

УДК 633.367:631.8:631.438

Урожайность люпина узколистного и качество продукций на загрязнённых радионуклидами дерново-подзолистых песчаных почвах

Анищенко В.А.¹, Воробьева Л.А.¹, Смольский Е.В.²

¹*Новозыбковская СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»*

²*Брянский государственный аграрный университет*

Аннотация

В статье приводятся результаты экологической реакции люпина узколистного на изменяющиеся условия среды и применение макроудобрения в период 2021-2023 гг в условиях радиоактивно загрязнённых дерново-подзолистых песчаных почв. Установлены ведущая роль условий среды в повышении урожайности люпина узколистного и влияние макроудобрений на урожайность. Наибольшая урожайность люпина узколистного (7,6 т/га) получена в оптимальных погодных условиях при применении макроудобрения в дозе Р60К150. При возделывании люпина узколистного на зелёную массу роль условий среды на изменчивость содержания белка и ¹³⁷Cs в зелёной массе незначительная. Совершенствуя технологический приём применения макроудобрения, можно снизить содержание ¹³⁷Cs в зелёной массе люпина узколистного даже в экстремальных агроклиматических условиях.

Ключевые слова: ЛЮПИН УЗКОЛИСТНЫЙ, МАКРОУДОБРЕНИЯ, УРОЖАЙНОСТЬ, ПОГОДНЫЕ УСЛОВИЯ, БЕЛОК, ¹³⁷CS

Введение

В настоящее время кормопроизводство определяет интенсивность развития животноводства, так как является основной базой для кормления животных [1, 2].

При этом урожайность зелёной массы люпина узколистного и качество получаемой продукции зависят от множества факторов как природного характера, так и антропогенного. И если к природным факторам можно только адаптироваться посредством использования новых сортов и различных технологических приёмов, то действие того или иного антропогенного фактора будет зависеть от условий природной среды [3-5].

Особенную актуальность изучение роли факторов среды и человека на урожайность люпина узколистного и качество продукции приобретает в условиях низкого естественного плодородия почв и радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Цель исследований – изучить реакцию люпина узколистного на изменяющиеся условия окружающей среды и совершенствовать подбор доз макроудобрения в условиях дерново-подзолистых почв лёгкого гранулометрического состава загрязнённых радионуклидами.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в период с 2020 по 2023 гг в звене полевого севооборота в длительном стационарном опыте, заложенном в 1954-1955гг на полях Новозыбковской СХОС в восьмипольном севообороте:

1. Люпин на зелёную массу;
2. Озимая рожь;
3. Картофель;
4. Овёс;
5. Горох;
6. Озимая рожь;
7. Люпин на зерно;
8. Просо.

Объект исследования – люпин узколистный, возделываемый на зелёную массу, сорт Витязь, включён в реестр допущенных в 2011 году для Северо-Западного, Центрального, Волго-Вятского, ЦЧО, Средневолжского, Западно-Сибирского, Восточно-Сибирского регионов; оригинатор ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса».

Размер посевной делянки - $38,4 \times 7,2 = 276,48 \text{ м}^2$, учётной – $5,2 \times 30 = 156 \text{ м}^2$, повторность – трёхкратная.

В агрономической практике для оценки гидротермических условий вегетационного периода широко используют гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК).

Показатели ГТК различались по годам исследования и от среднемноголетнего показателя. При этом установили, что вегетационный период 2021 года был избыточно влажным, 2022 года – слабо засушливым, 2023 года – засушливым (табл. 1).

Таблица 1. Гидротермические условия вегетационного периода во время проведения исследований, ед.

| Месяц Год | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь | Среднее за вегетационный период |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|---------------------------------------|
| 2021 | 2,9 | 0,5 | 1,4 | 2,7 | 2,3 | 2,0 |
| 2022 | 1,0 | 0,5 | 1,2 | 0,6 | 3,0 | 1,3 |
| 2023 | 0,6 | 1,5 | 1,7 | 0,9 | 0,4 | 1,0 |
| <i>Среднее за многолетние наблюдения</i> | <i>1,1</i> | <i>1,3</i> | <i>1,3</i> | <i>1,2</i> | <i>1,4</i> | <i>1,3</i> |

Гидротермические условия территории Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции значительно изменяются как по месяцам вегетационного периода, так и по годам исследования, что по-разному влияет на рост и развитие растений, а также на использование макроудобрений.

Особенно остро действие гидротермических условий на продуктивность сельскохозяйственных культур наблюдается в условиях почв лёгкого гранулометрического состава, у которых низкая влагоёмкость и высокая влагопроницаемость.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая песчаная, со следующими агрохимическими показателями: органическое вещество (по Тюрину) - 1,38-1,98%, обменная кислотность - 4,5–4,7 ед., гидролитическая кислотность - 2,22–3,34 мг-экв/ 100 г почвы, подвижный фосфор (по Кирсанову) - 215–397 мг/кг и подвижный калий (по Кирсанову) - 36–111 мг/кг. По агрохимическим показателям дерново-подзолистая песчаная почва опытного участка типична для почв района исследований. Плотность загрязнения ^{137}Cs в период исследований – 560-700 кБк/м².

В качестве макроудобрений использовали аммиачную селитру, суперфосфат простой гранулированный, калий хлористый по следующей схеме: 1. Контроль (без применения макроудобрения), 2. P45K120, 3. P60K150

Агротехника в опытах при возделывании сельскохозяйственных культур общепринятая для Нечернозёмной зоны РФ [6].

Биохимический состав продукции растениеводства определяли с помощью следующих методов: белковый азот по Кельдалю, содержание сырого белка – пересчётом $N_{\text{общ}} \times 5,83$ [7].

Удельную активность ^{137}Cs определяли, используя УСК «Гамма плюс» с программным обеспечением «Прогресс-2000» в геометрии «Маринелли».

Статистическую обработку результатов исследования определяли методами дисперсионного, вариационного анализов по Б.А. Доспехову [8].

Результаты исследований

В период исследований условия среды контрастно различались по годам, поэтому экологическая реакция люпина узколистного, выраженная в урожайности, была различной, при этом различные дозы макроудобрений по-разному действовали на урожайность в изменяющихся условиях среды. На контрольном варианте максимальная урожайность 5,2 т/га зелёной массы люпина узколистного была получена в слабо засушливых условиях среды; установили среднюю изменчивость урожайности по годам исследований, коэффициент вариации равен 18,9 % (табл. 2).

Применение макроудобрений в зависимости от дозы макроудобрения и года исследования повышало урожайность зелёной массы люпина узколистного в 1,3-1,8 раза в сравнении с контрольным вариантом. Наблюдали различную реакцию растений люпина узколистного на изменяющиеся условия при применении макроудобрений. В условиях избыточной влажности возрастающие дозы макроэлементов от P45K120 до P60K150 достоверно повышают урожайность от 1,5 до 1,8 раз, при этом выявили достоверную разницу в повышении урожайности между дозами исследуемых макроудобрений. В слабо засушливых и засушливых условиях возрастающие дозы макроэлементов от P45K120 до P60K150 достоверно повышают урожайность от 1,3 до 1,5 раз, при этом наблюдали тенденцию в повышении урожайности между дозами исследуемых макроэлементов. Установили, что при применении макроудобрений показатель изменчивости урожайности по годам исследований снижается, коэффициент вариации равен 10,6-13,5 %. Это говорит о возможности с помощью технологического приёма (внесения макроудобрений) сглаживать негативные условия среды (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность зелёной массы люпина узколистного в изменяющихся условиях среды, т/га

| Вариант | Год исследования | | | V, % |
|-------------------------|------------------|------|------|------|
| | 2021 | 2022 | 2023 | |
| Контроль | 3,8 | 5,2 | 3,8 | 18,9 |
| P45K120 | 5,7 | 6,6 | 5,4 | 10,6 |
| P60K150 | 7,0 | 7,6 | 5,8 | 13,5 |
| <i>HCP₀₅</i> | 0,9 | 1,0 | 0,7 | – |

Условия среды при возделывании люпина узколистного в период исследований были различны, поэтому и реакция растения, выраженная урожайностью зелёной массы, была различной. Следовательно, средний показатель урожайности охватывает весь возможный набор условий.

Увеличение доз макроудобрений в среднем за годы исследования достоверно повышало урожайность зелёной массы люпина узколистного от 1,4 до 1,6 раз в сравнении с контрольным вариантом, при этом выявили достоверную разницу в повышении урожайности между дозами макроудобрений. Агрономическую эффективность применения макроудобрений выражали количеством прибавки растениеводческой продукции, полученной от количества макроудобрений; выявили, что повышение доз макроудобрений увеличивает выход продукции растениеводства, так наибольшая окупаемость 1 кг д.в. макроудобрения равна 11,9 кг прибавки урожая зелёной массы люпина узколистного при применении дозы Р60К150 (табл. 3).

Таблица 3. Агрономическая эффективность средней урожайности зеленой массы люпина узколистного, т/га

| Вариант | Среднее | Прибавка, т/га | Окупаемость, кг / кг д.в. |
|-------------------------|---------|-------------------|------------------------------|
| Контроль | 4,3 | – | – |
| Р45К120 | 5,9 | 1,6 | 9,7 |
| Р60К150 | 6,8 | 2,5 | 11,9 |
| <i>НСП₀₅</i> | 0,8 | – | – |

В период исследований 2021-2023 гг. при возделывании люпина узколистного наблюдали контрастные условия среды, что отразилось на показателях качества зелёной массы и действии макроудобрений по их изменению.

На контрольном варианте максимальное содержание белка в зелёной массе люпина узколистного (14,25 %) было получено в засушливых условиях среды; установили незначительную изменчивость показателя по годам исследований, коэффициент вариации равен 2,1 %. Максимальный выход белка люпина узколистного на зелёный корм (710 кг/га) у контрольного образца выявили в слабо засушливых условиях среды, коэффициент вариации по годам исследований равен 16,9 %. (табл. 4).

Обнаружили, что действие макроудобрения на изменение содержания белка в зелёной массе люпина узколистного в различных условиях среды разное. В условиях избыточного увлажнения 2021 года совершенствование технологического приёма применения

макроудобрения не имело результата, так как разницы в достоверном повышении содержания белка в зелёной массе люпина узколистного не обнаружили, при этом вне зависимости от дозы применения макроудобрения наблюдали достоверное повышения содержания белка в сравнении с контролем.

В слабо засушливых и засушливых условиях 2022 и 2023 годов изменение технологического приёма применения макроудобрения не дало результата. Применение макроудобрения в дозе Р45К120 вело к достоверному повышению содержания белка в зелёной массе люпина узколистного в сравнении с контролем; дальнейшее увеличение дозы макроудобрения значимого повышения не давало. При этом установили незначительное действие различных доз макроудобрения на изменение содержание белка в зелёной массе люпина узколистного в изменяющихся условиях среды в период 2021-2023 гг исследования, коэффициент корреляции колебался в пределах 1,2-1,9 % (табл. 4).

Таблица 4. Накопление белка зелёной массы люпина узколистного в изменяющихся условиях среды

| Вариант | Год исследования | | | Среднее | V, % |
|----------------------------|------------------|-------------|-------------|---------|------|
| | 2021 | 2022 | 2023 | | |
| <i>содержание белка, %</i> | | | | | |
| Контроль | 14,00 | 13,66 | 14,25 | 13,97 | 2,1 |
| Р45К120 | 14,53 | 14,20 | 14,38 | 14,37 | 1,2 |
| Р60К150 | 14,53 | 14,00 | 14,31 | 14,28 | 1,9 |
| <i>НСР₀₅</i> | <i>0,50</i> | <i>0,52</i> | <i>0,08</i> | – | – |
| <i>выход белка, кг/га</i> | | | | | |
| Контроль | 532 | 710 | 542 | 595 | 16,9 |
| Р45К120 | 828 | 937 | 777 | 847 | 9,7 |
| Р60К150 | 1017 | 1064 | 830 | 970 | 12,8 |

Установили, что при применении макроудобрения в дозе Р45К120 происходит снижение изменчивости показателя выхода белка в период исследований (коэффициент вариации равен 9,7 %); повышение дозы макроудобрения до Р60К150 ведёт к повышению показателя выхода белка в период исследований (коэффициент вариации равен 12,8 %). Поэтому, путём совершенствования технологического приёма применения макроудобрения возможно снижать негативные условия среды. Наибольшее содержание белка (14,38 %) получено в засушливых условиях среды 2023 года при применении макроудобрения в дозе Р45К120, а наибольший выход белка (1064 кг/га) получен в слабо засушливых условиях среды 2022 года при применении макроудобрения в дозе Р60К150 (табл. 4).

В условиях радиоактивного загрязнения территории главным показателем использования продукции растениеводства в качестве продуктов питания и сырья для изготовления продуктов питания, а также в кормлении сельскохозяйственных животных является уровень содержания ^{137}Cs ; для зелёного корма допустимый уровень содержания ^{137}Cs – 370 Бк/кг.

Контрастные условия среды в период исследований при возделывании люпина узколистного незначительно влияли на изменение содержания ^{137}Cs в зелёной массе контрольного образца (коэффициент вариации равен 2,9 %). В зависимости от дозы применения макроудобрения изменчивость содержания ^{137}Cs в зелёной массе была разная; так использование Р45К120 значительно изменяло показатель содержания ^{137}Cs в зелёной массе, а при использовании Р60К150 изменение уменьшалось, коэффициенты вариации – 20,5 и 18,9 % соответственно (табл. 5).

Таблица 5. Накопление ^{137}Cs в зелёной массе люпина узколистного в изменяющихся условиях среды, Бк/кг)

| Вариант | Год исследования | | | Среднее | V, % |
|-------------------------|------------------|------|------|---------|------|
| | 2021 | 2022 | 2023 | | |
| Контроль | 146 | 138 | 144 | 143 | 2,9 |
| Р45К120 | 56 | 64 | 83 | 68 | 20,5 |
| Р60К150 | 50 | 51 | 69 | 57 | 18,9 |
| <i>НСР₀₅</i> | 9 | 8 | 9 | – | – |

На контрольном варианте максимальное содержание ^{137}Cs (144-146 Бк/кг) в зелёной массе люпина узколистного было получено в условиях избыточного увлажнения и в засушливых условиях среды, при этом превышение допустимого уровня не обнаружили. Обнаружили, что действие макроудобрения в различных условиях среды на изменение содержания ^{137}Cs в зелёной массе люпина узколистного разное. В условиях избыточного увлажнения 2021 года совершенствование технологического приёма применения макроудобрения не имело результата, так как разницы в достоверном снижении содержания ^{137}Cs в зелёной массе люпина узколистного не обнаружили; при этом вне зависимости от дозы применения макроудобрения наблюдали достоверное снижения содержания ^{137}Cs в сравнении с контролем.

В слабо засушливых и засушливых условиях 2022 и 2023 гг совершенствование технологического приёма применения макроудобрения имело положительный результат;

наблюдали достоверное снижения содержания ^{137}Cs в сравнении с контролем, при этом обнаружили значимую разницу между дозами макроудобрений в снижении содержания ^{137}Cs в зелёной массе люпина узколистного (табл. 5).

В среднем за годы исследования выявили тенденцию снижения содержания ^{137}Cs в зелёной массе люпина узколистного под действием совершенствование технологического приёма при применении макроудобрения.

Выводы

Полевые исследования, проводимые в период с 2021 по 2023 гг в изменяющихся условиях юго-запада Брянской области при плотности загрязнения ^{137}Cs 560-700 кБк/м² на дерново-подзолистых песчаных почвах по изучению роли погодных условий и эффективности технологических приёмов на урожайность и качество люпина узколистного, выявили следующие тенденции и закономерности:

1. Установили ведущую роль условий среды как в повышении урожайности люпина узколистного, так и на влияние макроудобрений на урожайность; при этом, совершенствуя применение минерального удобрения, повышая дозы, возможно в некоторой степени сгладить последствия негативного действия агроклиматических условий. Наибольшая урожайность люпина узколистного (7,6 т/га) получена в оптимальный по условиям среды 2022 год при применении макроудобрения в дозе Р60К150.

2. Обнаружили, что при возделывании люпина узколистного на зелёную массу роль условий среды и действия макроудобрений на изменчивость содержание белка в зелёной массе незначительная. В тоже время обнаружили роль условий среды на изменчивость показателя выхода белка и различное действие макроудобрений (в зависимости от дозы) на изменчивость показателя выхода белка, поэтому, совершенствуя технологический приём применения макроудобрений, возможно в некоторой степени сгладить негативные действия агроклиматических условий.

3. В контрастных условиях среды выявили, что при возделывании люпина узколистного на зелёную массу роль условий среды на изменение содержания ^{137}Cs в зелёной массе незначительная, а макроудобрения играют значительную роль. Поэтому, совершенствуя технологический приём применения макроудобрения, можно снизить содержание ^{137}Cs в зелёной массе люпина узколистного даже в экстремальных агроклиматических условиях.

Список использованных источников:

1. Косолапов В.М., Трофимов И.А. Кормопроизводство в экономике сельского хозяйства // Вестник РАСХН. – 2010. – № 1. – С. 31-32.
2. Трофимов И.А. Состояние и перспективы развития кормопроизводства в России // Кормопроизводство. – 2010. – № 8. – С. 6-9.
3. Кислицына А.П., Попов Ф.А., Светлакова Е.В., Софронова А.Ю. Оценка сортов люпина узколистного по урожайности и адаптивности в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2023. – Т. 24. – № 2. – С. 267-275.
4. Пашутко В.В., Шаповалов В.Ф., Бельченко С.А., Яговенко Г.Л. Действие удобрений и препарата эпин-экстра на урожайность и качество зеленой массы люпина в условиях радиоактивного загрязнения // Земледелие. – 2016. – № 8. – С. 32-35.
5. Пашутко В.В., Селиванов Е.Н., Белоус Н.М., Кабанов М.М., Кубышкин А.В., Шаповалов В.Ф. Оценка эффективности комплексного применения средств химизации при возделывании люпина узколистного на радиоактивно загрязнённой почве в отдалённый период после аварии на ЧАЭС // Кормопроизводство. – 2018. – № 10. – С. 16-22.
6. Белоус Н.М., Ториков В.Е., Моисеенко И.Я., Мельникова О.В. Зернобобовые культуры и однолетние бобовые травы: биология и технология возделывания: монография. – Брянск, 2010. – 151 с.
7. Практикум по агрохимии / под редакцией профессора В. Г. Минеева. – М.: МГУ, 2001. – 689 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (С основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 2011. – 416 с.

Цитирование:

Анищенко В.А., Воробьева Л.А., Смольский Е.В. Урожайность люпина узколистного и качество продукций на загрязнённых радионуклидами дерново-подзолистых песчаных почвах [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2024. – № 5. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/5/st_505.pdf