание гумуса – 1,65–1,71 %, подвижного фосфора – 239–248 мг/кг, подвижного калия – 208–244, меди – 1,33–1,36, цинка – 2,92–3,01 мг/кг почвы, pH_{KCl} – 5,98–6,11 [5].

Объектами исследований являлись два сорта проса, которые относятся к разным разновидностям и различаются по крупности зерна: Галинка (мелкосемянный) и Дружба 2 (крупносемянный) [5].

В качестве минеральных удобрений в опыте применяли карбамид, аммофос и хлористый калий. Микроудобрения, регулятор роста и бактериальный препарат применяли при инкрустации и инокуляции семян. Из микроудобрений для инкрустации семян использовали соли: $CuSO_4 \times 5H_2O$ (23,4–24,9 % Cu) и $ZnSO_4 \times 7H_2O$ (21–23 % Zn), а также хелатные формы: Cuprovetum, $NaCuH(edta) \times nH_2O$ (17 % Cu) и Zincovetum, $NaZnH(edta) \times nH_2O$ (17 % Zn) в дозах 150 г/т д. в. элемента. В качестве регулятора роста для инкрустации семян применяли Эпин в дозе 20 мг/т д. в. Инокуляция семян осуществлена бактериальным удобрением Ризобактерин в дозе 200 мл на гектарную норму семян [5].

Исследования с просом проводили в соответствии агротехникой возделывания этой культуры по отрасле-

вому регламенту. Закладка полевых опытов, учеты и наблюдения, обработка полученных результатов – по Б. А. Доспехову [6, 7].

Расчет экономической эффективности возделывания производился в соответствии с методикой определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений, разработанной в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» в ценах на 2019 г. (в долларах США, по курсу Национального банка Республики Беларусь на 22 августа 2019 г.) [8]. Стоимость прибавки урожая проса определялась, исходя из предельных максимальных цен на сельскохозяйственную продукцию (растениеводства) урожая 2019 г., установленных Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (постановление № 40 от 22 августа 2019 г.) [9].

Результаты исследований и их обсуждение

Основной целью применения минеральных удобрений и обработки семян различными составами являлось повышение зерновой продуктивности проса. Как показали наши исследования, урожайность проса сорта Галинка в зависимости от условий питания в среднем за 3 года изменялась от 22,9 ц/га зерна в контроле до 44,0 ц/га в варианте, где на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ применяли инкрустацию семян хелатной формой меди (таблица).

Увеличение доз азотных удобрений с 60 до 90 кг/га на фоне $P_{60}K_{90}$ обеспечивало рост прибавки урожая от применения удобрений с 11,7 до 15,9 ц/га зерна. Одновременно с этим наблюдался рост экономической эффективности системы применения удобрений. Так, в варианте $N_{90}P_{60}K_{90}$ условный чистый доход составил 20,3 USD/га, а при внесении $N_{90}P_{60}K_{90}$ этот показатель вырос более чем в 2 раза, и составил 43,3 USD/га, обеспечивая рентабельность производства зерна проса на уровне 32,8 %.

Применение дозы азота 90 кг/га в два приема (60 + 30 кг/га) на фоне $P_{60}K_{90}$ по экономической эффективности уступало разовому внесению, обеспечивая получение чистого дохода на уровне 30,8 USD/га, а рентабельности – 23,9 %.

Говоря о влиянии обработки семян проса бактериальным удобрением на агрономическую и экономическую эффективность возделывания этой культуры, следует отметить, что на мелкосемянном сорте Галинка инокуляция семян Ризобактерином на вышеуказанные показатели в среднем за три года исследований влияния не оказывала.

Инкрустация семян проса микроэлементами повышала эффективность действия минеральных удобрений. Так, на сорте Галинка применение для инкрустации семян меди в хелатной форме на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ способствовало получению наибольшей урожайности (44,0 ц/га) и прибавки зерна (21,1 ц/га) от применения удобрений в опыте. Это позволило получить условный чистый доход в размере 86,1 USD/га и повысить уровень рентабельности производства по отношению к фону ($N_{90}P_{60}K_{90}$) с 32,8 до 59,1 %. Также на вышеуказанном фоне минерального питания высокий чистый доход (70,5 USD/га) и рентабельность (50,3 %) были получены при использовании для инкрустации семян сульфата меди.

Экономическая эффективность применения макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста при возделывании проса (среднее за 2009–2011 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, USD/га	Всего затрат, USD/га	Условный чистый доход, USD/га	Рентабельность, %
<i>Сорт Галинка</i>						
1. Без удобрений (контроль)	22,9	–	–	–	–	–
2. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀	27,9	5,0	55,4	72,8	–	–
3. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	31,0	8,1	89,0	93,4	–	–
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	34,6	11,7	129,2	108,9	20,3	18,7
5. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	38,8	15,9	175,3	131,9	43,3	32,8
6. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀	37,4	14,5	159,9	129,0	30,8	23,9
7. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	28,3	5,4	59,3	75,5	–	–
8. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	30,8	8,0	87,5	94,9	–	–
9. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	37,7	14,9	163,4	117,7	45,8	38,9
10. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	44,0	21,1	232,0	145,9	86,1	59,1
11. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	40,7	17,9	196,4	138,4	58,1	42,0
12. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O	36,4	13,5	149,0	113,5	35,5	31,2
13. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O	42,0	19,1	210,6	140,1	70,5	50,3
14. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O	39,2	16,3	179,8	133,7	46,1	34,4
15. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	38,7	15,8	174,1	120,3	53,8	44,8
16. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	43,7	20,9	229,4	145,4	84,0	57,8
17. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	42,3	19,4	213,7	142,5	71,2	50,0
18. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O + ZnSO ₄ ×7H ₂ O	39,0	16,1	177,1	119,9	57,2	47,7
19. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O + ZnSO ₄ ×7H ₂ O	43,1	20,2	222,5	142,8	79,6	55,8
20. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O + ZnSO ₄ ×7H ₂ O	40,5	17,7	194,5	137,1	57,4	41,9
21. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.) + Эпин	39,9	17,1	187,7	128,1	59,6	46,5
22. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O + ZnSO ₄ ×7H ₂ O + Эпин	39,1	16,3	178,8	125,0	53,7	42,9
<i>Сорт Дружба 2</i>						
1. Без удобрений (контроль)	26,8	–	–	–	–	–
2. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀	30,0	3,2	35,7	68,3	–	–
3. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	36,1	9,3	102,2	96,4	5,8	6,0
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	39,2	12,5	137,1	110,7	26,5	23,9
5. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	43,7	16,9	185,8	134,3	51,5	38,3
6. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀	41,5	14,7	161,8	129,5	32,3	25,0
7. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	32,1	5,3	58,5	75,3	–	–
8. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	36,0	9,2	101,7	98,1	3,6	3,6
9. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	44,3	17,5	192,7	124,6	68,0	54,6
10. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	46,5	19,7	217,0	142,8	74,2	52,0
11. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	43,4	16,6	182,4	135,5	46,9	34,6
12. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O	42,3	15,5	170,4	118,4	52,0	43,9
13. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O	44,7	18,0	197,7	137,2	60,5	44,1
14. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O	43,8	17,0	186,8	135,3	51,5	38,1
15. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	44,3	17,6	193,2	125,0	68,3	54,6
16. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	46,9	20,1	221,3	144,0	77,3	53,7
17. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	45,9	19,2	210,7	142,2	68,6	48,2
18. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O + ZnSO ₄ ×7H ₂ O	41,3	14,5	159,6	116,0	43,6	37,6
19. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O + ZnSO ₄ ×7H ₂ O	44,2	17,4	191,3	135,8	55,5	40,9

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, USD/га	Всего затрат, USD/га	Условный чистый доход, USD/га	Рентабельность, %
20. $N_{60+30}P_{60}K_{90} + CuSO_4 \times 5H_2O + ZnSO_4 \times 7H_2O$	43,0	16,2	178,3	133,4	44,9	33,6
21. $N_{60}P_{60}K_{90} + Cu + Zn$ (хелат.) + Эпин	43,4	16,6	182,7	128,9	53,8	41,7
22. $N_{60}P_{60}K_{90} + CuSO_4 \times 5H_2O + ZnSO_4 \times 7H_2O + Эпин$	42,2	15,5	170,0	124,7	45,4	36,4
НСП ₀₅ фактора А (сорт)	0,28					
НСП ₀₅ фактора Б (вариант)	0,94					
НСП ₀₅ фактора АБ	1,34					

Использование для инкрустации семян проса сорта Галинка регулятора роста Эпин в баковой смеси с медью и цинком на фоне $N_{60}P_{60}K_{90}$ позволило получить доходность производства на уровне 53,7–59,6 USD/га и рентабельность – 42,9–46,5 %, при этом максимальный эффект наблюдался при использовании микроэлементов в хелатной форме.

Анализ агрономической эффективности применения удобрений на сорте Дружба 2 показал, что в среднем за три года исследований общий уровень производства зерна у него был выше по сравнению с сортом Галинка. При этом урожайность зерна в зависимости от уровня минерального питания колебалась от 26,8 ц/га в контрольном варианте опыта до 46,9 ц/га в варианте, где на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ применяли инкрустацию семян хелатными формами меди и цинка.

В результате проведения исследований с данным сортом оптимальным уровнем минерального питания был установлен $N_{90}P_{60}K_{90}$, который обеспечил получение урожайности 43,7 ц/га зерна с прибавкой от удобрений 16,9 ц/га. Его применение обеспечило получение условного чистого дохода в размере 51,5 USD/га при рентабельности 38,3 %.

Инокуляция семян проса сорта Дружба 2 бактериальным удобрением Ризобактерин по результатам трехлетних исследований была экономически не эффективна, что объясняется низкой прибавкой урожая от применения данной обработки.

Обработка семян проса сорта Дружба 2 различными инкрустационными составами дополнительно повышала как производство зерна, так и экономическую эффективность от применения удобрений. Так, наибольшая урожайность зерна (46,5–46,9 ц/га) на данном сорте была получена в вариантах, где на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ инкрустировали семена хелатной формой меди, а также баковой смесью меди и цинка в этой же форме. В результате условный чистый доход от применения удобрений составил 74,2 и 77,3 USD/га, а рентабельность 52,0 и 53,7 % соответственно.

Также следует отметить, что экономически оправданным на обоих изучаемых сортах было и применение при инкрустации семян микроэлементов в форме простых солей, однако по своей эффективности они несколько уступали металлорганическим комплексам.

Заключение

При возделывании проса на фуражные цели в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв северо-востока Беларуси необходимо применять ми-

неральные удобрения в дозе $N_{90}P_{60}K_{90}$. Это позволит получить урожайность зерна при возделывании мелко-семянного сорта Галинка на уровне 38,8 ц/га, условный чистый доход от применения удобрений – 43,3 USD/га и рентабельность производства – 32,8 %, а при выращивании крупносемянного сорта Дружба 2 – 43,7 ц/га, 51,5 USD/га и 38,3 % соответственно.

Экономически целесообразно применять инкрустацию семян проса микроэлементами как в хелатной форме, так и в форме простых солей. При этом наибольшая агрономическая и экономическая эффективность возделывания проса сорта Галинка достигается при применении хелатной формы меди на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$, в результате чего урожайность зерна повышается до уровня 44,0 ц/га, условный чистый доход – 86,1 USD/га и рентабельность – 59,1 %.

Применение инкрустации семян сорта Дружба 2 хелатной формой меди на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ повышает урожайность зерна до уровня 46,5 ц/га, условный чистый доход – 74,2 USD/га, рентабельность – 52,0 %, а применение на вышеуказанном уровне минерального питания меди и цинка в хелатной форме позволяет довести эти показатели до 46,9 ц/га, 77,3 USD/га и 53,7 % соответственно.

Литература

1. Радкевич, М. Л. Агрономическая, энергетическая и экономическая оценка условий питания при возделывании люпина узколистного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / М. Л. Радкевич // Вестник БГСХА. – 2020. – № 2. – С. 96–100.
2. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
3. Зимица, М. В. Экономическая эффективность применения удобрений и регуляторов роста в посевах подсолнечника / М. В. Зимица, М. С. Брилёв // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 2 (129). – С. 25–27.
4. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2016. – 392 с.
5. Коготко, Ю. В. Влияние макро- и микроудобрений, регулятора роста и бактериального препарата на структуру урожая и урожайность зерна проса / Ю. В. Коготко // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 1. – С. 219–227.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
7. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов / Ин. аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ. В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Беларус. наука, 2012. – 460 с.
8. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.] / РУП «Ин-т почвоведения и агрохимии». – Минск, 2010. – 24 с.

9. Об установлении предельных и максимальных цен на сельскохозяйственную продукцию (растениеводства) урожая 2019 года [Электронный ресурс]: постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики

Беларусь, 22 авг. 2019 г., № 40 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by/document/?guid=3961&p0=W21934004>. – Дата доступа: 02.03.2020.

УДК 631.81.095.337

Эффективность применения минеральных форм удобрений на льне масличном

И. А. Голуб, доктор с.-х. наук, Н. А. Сапего, соискатель
Институт льна

(Дата поступления статьи в редакцию 23.06.2020 г.)

В статье изложены результаты влияния внесения минеральных макро- и микроудобрений в почву при возделывании льна масличного. Установлена зависимость их эффективности от внешних условий: год с более равномерным выпадением осадков обеспечивает стабильность формирования урожая и содержания масла в маслосеменах. Внесение минеральных удобрений в почву в дозе $N_{60}P_{40}K_{80}$ позволяет в среднем повысить урожайность маслосемян льна масличного по сравнению с контролем на 4,0 ц/га или 31,0 %. Применение различных модификаций микроудобрений совместно с базовой дозой макроудобрений позволяет дополнительно повысить урожайность на 1,1–1,6 ц/га или 8,5–2,4 % в среднем.

Введение

Лен масличный имеет разностороннее использование. Эта культура возделывается для получения растительного пищевого масла, а также для медицинских и технических целей [1, 2]. Площадь возделывания культуры в мире ежегодно увеличивается [3]. Одной из причин является не только его разностороннее использование [3], но и то, что льняное масло рассматривают как один из источников оздоровления организма человека [4], особенно в странах Западной Европы и США, с целью получения профилактических препаратов от онкологических заболеваний [5]. В Беларуси площадь возделывания льна масличного в 2019 г. составила более 2000 га. Одной из причин непопулярности этой культуры является невысокая урожайность маслосемян [6]. В свою очередь это вызвано несоблюдением технологических приемов его возделывания, в том числе требований в части применения удобрений [1]. Использование минеральных удобрений позволяет увеличить семенную продуктивность при повышении качества и является основным агроприемом при возделывании полевых культур [7].

Вне всякого сомнения, макроудобрения принадлежат к числу основных составляющих современных технологий возделывания, оказывающих всестороннее воздействие на возделываемую культуру. Однако для большинства культур недостаточно минерального питания макроэлементами первого порядка (NPK) [1]. Все большее значение приобретают микроудобрения, способные повышать устойчивость растений к стрессам, болезням, увеличивая их продуктивность [7].

The article presents the results of the influence of applying mineral macro-and micro-fertilizers to the soil during the cultivation of oilseed flax. The dependence of their effectiveness on external conditions is established: a year with more uniform precipitation provides stability of crop formation and oil content in oilseeds. Application of mineral fertilizers to the soil at a dose of $N_{60}P_{40}K_{80}$ allows on average to increase the yield of oilseeds of flax compared to the control by 4,0 c/ha or 31,0 %. The use of various modifications of microfertilizers together with the base dose of macrofertilizers can further increase the yield by 1,1–1,6 c/ha or 8,5–12,4 % on average.

Микроэлементы – это необходимые питательные вещества, без которых растения не могут полноценно развиваться, так как они входят в состав белков, углеводов, витаминов и др. В настоящее время применяются как отдельные микроэлементы, так и комплексные, в зависимости от изучаемой культуры.

На рынке средств химизации сельскохозяйственного производства представлен значительный ассортимент микроудобрений импортного производства. Однако в настоящее время сотрудниками Института почвоведения и агрохимии разработаны комплексные микроудобрения, повышающие урожай маслосемян и качество льняного масла. Их изучение совместно с макроудобрениями для основного внесения в почву и стало целью нашего исследования.

Методика и условия проведения исследований

В качестве объекта исследований нами использовался сорт льна масличного Илим, внесенный в Государственный реестр сортов, разрешенных для возделывания в Беларуси, с 2013 г. Сорт имеет прямостоячий стебель высотой 48–62 см. Семена удлинено-яйцевидной формы, коричневые. Устойчив к полеганию и среднеустойчив к расам возбудителя фузариозного увядания. Сорт пригоден к механизированному возделыванию для получения высококачественного пищевого масла и жмыха (шрота) [8].

Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт льна» (Оршанский район, Витебская область) в 2018–2019 гг. Полевые опыты закладывали на дерново-подзолистой почве, развивающейся на лессо-