

Эффективность применения минеральных удобрений в посевах подсолнечника

М. В. Зими́на, М. С. Бри́лёв

Гродненский государственный аграрный университет

(Дата поступления статьи в редакцию 22.10.2019 г.)

В климатических условиях Гродненской области на дерново-подзолистой супесчаной почве проведено изучение эффективности применения минеральных удобрений в посевах подсолнечника. В ходе исследований было установлено положительное влияние удобрений на урожайность и качество семян подсолнечника. Урожайность семян подсолнечника от применения макроудобрений увеличилась на 63,4–91,8 %, от применения борных микроудобрений на разных фонах NPK – на 1,5–16,7 %.

Введение

Подсолнечник является одной из важнейших масличных культур в мире, имеющих большое народно-хозяйственное значение. Подсолнечник по сравнению с другими масличными культурами дает наибольшее количество высокоценного масла, которое по калорийности, усвояемости и биологической полноценности занимает одно из первых мест [2]. Современные сорта и гибриды подсолнечника содержат до 50 % масла. При переработке подсолнечника помимо масла получают также шрот и жмых, которые являются ценным концентрированным высокобелковым кормом для животных [8]. Производство подсолнечника, по сравнению с другими видами растениеводческой продукции, является наиболее эффективным из-за высоких цен продажи семян и продуктов их переработки в связи с высоким спросом на потребительском рынке [1].

Посевные площади подсолнечника в Республике Беларусь незначительны. Преимущественно он возделывается в южных и юго-восточных районах республики. В целях наращивания объемов производства семян масличных культур, совершенствования работы организаций, производящих масложировую продукцию, обеспечения их отечественным сырьем и увеличения производства белкового корма Постановлением Совета Министров от 31 августа 2012 г. была принята «Программа развития производства семян масличных культур, масложировой продукции и белкового корма в Республике Беларусь на 2012–2015 гг.», согласно которой посевные площади к 2015 г. должны были составить 27 тыс. га. Однако возделывание подсолнечника широкого распространения не получило. В Гродненской области подсолнечник возделывают несколько заинтересованных хозяйств.

Подсолнечник – засухоустойчивое растение с развитой корневой системой, которая глубоко проникает в почву, поэтому лучше чем многие другие культуры приспосабливается к разным условиям произрастания. При этом он предъявляет относительно высокие требования к наличию в почве усвояемых форм питательных веществ. Наличие в почве элементов питания в оптимальном соотношении способствует повышению продуктивности растений и улучшению качества семян [4, 5, 10]. Учитывая актуальность повышения урожайности подсолнечника и улучшения качества семян, первостепенное значение имеет оптимизация минерального питания растений за счет внесения удобрений при разных почвенных и агротехнических условиях.

In climatic conditions of the Grodno region on sod-podzolic sandy soil the study of efficiency of application of mineral fertilizers in crops of sunflower is carried out. In the course of research it was found a positive effect of fertilizers on the yield and quality of sunflower seeds. The yield of sunflower seeds from the use of macrofertilizers increased by 63,4–91,8 %, from the use of boron microfertilizers on different backgrounds NPK 1,5–16,7 %.

На образование 1 ц урожая подсолнечнику требуется в зависимости от генотипа и места произрастания до 4–6 кг азота, 2–5 кг фосфора и 10–12 кг калия [9, 10]. Интенсификация земледелия усиливает потребность в использовании микроудобрений в сельском хозяйстве. Это связано с ростом урожайности культур, использованием новых высокопродуктивных сортов, имеющих интенсивный обмен веществ, который требует достаточной обеспеченности всеми элементами питания, включая микроэлементы [3]. Известно, что подсолнечнику из микроэлементов необходим бор. На создание 1 ц урожая он поглощает 6,5 г бора, причем 22 % выносятся с семенами. Бор обеспечивает прорастание пыльцы и оплодотворение цветков, а при недостатке бора на краях листьев образуются пузырчатые искривления, на стебле возникают трещины, растения отстают в росте, корзинки деформируются, точки роста отмирают [7, 10]. Поэтому внесение борных удобрений является важным элементом системы применения удобрений подсолнечника.

Повысить эффективность применения микроудобрений можно за счет перевода их в комплексные соединения (хелаты), которые эффективны в любых почвенно-агрохимических условиях и хорошо совместимы с регуляторами роста растений [3]. Недостаточная изученность применения различных доз макро- и микроудобрений в посевах подсолнечника на дерново-подзолистых почвах обусловила необходимость проведения исследований.

Целью исследований являлось изучить влияние минеральных удобрений на урожайность и качество семян подсолнечника.

Методика проведения исследований

Полевые исследования проводили в 2009–2011 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве в ЗАО «Гудевичи» Мостовского района Гродненской области. Почва опытного участка характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,8–1,9 %, pH_{KCl} – 6,1–6,3, содержание подвижного фосфора P_2O_5 – 115–140 мг/кг, обменного калия K_2O – 150–175 мг/кг, обеспеченность почвы бором средняя – 0,41–0,57 мг/кг почвы. Для посева использовали гибрид подсолнечника Флавия фирмы «KWS SAAT AG» (Германия), районированный по Гродненской области. Гибрид является среднеранним. Общая площадь делянки составила 84 м², учетная площадь – 54,6 м². Повторность опыта четырехкратная.

Схема опыта предусматривала изучение возрастающих доз NPK (1 – $N_{60}P_{60}K_{120}$; 2 – $N_{90}P_{80}K_{150}$; 3 – $N_{120}P_{100}K_{180}$) и на их фоне различных доз, форм и сроков применения борных удобрений.

Минеральные удобрения (азотные, фосфорные и калийные) вносили поделочно вручную под предпосевную обработку почвы согласно схеме опыта.

В качестве азотных удобрений применяли мочевину (карбамид), фосфорных – аммофос, калийных – хлористый калий. Схема опыта предусматривала изучение различных форм борных удобрений. В опыте применяли борную кислоту и Эколист Моно Бор.

Борные удобрения вносили в некорневую подкормку в фазе листобразования в дозе 0,5 кг/га и 0,25 кг/га, и через месяц после первой подкормки в вариантах, где предусматривали внесение удобрений в два срока, в дозе 0,25 кг/га.

В исследованиях использовали интенсивную технологию возделывания культуры.

Закладку полевых опытов, учеты и наблюдения, математическую обработку результатов проводили по общепринятой методике Б. А. Доспехова [6].

Результаты исследований и их обсуждение

Урожайность маслосемян подсолнечника за годы исследований колебалась от 15,8 до 47,2 ц/га (таблица 1). В среднем за 2009–2011 гг. применение удобрений позволило получить от 13,7 до 23,1 ц/га семян. Лучшие показатели урожайности были достигнуты в 2009 г. Это связано с более благоприятными метеорологическими условиями этого года. В 2009 г. урожайность маслосемян подсолнечника была на уровне 26,4–47,2 ц/га. Так, применение удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{120}$ позволило получить на 12,3 ц/га (на 46,6 %) больше маслосемян,

чем в контрольном варианте. С увеличением дозы удобрений до $N_{90}P_{80}K_{150}$ прибавка составила 16,5 ц/га. Также достоверная прибавка относительно контрольного варианта – 18,5 ц/га отмечена в варианте с максимальной дозой удобрений – $N_{120}P_{100}K_{180}$. Такая же закономерность наблюдалась при анализе трехгодичных данных. Применение удобрений позволило получить урожайность в среднем за три года 35,3 ц/га при внесении $N_{60}P_{60}K_{120}$, 40,8 ц/га – при внесении $N_{90}P_{80}K_{150}$ и урожайность 41,4 ц/га сформировал вариант, в котором удобрения применялись в дозе $N_{120}P_{100}K_{180}$. Если проследить изменение урожайности маслосемян при внесении различных доз удобрений, то следует отметить, что урожайности при внесении удобрений в дозе $N_{90}P_{80}K_{150}$ на 5,5 ц/га выше в сравнении с вариантом, где доза удобрений составила $N_{60}P_{60}K_{120}$. Однако урожайность в вариантах, где удобрения применялись в дозах $N_{90}P_{80}K_{150}$ и $N_{120}P_{100}K_{180}$, была практически одинаковой.

В современных условиях сельскохозяйственного производства большого внимания заслуживает дальнейшее совершенствование технологии возделывания подсолнечника. Это возможно за счет использования последних достижений науки в области применения биологически значимых микроэлементов с целью оптимизации минерального питания.

Так как подсолнечник культура очень чувствительная к недостатку бора, в ходе исследований изучали различные формы борных микроудобрений, сроки и дозы их применения. Значительный эффект от применения борных микроудобрений был отмечен на фоне $N_{60}P_{60}K_{120}$. Применение микроудобрений способствовало повышению урожайности на 1,2–5,9 ц/га или 3,4–16,7 %. Варианты с применением микроудобрения Эколист Моно Бор сформировали большую урожайность, чем

Таблица 1 – Влияние минеральных удобрений на урожайность семян подсолнечника

Вариант	Урожайность, ц/га			В среднем за 3 года	Отклонение от контроля		Отклонение от фона, ц/га
	2009 г.	2010 г.	2011 г.		ц/га	%	
1. Контроль (без удобрений)	26,4	22,7	15,8	21,6	–	–	–
2. $N_{60}P_{60}K_{120}$ – фон 1	38,7	38,4	28,8	35,3	13,7	63,4	–
3. Фон 1 + $B_{0,5}$ (борная кислота)	39,9	39,3	30,3	36,5	14,9	69,0	1,2
4. Фон 1 + $B_{0,25+0,25}$ (борная кислота)	41,1	43,4	29,9	38,1	16,5	76,5	2,8
5. Фон 1 + $B_{0,5}$ (Эколист Моно Бор)	40,6	45,2	35,3	40,4	18,8	86,9	5,1
6. Фон 1 + $B_{0,25+0,25}$ (Эколист Моно Бор)	41,8	45,3	36,5	41,2	19,6	90,7	5,9
7. $N_{90}P_{80}K_{150}$ – фон 2	42,9	42,1	37,5	40,8	19,2	89,0	–
8. Фон 2 + $B_{0,5}$ (борная кислота)	42,6	42,7	38,9	41,4	19,8	91,7	0,6
9. Фон 2 + $B_{0,25+0,25}$ (борная кислота)	43,4	43,5	38,3	41,7	20,1	93,2	0,9
10. Фон 2 + $B_{0,5}$ (Эколист Моно Бор)	44,1	43,4	39,8	42,4	20,8	96,5	1,6
11. Фон 2 + $B_{0,25+0,25}$ (Эколист Моно Бор)	43,4	44,2	40,9	42,8	21,2	98,3	2,0
12. $N_{120}P_{100}K_{180}$ – фон 3	44,9	39,6	39,8	41,4	19,8	91,8	–
13. Фон 3 + $B_{0,5}$ (борная кислота)	45,6	40,7	40,7	42,3	20,7	96,0	0,9
14. Фон 3 + $B_{0,25+0,25}$ (борная кислота)	46,3	43,2	41,2	43,6	22,0	101,7	2,2
15. Фон 3 + $B_{0,5}$ (Эколист Моно Бор)	46,3	44,1	41,6	44,0	22,4	103,7	2,6
16. Фон 3 + $B_{0,25+0,25}$ (Эколист Моно Бор)	47,2	44,6	42,3	44,7	23,1	106,9	3,3
НСР ₀₅	2,1	1,4	1,8				

варианты с применением борной кислоты. В варианте, где применяли борную кислоту в одну и в две подкормки, в среднем за 2009–2011 гг. было получено 36,5 и 38,1 ц/га маслосемян подсолнечника соответственно, а в вариантах, где применяли Эколист Моно Бор, урожайность достигла 40,4 и 41,2 ц/га. Это на 5,1 и 5,9 ц/га больше в сравнении с фоновым вариантом и на 18,8 и 19,6 ц/га больше в сравнении с контрольным. Высокие показатели урожайности были достигнуты в вариантах с применением микроудобрений на фоне $N_{90}P_{80}K_{150}$ и $N_{120}P_{100}K_{180}$. В среднем за три года исследований урожайность в этих вариантах составила 41,4–44,7 ц/га. Применение борных микроудобрений на фоне $N_{90}P_{80}K_{150}$ позволило получить прибавку 1,5–4,9 % маслосемян подсолнечника, а на фоне $N_{120}P_{100}K_{180}$ прибавка составила 2,2–7,8 %. Следует отметить, что и на этих фонах лучшую урожайность сформировали варианты, где в качестве борных удобрений применялся Эколист Моно Бор. Урожайность маслосемян в среднем за 2009–2011 гг. на фоне внесения $N_{90}P_{80}K_{150}$ составила 42,4–42,8 ц/га, а на фоне внесения $N_{120}P_{100}K_{180}$ – 44,0–44,7 ц/га. Согласно полученным результатам, применение борных микроудобрений в одну и две подкормки было равнозначным по действию на урожайность маслосемян подсолнечника.

Для целенаправленного воздействия на уровень урожайности следует определить, какие параметры элементов ее структуры надо иметь, чтобы получить необходимый урожай. У подсолнечника основными качественными показателями являются лузжистость, масса 1000 семян, масличность и сбор масла с единицы площади. Известно, что удобрения повышают не только урожайность, но оказывают влияние на качество маслосемян подсолнечника. Однако на качественные показатели урожая за годы исследований оказали влияние и метеорологические условия. Особенно это было заметно в 2010 г., когда в период цветения и налива семян отмечалась высокая температура воздуха с небольшим количеством осадков.

Как показали исследования, удобрения являются фактором повышения урожайности семян подсолнечника, при этом рост урожайности обусловлен увеличением массы 1000 семян. Внесение азотно-фосфорно-калийных удобрений способствовало получению массы 1000 семян 55,2–56,4 г (таблица 2). При внесении $N_{60}P_{60}K_{120}$ масса 1000 семян увеличилась относительно контрольного варианта на 4,6 г или 9,1 %, при внесении $N_{90}P_{80}K_{150}$ – на 5,4 г или 10,7 %, а при внесении $N_{120}P_{100}K_{180}$ данный показатель увеличился на 5,8 г или 11,5 %. Применение борных микроудобрений не оказало существенного влияния на массу 1000 семян. В вариантах с внесением борных микроудобрений масса 1000 семян в среднем за 2009–2011 гг. была на уровне 55,5–58,5 г.

Хозяйственный урожай подсолнечника составляют не семена, а плоды семянки, которые состоят из собственно семян (ядер семянок), содержащих запасной жир, и плодовых оболочек (лузги), содержащих небольшое количество не имеющих пищевой ценности липидов. Поэтому при возделывании подсолнечника лузжистость семян имеет важное значение. От изучаемых факторов данный показатель изменялся незначительно. В среднем за три года по вариантам опыта лузжистость изменялась от 27,2 до 28,8 %. Наибольшим этот показатель отмечен в контрольном варианте, и он составил 28,8 %

Не только урожайность является определяющим показателем при возделывании подсолнечника, но и содержание масла в семенах (масличность). Поэтому в ходе исследований отслеживалось изменение содержания масла в семенах подсолнечника. Высокими показатели масличности были отмечены в 2009 г. Благоприятные погодные условия способствовали получению маслосемян с хорошими показателями качества.

В среднем за три года данный показатель был на уровне 43,8–47,5 %. Следует отметить, что применение удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{120}$ и $N_{90}P_{80}K_{150}$ позволило получить маслосемена с содержанием масла 44,5 и 45,1 % соответственно. Применение борных удобрений на этих фонах не повысило данный показатель.

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений на качество семян подсолнечника (среднее, 2009–2011 гг.)

Вариант	Масса 1000 семян, г	Лузжистость, %	Масличность, %	Сбор масла, ц/га
1. Контроль (без удобрений)	50,6	28,8	44,6	9,6
2. $N_{60}P_{60}K_{120}$ – фон 1	55,2	27,7	44,5	15,7
3. Фон 1 + $B_{0,5}$ (борная кислота)	55,6	28,5	43,8	16,0
4. Фон 1 + $B_{0,25+0,25}$ (борная кислота)	55,5	27,2	44,2	16,6
5. Фон 1 + $B_{0,5}$ (Эколист Моно Бор)	55,8	28,3	44,9	17,9
6. Фон 1 + $B_{0,25+0,25}$ (Эколист Моно Бор)	55,8	27,7	45,2	18,6
7. $N_{90}P_{80}K_{150}$ – фон 2	56,0	27,6	45,1	18,4
8. Фон 2 + $B_{0,5}$ (борная кислота)	58,5	27,3	45,3	18,7
9. Фон 2 + $B_{0,25+0,25}$ (борная кислота)	57,6	28,4	45,5	19,0
10. Фон 2 + $B_{0,5}$ (Эколист Моно Бор)	57,1	27,3	45,3	19,2
11. Фон 2 + $B_{0,25+0,25}$ (Эколист Моно Бор)	56,5	28,3	46,9	20,1
12. $N_{120}P_{100}K_{180}$ – фон 3	56,4	27,7	44,8	18,7
13. Фон 3 + $B_{0,5}$ (борная кислота)	57,5	28,2	46,9	20,0
14. Фон 3 + $B_{0,25+0,25}$ (борная кислота)	55,8	27,7	47,1	20,6
15. Фон 3 + $B_{0,5}$ (Эколист Моно Бор)	55,9	27,3	47,5	20,9
16. Фон 3 + $B_{0,25+0,25}$ (Эколист Моно Бор)	55,6	27,4	47,4	21,2

Содержание масла в семенах составило 43,8–46,9 %. Совместное применение $N_{120}P_{100}K_{180}$ и микроудобрений способствовало получению маслосемян с содержанием масла 46,9–47,5 %. При этом максимальным (47,5 и 47,4 % в среднем за три года) на этом фоне данный показатель отмечен в вариантах, где в качестве борных удобрений применяли Эколист Моно Бор в одну и в две подкормки. Содержание масла в этих вариантах на 2,7 и 2,6 % больше относительно фоновых вариантов и на 2,9 и 2,8 % – относительно контрольного варианта соответственно.

Величина урожайности и содержание масла в семенах определяют такой показатель, как выход масла с одного гектара. Как показали результаты исследований, применение удобрений является фактором повышения не только урожайности, но и сбора масла с 1 га. В среднем за 2009–2011 гг. исследований этот показатель по вариантам опыта изменялся от 9,6 ц/га (контрольный вариант) до 21,2 ц/га (вариант, где на фоне $N_{120}P_{100}K_{180}$ применяли Эколист Моно Бор в две подкормки). Применение удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{120}$ способствовало получению 15,7 ц/га масла, что на 6,1 ц/га больше по сравнению с контрольным вариантом. Внесение удобрений в дозах $N_{90}P_{80}K_{150}$ и $N_{120}P_{100}K_{180}$ повысило данный показатель на 8,8 и 9,1 ц/га соответственно.

Следует отметить, что лучшим вариантом на фоне $N_{60}P_{60}K_{120}$ был вариант, где применяли борные удобрения в две подкормки и в качестве борных удобрений использовали Эколист Моно Бор. Сбор масла с 1 га в этом варианте составил 18,6 ц. Это на 9,0 ц/га больше по сравнению с контрольным вариантом и на 2,9 ц/га больше по сравнению с фоновым. Такая же тенденция наблюдается на двух других фонах. На фоне $N_{90}P_{80}K_{150}$ сбор масла в данном варианте составил 20,1 ц/га, а на фоне $N_{120}P_{100}K_{180}$ – 21,2 ц/га. Прибавка по сравнению с фоновым вариантом составила 1,7 и 2,5 ц/га соответственно.

Выводы

1. Внесение минеральных удобрений при возделывании подсолнечника на дерново-подзолистой супесчаной почве оказывает положительное влияние на урожайность и качество семян подсолнечника. Применение азотно-фосфорно-калийных удобрений

способствовало увеличению урожайности маслосемян подсолнечника на 63,4–91,8 %, максимальная урожайность – 40,8 и 41,4 ц/га была сформирована в вариантах, в которых удобрения вносились в дозах $N_{90}P_{80}K_{150}$ и $N_{120}P_{100}K_{180}$ соответственно.

2. Внесение борных удобрений увеличило урожайность семян подсолнечника на 1,5–16,7 %. Наибольшая прибавка урожайности (3,9–16,7 %) отмечена в вариантах с применением удобрения Эколист Моно Бор как в одну, так и в две подкормки.
3. Применение удобрений положительно повлияло на качество семян подсолнечника: масса 1000 семян увеличилась на 3,3–7,9 г, выход масла с 1 га – на 6,1–11,6 ц. Однако, как показали исследования, качество семян подсолнечника определяется также метеорологическими условиями.

Литература

1. Бельтюков, Л. П. Экономическая эффективность производства подсолнечника в зависимости от технологии возделывания / Л. П. Бельтюков, Л. Н. Анипенко, В. Г. Донцов // Вестник аграрной науки Дона. – 2012. – № 1. – С. 74.
2. Васильев, Д. С. Подсолнечник / Д. С. Васильев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 173 с.
3. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 293 с.
4. Гомончук, И. И. Возделывание подсолнечника масличного и сои в условиях Беларуси: метод. пособие / И. И. Гомончук, О. Г. Давыденко. – Пружаны: Пружан. гор. тип., 2008. – 43 с.
5. Гомончук, И. И. Подсолнечник на полях Беларуси / И. И. Гомончук // Белорусское сельское хозяйство. – 2003. – № 2. – С. 28–29.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Влияние новых форм комплексных удобрений при основном внесении в почву на урожайность и качество маслосемян подсолнечника / Г. В. Пироговская [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 1 (56). – С. 176–192.
8. Сикорский, А. В. Подсолнечник в Беларуси. Аспекты возделывания / А. В. Сикорский // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 8. – С. 24–25.
9. Шпаар, Д. О. возможности выращивания подсолнечника в Беларуси / Д. Шпаар, М. Т. Дорофеенко // Ахова раслін. – 2000. – № 2. – С. 6–8.
10. Яровые масличные культуры / Д. Шпаар [и др.]; под ред. В. А. Щербакова. – Минск: ФУАинформ, 1999. – 288 с.

УДК 631.153.7:632.51(477.6)

Засоренность культур звена полевого севооборота под влиянием способов основной обработки почвы и удобрений в условиях северной степи Украины

Э. Б. Медведев, младший научный сотрудник
Луганский институт агропромышленного производства, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 24.10.2019 г.)

Установлено влияние способов основной обработки почвы и удобрений на засоренность сельскохозяйственных культур в звене зернопаро-пропашного полевого севооборота: пшеница озимая по кукурузе МВС (молочно-восковая

The impact revealed of the methods main tillage and fertilizers on the weeds of agricultural crops in crop rotation link: winter wheat after corn MVR (milk-wax ripeness) – peas – winter wheat in the conditions of the northern Steppe of Ukraine. It