УДК 635.35: 632.93 DOI 10.18286/1816-4501-2021-1-68-73

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА ЗЕРНОВЫХ БОБОВЫХ КУЛЬТУРАХ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ПОВОЛЖЬЯ

Тойгильдин Александр Леонидович, *доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие, растениеводство и селекция»*

Подсевалов Михаил Ильич, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие, растениеводство и селекция»*

Мустафина Резида Ахметовна, *аспирант кафедры «Земледелие, растениеводство и селекция»*

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1, тел. 8-(8422)55-95-81, e-mail: atoigildin@yandex.ru

Ключевые слова: *зерновые бобовые культуры, обработка почвы, защита растений, урожайность, сбор белка, экономическая эффективность.*

В статье приведены результаты исследований сравнительной продуктивности и экономической эффективности возделывания сои, гороха, люпина и нута в зависимости от систем основной обработки почвы в севообороте и уровня защиты растений от вредных организмов. В условиях лесостепной зоны Поволжья зерновые бобовые культуры способны формировать урожайность от 2,0 т/га семян. Экспериментальные исследования в течение 3 лет показали, что по уровню урожайности изучаемые зернобобовые культуры можно расположить в следующий ряд: горох – 2,51 т/га > люпин – 2,12 т/га > нут –2,11 т/га > соя – 2,10 т/га. Оценка влияния обработки почвы при возделывании зерновых бобовых показала достоверную прибавку урожайности по вспашке на 25-27 см в сравнении с культивацией на 12-14 см на всех изучаемых культурах, также отмечена прибавка урожайности по адаптивно-интегрированной защите растений в сравнении с минимальной (защита только от засоренности). Исследования показывают, что по сбору белка преимущество имели посевы люпина, с его урожаем было получено от 533 до 802 кг/га, на сое сбор белка составил 449-666 кг/га, на горохе – 430-521 кг/га, и нуте - 346- 486 кг/га с преимуществом отмеченных вариантов. Более высокий условный чистый доход был получен на сое (31555-44584 руб./га) и нуте (27777-40037 руб./га), особенно на комбинированной обработке почвы в севообороте. Системы защиты растений оказывали равноценное влияние на экономическую эффективность их возделывания, на отдельных вариантах адаптивно-интегрированная защита растений была менее эффективна.

Введение

Современное сельское хозяйство столкнулось с рядом социальных, экологических и экономических вызовов, которые требуют пересмотра технологической политики и освоения новых подходов в использовании основных и оборотных средств производства. Обострились экологические проблемы, в частности, отмечаются загрязнение почвы и грунтовых вод, ухудшение вкусовых качеств продукции в результате бесконтрольного применения ксенобиотиков и других факторов интенсификации, на этом фоне возрастают затраты антропогенной энергии на производство продукции растениеводства. По сообщению О.В. Мельниковой и В.Е. Торикова [1] на производство 1 единицы пищевой калории затрачивается в 2 раза больше антропогенной энергии. Все это вызывает необходимость разработки и освоения альтернативных агротехнологий, базирующихся на принципах экологизации.

Многие исследователи снижение экологических рисков при использовании земель сельскохозяйственного назначения связывают с освоением приемов биологизации земледелия, с сокращением объемов применения ксенобиотиков (пестицидов и агрохимикатов) и освоением альтернативных систем земледелия [2, 3, 4]. В системе биологизации земледелия важное место принадлежит бобовым фитоценозам, которые обладают уникальной способностью - биологической фиксацией азота, а повышение его доли в формировании урожая сельскохозяйственных культур становится актуальной задачей в системе экологизации земледелия [5].

Бобовые культуры накапливают незаменимые анимокислоты и отличаются высокой белковой продуктивностью. Введение зерновых бобовых культур в структуру посевных площадей позволит получать ценные по аминокислотному составу кормовые ресурсы, разрабатывать севообороты на принципах плодосмена - поддерживать биоразнообразие. Кроме того, введение бобовых культур является особенно эффективным способом влияния на фитосанитарное состояние севооборотов, которое позволяет исключить накопление болезней, вредителей и сорняков в по-

следующих культурах из других групп и семейств [6, 7, 8].

Несмотря на достоинства зерновых бобовых культур, их площадь остается незначительной. Так, по данным Watson et al. [9] зерновые бобовые культуры занимают только 1,5% площади пахотных земель в Европе- все это объясняется низкой производительностью труда при их возделывании, невысокой урожайностью и низкой окупаемостью затрат [10, 11, 12, 13].

По нашему мнению рост площадей под бобовыми культурами будет определяться совершенствованием агротехнологий, введением новых более совершенных адаптивных сортов и повышением экономической эффективности их возделывания.

Целью исследований является оценка продуктивного потенциала зерновых бобовых культур для расширения их видового состава в севооборотах с обоснованием приемов повышения их продуктивности в условиях лесостепной зоны Поволжья.

Материалы и методы исследований

Экспериментальной базой проведения исследований являлось опытное поле ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, где заложен 3-факторный стационарный полевой опыт. Фактор А – полевые севообороты:

1) зернопаротравяной: чистый пар - озимая пшеница - горох - яровая пшеница – кострец + люцерна (выводное поле) - яровая пшеница;

2) зернотравяной: лен - озимая пшеница – горох - яровая пшеница - кострец + люцерна (выводное поле) - яровая пшеница;

3) зернотравяной: горчица белая - озимая пшеница - люпин - яровая пшеница – кострец + люцерна (выводное поле) - яровая пшеница;

4) зернотравяной: рапс яровой - озимая пшеница – нут - яровая пшеница – кострец + люцерна (выводное поле) - яровая пшеница.

Возделываемые сорта культур: соя – УСХИ-6; горох – Ульяновец; люпин - Дега; нут – Краснокутский 36.

В условиях деградации почвенного плодородия, в том числе черноземных почв в результате интенсивной механической обработки почвы и эрозионных процессов актуальными являются разработка и обоснование приемов ее минимализации. В связи с этим нами изучались системы основной обработки почвы: 1 вариант – комбинированная в севообороте заключающаяся в проведении вспашки на 25-27 см 2 раза за ротацию 6-польных севооборотов, плоскорезная обработка, безотвальное рыхление и дискование на 10-12 см; 2 вариант – минимальная: 1 раз за ротацию севооборота вспашка (на 20-22 см), культивация на 12-14 см и дискование на 10-12 см. Обработка почвы под зерновые бобовые культуры проводилась по следующим схемам: B_1 - дискование на 10-12 см + вспашка на 25-27 см; B_2 - дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см.

При возделывании изучаемых культур были предусмотрены 2 уровня защиты растений (фактор С): 1) уровень нормальных агротехнологий (минимальная защита растений), который заключается в применении гербицида (имазетапир, 0,5 л/га) 2) уровень интенсивных агротехнологий (адаптивно-интегрированная защита растений): протравливание семян – (пиракластробин, 0,5 л/га + Bacillus subtilis, штамм Ч-13, 1 л/га); внесение гербицида (имазетапир, 0,5 л/га) + биофунгицид (Bacillus subtilis, штамм Ч-13, 1 л/га). По мере необходимости добавлялись инсектицид (альфа-циперметрин, 0,1 л/га) и фунгицид (пиракластробин, 0,5 л/га).

Агротехника возделывания зерновых бобовых культур в опыте -общепринятая для зоны. Севообороты развернуты в пространстве, поля размещены на 6 блоках (по количеству полей), размещены методом расщепленных делянок, повторность опыта -3- кратная, размер делянок – от 140 до 560 м^2 посевной площади, общий вид опыта представлен на фото 1. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный среднемощный среднесуглинистый по гранулометрическому составу.

Почвенно-климатические условия лесостепной зоны Поволжья обладают благоприятными условиями для возделывания зерновых бобовых культур. Среднемноголетнее количество осадков на территории опытного поля составляет 529 мм, а за период май - июль 166 мм (ГТК по Селянинову = 1,00). В годы проведения исследований количество осадков за май-июль колебалось от 64 мм, при ГТК = 0,39 (2018 год), до 145 мм, при ГТК = 0,88 (2020 году). В 2019 году за указанный период количество осадков составило 101 мм при ГТК= 0,60. Таким образом, согласно классификации Е.К. Зоидзе [14] полевые опыты были проведены в условиях недостаточной влагообеспеченности – 2020 год (норма для условий лесостепной зоны Поволжья), слабой засухи – 2019 год и в условиях сильной засухи – 2018 год.

Результаты исследований

Динамика урожайности изучаемых зерновых бобовых культур представлена в таблице . Следует отметить, что их урожайность определялась влагообеспеченностью посевов (содержанием продуктивной влаги в почве и количеством осадков в течение вегетации), которая колебалась по годам. По всем изучаемым культурам бо-

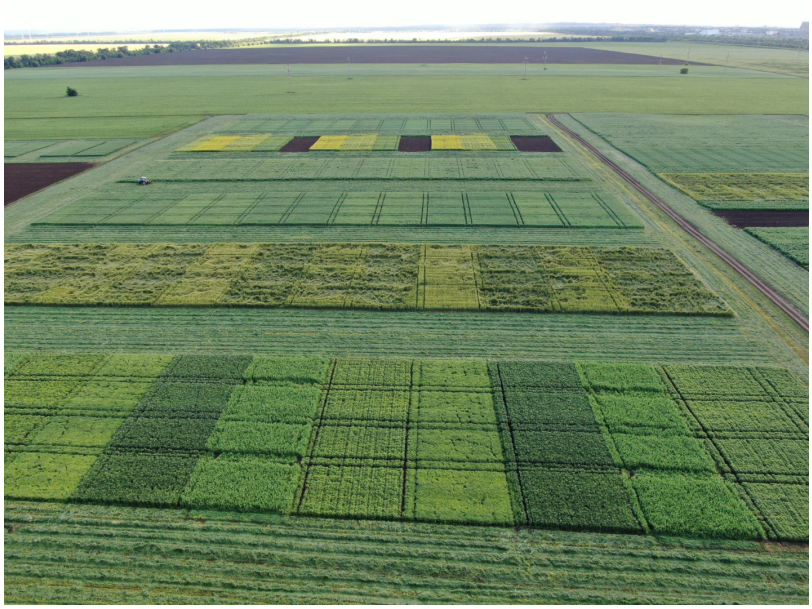

Рис. 1 – Общий вид стационарного полевого опыта кафедры земледелия, растениеводства и селекции ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ (на 1 первом блоке размещены бобовые культуры)

лее высокая урожайность была получена в благоприятном 2020 году.

Наши исследования показывают, что в сложившихся условиях зерновые бобовые культуры способны формировать урожайность не менее 2,0 т/га семян. Дисперсионный анализ урожайных данных показал, что преимущество гороха в сравнении с люпином, нутом и соей статистически достоверно.

Уровень урожайности изучаемых культур варьировал в зависимости от обработки почвы в севообороте и защиты растений. Так, по нашим данным на комбинированной обработке почвы соя сформировала 2,25 т/га, а по минимальной - 1,94 т/га семян. Аналогичная закономерность отмечена по другим культурам, где по вспашке на 25-27 см (комбинированная обработка почвы) прибавка составила от 0,23 т/га (на люпине) до 0,33 т/га на нуте.

Исследования показывают, что глобальное потепление ведет к распространению термофильных видов грибов с юга на север. Потепление стимулирует активность

Таблица

Урожайность зерновых бобовых культур в зависимости от обработки почвы и уровня защиты растений (2018-2020 гг.)

Культура (Фактор А)	Обработка почвы (Фактор В)	Защита растений (Фактор С)	Урожайность, т/га			В среднем за 3 года	Среднее по факторам		
			2018 г.	2019 г.	2020 г.		А	В	С
Соя	B_1	C_1	1,84	2,37	2,30	2,17	2,10	2,25	1,99
		C_2	2,03	2,48	2,50	2,34			
	B_2	C_1	1,55	1,71	2,16	1,81		1,94	2,21
		C_2	1,82	2,15	2,27	2,08			
Горох	B_1	C_1	2,17	2,35	3,11	2,54	2,51	2,65	2,40
		C_2	2,32	2,64	3,35	2,77			
	B_2	C_1	1,85	2,15	2,75	2,25		2,36	2,62
		C_2	2,05	2,37	2,98	2,47			
Люпин	B_1	C_1	1,80	2,02	2,56	2,12	2,12	2,23	2,01
		C_2	1,96	2,39	2,71	2,35			
	B_2	C_1	1,56	1,76	2,38	1,90		2,00	2,22
		C_2	1,74	2,07	2,47	2,09			
Нут	B_1	C_1	2,12	2,18	2,30	2,20	2,11	2,27	2,03
		C_2	2,26	2,32	2,45	2,34			
	B_2	C_1	1,80	1,63	2,11	1,85		1,94	2,19
		C_2	2,00	1,81	2,32	2,04			
$НСР_{05}$ НСР05 А НСР05 В и С			0,24 0,12 0,09	0,19 0,09 0,07	0,16 0,08 0,06	-	-	-	-

Фактор В: B_1 - дискование на 10-12 см + вспашка на 25-27 см; B_2 - дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см;

Фактор С: C_1 – гербицид; C_2 – гербициды + биофунгицид, по необходимости инсектициды и фунгициды.

почвенных грибов из родов *Pyrenophora, Septoria, Pythium, Rhizoctonia, Sclerotinia*, уменьшает латентный период развития болезни и увеличивает агрессивность патогенов [19]. Изменение экологических условий и антропогенное воздействие привели к изменению видового состава вредителей сельскохозяйственных культур и сорных растений. Например, в условиях лесостепи Поволжья по нашим наблюдениям в составе агрофитоценозов в последние годы появились новые виды сорных растений для региона – галинсога мелкоцветковая - *Galinsoga parviflora*, щирица жминдовидная - *Amaranthus blitoides*, резеда желтая - *Reseda lutea* и др.

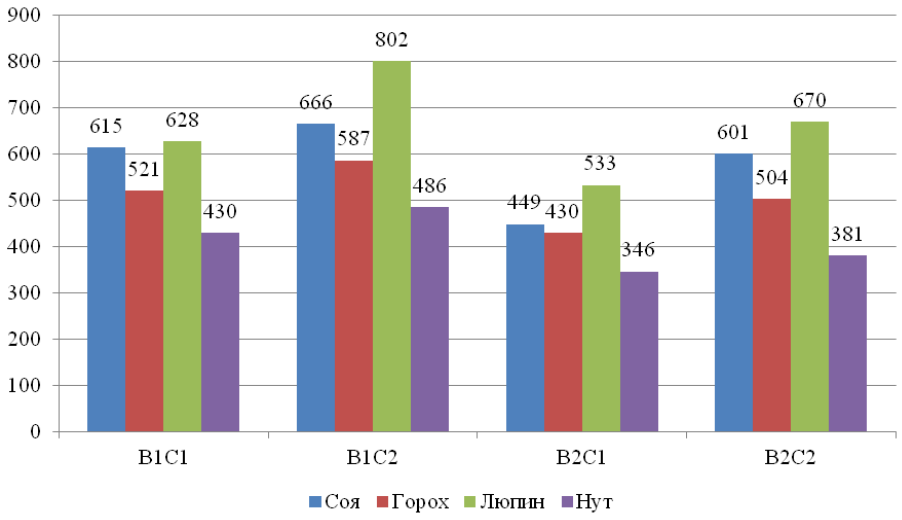

Рис. 2 – Сбор белка с урожаем зерновых бобовых культур за 2018-2020 гг., кг/га.

Нами установлено, на фоне адаптивно-интегрированной защиты растений урожайность зерновых бобовых культур была достоверно выше в сравнении вариантом, где не применялись фунгициды и инсектициды, что подтверждается дисперсионным анализом данных. Так, сохранность урожая на сое в результате комплексной защиты растений составила 0,22 т/га, на горохе – 0,27 т/га, на люпине - 0,23 т/га и нуте - 0,16 т/га.

Адаптивно-интегрированная защита растений от вредных организмов на фоне комбинированной в севообороте системы основной обработки почвы обеспечили не только повышение урожайности зерновых бобовых культур, но и качество продукции, и как следствие это сказалось на продуктивности. По сбору белка преимущество имели посевы люпина, с его урожаем было получено от 533 до 802 кг/га протеина, на сое сбор белка составил 449-666 кг/га, на горохе – 430-521 кг/га, и нуте – от 346 до 486 кг/га (рис. 2).

Для объективной оценки возделывания бобовых культур по способам основной обработки почвы и уровням защиты растений были рассчитаны технологические карты с рассмотрением основных показателей экономической эффективности планируемых агроприемов. Анализ производственных затрат при возделывании бобовых культур показал, что прямые затраты на возделывание сои составили 17345-18716 руб./1 га по первому варианту защиты растений и 25414-24094 тыс. руб. по второму варианту, при этом на минимальной обработке почвы затраты материальных средств были ниже. На возделывание других зерновых бобовых культур затрачивалось от 21714 – 24462 руб. на 1 га на первом уровне защиты растений до 28513-30870 руб. на втором. Таким образом, на адаптивно-интегрированной защите растений производственные затраты возрастали на 6407- 6813 руб./ 1 га., при этом доля затрат на защиту растений составляла от 32,1% (нут) до 43,1% (соя).

Следует отметить, что кроме средств защиты растений высокая доля в структуре затрат приходилась на семена бобовых культур, что объясняется высокой нормой высева особенно у гороха (до 31,1% от общих затрат), люпина (до 33,5%) и нута (до 36,5%). Поэтому при освоении ресурсосберегающих технологий перспективу имеют сорта бобовых культур с низкой массой 1000 семян.

Расчеты показали, что при сложившихся ценах наиболее экономически выгодным является возделывание посевов сои, где условно чистый доход составил от 35967 руб. до 45157 руб. с 1 га, при возделывании нута данный показатель составил 28268 – 39164 руб. на 1 га, люпина – 19703 – 27037 руб./га, гороха 10232 – 17993 руб./га. Существенное преимущество по условно чистому доходу отмечалось на комбинированной обработке почвы в сравнении с минимальной в севообороте.

Обсуждение

Преимущество комбинированной обработки почвы в севообороте объясняется созданием лучших условий для развития симбиотического аппарата зерновых бобовых культур, что сказалось на накоплении азота в биомассе и продуктивности азотфиксации, что представлено в прежних публикациях [15, 16] и в работах других

исследователей [17, 18].

При возделывании зерновых бобовых культур отмечается существенная прибавка урожая при комплексной защите растений с использованием протравливания семян, гербицидов, инсектицидов и фунгицидов, в т.ч. биологических, однако за все годы исследований затраты на СЗР не окупались сохраненным урожаем. Следует констатировать, что на чернозёме выщелоченном в зоне лесостепи Поволжья при соблюдении фитосанитарного интервала возврата зерновых бобовых культур на прежнее поле (для гороха 5 лет) их целесообразно возделывать с применением гербицидов, а при применении других средств защиты растений (протравливание семян, использование инсектицидов и фунгицидов) следует опираться на данные фитосанитарного заключения на семена и обоснованные экономические пороги вредоносности.

Заключение

В условиях лесостепной зоны Поволжья на черноземных почвах по урожайности горох существенно превышал урожайность других бобовых культур, однако по выходу белка более продуктивны были посевы люпина - 533-802 кг/га, что на 2,1-20,4% больше, чем с посевами сои, гороха на 20,5-36,6% и нута на 31,5-43,1%.

При возделывании зерновых бобовых культур (горох, соя, люпин и нут) в условиях черноземных почв Поволжья с использованием серийной техники более эффективно проведение вспашки, что обеспечивает лучшие условия для развития симбиотического аппарата бобовых культур, формирование более высокой урожайности и белковой продуктивности. Адаптивно-интегрированная защита растений бобовых культур от вредных организмов (протравливание семян, гербицид + биофунгицид, по необходимости инсектицид и фунгицид) обеспечила сохранение урожая бобовых на уровне 0,16-0,22 т/га, что является статистически достоверной прибавкой, но недостаточной для повышения экономической эффективности производства семян бобовых культур.

При соблюдении севооборотов и комбинированной в севообороте обработке почвы, а также при сложившейся структуре производственных затрат и ценах на продукцию растениеводства в агротехнологиях зерновых бобовых культур следует включать защиту растений от засоренности за счет внесения гербицидов. При планировании внесения других химических средств защиты растений следует опираться на данные фитосанитарного анализа семян и экономические пороги вредоносности.

Библиографический список

1. Мельникова, О.В. Теория и практика биологизации земледелия: монография / О.В. Мельникова, В.Е. Ториков. - Санкт Петербург: Лань, 2019. – 384 с.

2. Лобков, В.Т. Опыт Орловской области в разработке и практической реализация биологизированных систем земледелия / В.Т. Лобков. - Зернобобовые и крупяные культуры.- 2017. -№ 2 (22).- С. 55-59.

3. Кроветто, К.Л. Прямой сев (no-till). - Самара, 2010 –206 с.

4. Тойгильдин, А.Л. Научно-практическое обоснование биологизации земледелия лесостепной зоны Поволжья / А.Л. Тойгильдин, В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, Д.Э. Аюпов, И.А. Тойгильдина.- Ульяновск, 2020. – 386 с.

5. Романов, Г.Г. Симбиотические растения-азотфиксаторы во флоре Европейского Северо-Востока / Г. Г. Романов. - Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2014. - 128 с.

6. Дебелый, Г.А. Зернобобовые культуры в Нечерноземной зоне РФ.- М.: Немчиновка, 2009. -258 с.

7. Васин, А.В. Зернобобовые культуры Среднего Поволжья: монография / А. В. Васин. – Самара: РИНЦ СГСХА, 2011. – 275 с.

8. Васильченко, С.А., Метлина Г.В. Влияние агроприемов возделывания на урожайность нута в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России.- 2017. -Т.52 (4). -С. 48-53.

9. Тойгильдин, А.Л. Биологизация технологии возделывания озимой пшеницы в севооборотах лесостепной зоны Поволжья/ Монография// Тойгильдин А.Л., Морозов В.И., Подсевалов М.И., Аюпов Д.Э. -Ульяновск, 2019. – 200 с.

10. Watson, C. Grain legume production and use in European agricultural systems / C. Watson , M. Reckling, S. Preissel, J. at al. Adv Agron. 144 (1), 2017. 235–303 p.

11. Zander, P. Grain legume decline and potential recovery in European agriculture: a review. / P. Zander T.S. Amjath-Babu, S. Preissel, M. Reckling, et al. Agron Sustain Dev. 2016, 36 (2), 26 p.

12. Peltonen-Sainio, P. Protein crop production at the northern margin of farming: to boost or not to boost/ P. Peltonen-Sainio, J.K. Niemi. Agric Food Sci. 2012, 21(4), p. 370–383.

13. Cernay, C. Estimating variability in grain legume yields across Europe and the Americas / T. Ben-Ari, E. Pelzer, J-M. Meynard, D. Makowski., Sci Rep, 2015, 5, p.11171.

14. Зоидзе, Е.К. Сравнительная оценка сельскохозяйственного потенциала климата территории РФ и степени использования её агроклиматических ресурсов сельскохозяйственными

культурами: монография / Е.К. Зоидзе, Л.И. Овчаренко - СПб: Гидрометеоиздат, 2000. - 75 с.

15. Тойгильдин, А.Л. Сравнительная урожайность и продуктивность симбиотической фиксации азота зерновых бобовых культур в севооборотах лесостепи Поволжья / А.Л. Тойгильдин // Нива Поволжья. - 2017. - № 4 (45). С. 144-151.

16. Хайртдинова, Н.А. Зерновые бобовые агрофитоценозы в севооборотах лесостепи Поволжья / Н.А. Хайртдинова, В.И. Морозов, А.Л. Тойгильдин. -Ульяновск, 2017. – 187 с.

17. Куликова, А.Х. Агротехнические основы регулирования азотфиксирующей активности и продуктивности бобовых культур на черноземе лесостепи Поволжья / А.Х. Куликова, И.В. Антонов. В сборнике: Научные разработки и научно-консультационные услуги Ульяновской ГСХА. Информационно-справочный указатель. -Ульяновск, 2006.- С. 17-18.

18. Рахимова, Ю.М. Основная обработка почвы и применение гербицидов в технологии возделывания сои в условиях лесостепи Поволжья / Ю.М. Рахимова, А.В. Дозоров, А.Ю. Наумов. - Ульяновск, 2018. – 172 с.

19. Левитин, М.М. Микроорганизмы в условиях глобального изменения климата / М.М. Левитин // Сельскохозяйственная библиотека. – 2015.- №5. – С. 641-647.

EFFICIENCY EVALUATION OF SOIL TILLAGE AND PLANT PROTECTION OF GRAIN LEGUMES IN THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE VOLGA REGION

Toygildin A.L., Podsevalov M.I., Mustafina R.A.
FSBEI HE Ulyanovsk SAU named after P.A. Stolypin
432017, Ulyanovsk, Novyi Venets boulevard, 1, tel. 8- (8422) 55-95-81, e-mail: atoigildin@yandex.ru

Key words: grain legumes, soil cultivation, plant protection, yield, protein yield, economic efficiency.

The article presents results of studies of comparative productivity and cultivation economic efficiency of soybeans, peas, lupine and chickpeas, depending on main tillage systems in crop rotation and the level of plant protection from harmful organisms. Grain legumes are capable of forming a seed yield of 2.0 t / ha in the conditions of the forest-steppe zone of the Volga region. Three-year experimental studies have shown that the studied leguminous crops can be arranged in the following row according to the yield level: peas - 2.51 t / ha> lupine - 2.12 t / ha> chickpea –2.11 t / ha> soybean - 2.10 t / ha. Evaluation of the effect of soil tillage in cultivation of grain legumes showed a significant yield increase by plowing for 25-27 cm in comparison with tillage for 12-14 cm for all the studied crops, a yield increase for adaptive-integrated plant protection was also noted in comparison with minimum protection (protection only against weeds). Studies show that lupine crops had an advantage in protein content, its yield is from 533 to 802 kg / ha, as for soybeans, protein yield was 449-666 kg / ha, peas - 430-521 kg / ha, and chickpeas - 346-486 kg / ha with the advantage of the mentioned variants. A higher conditional net income was obtained on soybeans (31555-44584 rubles / ha) and chickpeas (27777-40037 rubles / ha), especially on combined tillage in crop rotation. Plant protection systems had an equal impact on economic efficiency of their cultivation; in some variants, adaptively integrated plant protection was less effective.

Bibliography

1. Melnikova, O.V. Theory and practice of agriculture biologization: monograph / O.V. Melnikova, V.E. Torikov. - St. Petersburg: Lan, 2019.- 384 p.

2. Lobkov, V.T. Experience of Oryol region in development and practical implementation of biologized farming systems / V.T. Lobkov // Legumes and cereals. - 2017. - No. 2 (22). - P. 55-59.

3. Krovetto, K. L. Direct sowing (no-till) / K. L. Krovetto. - Samara, 2010.- 206 p.

4. Scientific and practical substantiation of biologization of agriculture in the forest-steppe zone of the Volga region / A.L. Toygildin, V.I. Morozov, M.I. Podsevalov, D.E. Ayupov, I.A. Toygildina. - Ulyanovsk, 2020. - 386 p.

5. Romanov, G. G. Symbiotic nitrogen-fixing plants in the flora of the European North-East / G. G. Romanov. - St. Petersburg: Saint Petersburg State Forestry University, 2014 .- 128 p.

6. Debelyi, G.A. Grain legumes in the Non-Black soil zone of the Russian Federation / G.A. Debelyi. - Moscow: Nemchinovka, 2009 .- 258 p.

7. Vasin, A. V. Grain legumes of the Middle Volga region: monograph / A. V. Vasin. - Samara: Publishing department of SSAA, 2011 .- 275 p.

8. Vasilchenko, S.A. Influence of cultivation agricultural practices on chickpea yield in the southern zone of Rostov region / S.A. Vasilchenko, G.V. Metlina // Grain economy of Russia. - 2017 .-V. 52 (4). - P. 48-53.

9. Biologization of winter wheat cultivation technology in crop rotations of the forest-steppe zone of the Volga region: monograph / A. L. Toygildin, V. I. Morozov, M. I. Podsevalov, D. E. Ayupov. - Ulyanovsk, 2019 .-- 200 p.

10. Grain legume production and use in European agricultural systems / C. Watson, M. Reckling, S. Preissel, [et al.] // Adv Agron. - 2017 .-- 144 (1). - P. 235–303.

11. Grain legume decline and potential recovery in European agriculture: a review / P. Zander, T. S. Amjath-Babu, S. Preissel, M. Reckling [et al.] // Agron Sustain Dev. - 2016. - Vol. 36 (2). - P. 26.

12. Peltonen-Sainio, P. Protein crop production at the northern margin of farming: to boost or not to boost / P. Peltonen-Sainio, J. K. Niemi // Agric Food Sci. - 2012. - Vol. 21, No. 4. - P. 370–383.

13. Cernay, C. Estimating variability in grain legume yields across Europe and the Americas / T. Ben-Ari, E. Pelzer, J-M. Meynard, D. Makowski // Sci Rep. - 2015. - No. 5. - P.11171. - URL: https://doi.org/10.1038/srep11171

14. Zoidze, E.K. Comparative assessment of the climate agricultural potential of the Russian Federation territory and the degree of its agro-climatic resources use by agricultural crops: monograph / E.K. Zoidze, L.I. Ovcharenko. - St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 2000 .- 75 p.

15. Toygildin, A.L. Comparative productivity and productivity of symbiotic nitrogen fixation of grain legumes in crop rotations of the Volga forest-steppe / A.L. Toygildin // Niva of the Volga region. - 2017. - No. 4 (45). -P. 144-151.

16. Khayrtditnova, N. A. Grain leguminous agrophytocenoses in crop rotations of the Volga forest-steppe / N. A. Khayrtdinova, V. I. Morozov, A. L. Toygildin. - Ulyanovsk, 2017 .- 187 p.

17. Kulikova, A. Kh. Agrotechnical foundations for regulating nitrogen-fixing activity and productivity of legumes on the black soil of the Volga forest-steppe / A. Kh. Kulikova, I.V. Antonov // Scientific development and scientific consulting services of Ulyanovsk State Agricultural Academy. Information and reference book. - Ulyanovsk, 2006 .- P. 17-18.

18. Rakhimova, Yu. M. Primary soil cultivation and usage of herbicides in the technology of soybean cultivation in the forest-steppe conditions of the Volga region / Yu. M. Rakhimova, A.V. Dozorov, A. Yu. Naumov. - Ulyanovsk, 2018 .-- 172 p.

19. Levitin, M.M. Microorganisms in the context of global climate change / M.M. Levitin // Agricultural library. - 2015. - No. 5. - P. 641-647.