

УДК 631.811:633.37:631.445.24/25(470.31)

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И РАЗВИТИЯ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО НА ЛЕГКИХ ПОЧВАХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

© 2021 г. В. Н. Баринов¹, М. Н. Новиков^{1*}

¹ *Всероссийский научно-исследовательский институт органических удобрений и торфа – филиал Верхневолжского ФАНЦ
601390 д. Вяткино, Владимирская обл., Судогодский р-н, ул. Прянишникова, 2, Россия
E-mail: novik.mich@yandex.ru

Поступила в редакцию 23.04.2021 г.

После доработки 13.05.2021 г.

Принята к публикации 12.06.2021 г.

На дерново-подзолистых супесчаных почвах установлена положительная роль люпина узколистного как покровной средоулучшающей культуры для устойчивого развития и формирования урожая козлятника восточного в течение длительного (11 лет) его хозяйственного использования. На фоне покровных посевов в сравнении с беспокровными в среднем за 11 лет урожайность козлятника восточного выросла на 55 ц/га (на 33%), выход кормовых единиц на – 10 ц/га (на 32%), выход сырого протеина – на 2 ц/га (на 28%). Условно чистый доход от козлятника восточного за счет покровной культуры люпина узколистного в среднем за год достиг 8 тыс. руб./га.

Ключевые слова: козлятник восточный, люпин, биологическая подкормка, плодородие почвы, продуктивность посевов, качество урожая, экономическая эффективность.

DOI: 10.31857/S0002188121090040

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее экономически выгодным и хозяйственно доступным путем успешного функционирования сельского хозяйства Нечерноземной зоны РФ в настоящее время является биологизация земледелия [1].

Исследования Всероссийского научно-исследовательского института органических удобрений и торфа (ВНИИОУ) и ряда других научных учреждений теоретически позволяют рассматривать биологизацию земледелия как максимально возможное использование биологических ресурсов в сочетании с рациональным применением антропогенных средств, обеспечивающих бездефицитный или положительный баланс энергии, органического вещества и элементов питания в полевых агроценозах, получение в необходимых количествах высококачественной экономически выгодной, малозатратной продукции.

К биологическим ресурсам можно отнести козлятник восточный, как одну из лучших высокопродуктивных кормовых и средоулучшающих бобовых культур [2]. Козлятник восточный способен длительное время произрастать на постоянных участках, сохраняя параметры урожая и

его качество. Будучи южной культурой, в последние десятилетия он находит широкое распространение в Нечерноземной зоне РФ, в основном на более плодородных почвах. На бедных супесчаных и песчаных дерново-подзолистых почвах, которые в осенний и ранневесенний периоды мало обеспечены подвижными формами азота, козлятник восточный в первый год жизни плохо развивается и даже гибнет, что связано с недостатком азотного питания [3]. Агротехникой возделывания многолетних трав предусмотрено проведение весенних подкормок минеральным азотом в дозах N30–45. В современных условиях при высоких ценах на минеральные удобрения этот прием – дорогостоящее мероприятие, притом не всегда удачное: в отдельных случаях минеральный азот попадает на сухую землю и не участвует в питании растений, в других – вымывается осадками. Исследования показали, что это негативное явление в биологизированном земледелии можно исключить путем возделывания козлятника восточного под покровом высокопродуктивных бобовых культур. Цель работы – изучение биологических приемов оптимизации минерального питания и

Таблица 1. Влияние покровных культур на густоту стояния козлятника, шт./м²

Покровная культура	Всходы	Перед уходом в зиму	После перезимовки
Без покрова	168	289	284
Люпин узколистный	171	292	285
<i>HCP</i> ₀₅	12	16	18

развития козлятника восточного на легких почвах Нечерноземной зоны.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Полевые опыты проводили на опытном поле ВНИИОУ. Почва под опытом – дерново-подзолистая супесчаная. Пахотный горизонт характеризовался низким содержанием гумуса (1.0–1.3%), реакцией среды близкой к нейтральной (pH_{KCl} 6.0–6.2), H_r – 0.43–0.57, S – 6.4–7.1 мг-экв/100 г почвы, повышенной обеспеченностью подвижным фосфором (128–152 мг/кг почвы) и обменным калием (135–141 мг/г почвы). Рельеф – плакор, с микропонижениями, имеющий небольшой (до 0.5°) уклон на северо-восток. Опытный участок расположен в Мещерской низменности. Климат – умеренно-континентальный, среднегодовое количество осадков – 526–650 мм, сумма активных температур – 2000–2100°С, ГТК – 1.2–1.3.

Первая закладка опыта была проведена в 2009 г., вторая – в 2011 г. В опыте использовали козлятник восточный сорта Вест, который возделывали без покрова и под покровом люпина узколистного сорта Кристалл. Козлятник восточный и люпин узколистный сеяли в 1-й декаде мая перекрестно: сначала люпин, затем козлятник. Покровную культуру возделывали по типу однолетних трав. Площадь опытной делянки – 13.2 м², повторность четырехкратная. Предшественник – горчица белая.

В опыте под зяблевую вспашку фоном внесли фосфоритную муку и хлористый калий из расчета 90 кг д.в./га. Агротехника в опыте – общепринятая для Нечерноземной зоны [4].

В процессе проведения опыта определяли: влияние покровной культуры на густоту стояния растений козлятника восточного [5] в периоды всходов (3-я декада мая), перед уходом в зиму (2-я декада ноября) и после перезимовки (3-я декада апреля), содержание нитратного и аммиачного азота [6] в пахотном слое почвы перед уходом посевов козлятника восточного в зиму и весной при

их отрастании, укосный урожай покровных культур и козлятника восточного в 1-й год жизни и в течение 11-ти лет хозяйственного использования [5], развитие сеgetальных видов растений [7], поражение растений козлятника восточного болезнями [8] и вредителями [9], качество урожая [10], содержание корневой массы в пахотном слое [11], ее удобрительные показатели [12], экономическую эффективность покровных культур при возделывании козлятника восточного [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С корнепоживными остатками люпина узколистного поступило в почву под посевы козлятника восточного 45 ц сухого вещества/га, а также 140 кг элементов питания/га, из них – 67 кг азота, 25 кг фосфора и 48 кг калия. Люпин узколистный как покровная культура не оказал отрицательного влияния на развитие растений козлятника восточного в период весенних всходов, перед уходом в зиму и после перезимовки (табл. 1).

В полной мере потенциал всхожести семян козлятника восточного 1-го года жизни проявился в процессе вегетации растений. В обоих вариантах в течение 11-ти лет растения козлятника восточного не поражались болезнями и вредителями. Весной в период отрастания козлятника восточного в посевах обоих вариантов массово появлялись одуванчик и отдельные виды других сорняков, которые по мере развития растений козлятника восточного исчезали, и его посевы в основном были чистыми. Исключением были беспокровные посевы, в которых по мере их выращивания с 2018 г. отмечено устойчивое развитие сорняков.

Эффект положительного действия покровной культуры (люпина узколистного) на условия минерального питания козлятника был связан не только с процессами минерализации его корнепоживных остатков, когда в почве возрастало содержание минеральных элементов питания, подвижных форм азота в критические периоды вегетации, но и по этой причине в значительной мере проходило увеличение корневой системы козлятника восточного, обеспечившей оптимизацию пролонгированного минерального и углеродного питания этой культуры, росту ее продуктивности (табл. 2).

Под влиянием люпина узколистного не происходило снижение урожайности зеленой массы козлятника восточного 1-го года жизни, на 2-й год жизни урожайность покровных посевов козлятника выросла на 27%, эта закономерность со-

Таблица 2. Влияние покровной культуры люпина узколистного на развитие корневой системы козлятника 2-го года жизни и содержание подвижного азота в почве*

Покровная культура	Масса корней, ц/га	Содержание в корнях, кг/га				Содержание в почве N-NO ₃ + N-NH ₄ , мг/кг почвы
		N _{общ}	P ₂ O ₅	K ₂ O	итого	
Без покрова	162	57	24	42	123	12.2
Люпин узколистный	204	75	25	55	155	16.7
HCP ₀₅	35	16	10	11	28	2.2

*Корнепожнивные остатки (корни) и содержание элементов питания в них учитывали в пахотном слое почвы под травами 2-го года жизни, содержание подвижного азота (1-я декада мая) – под травами 3-го года жизни.

хранилась в течение 11-ти лет его возделывания (рис. 1).

В среднем за весь период исследования урожайность беспокровных посевов козлятника восточного составила 168, покровных – 223 ц/га, прирост урожайности был равен 55 ц/га (33%). В засушливые годы она заметно снижалась в благоприятные – возрастала.

Особенно высокий прирост урожайности покровных посевов козлятника отмечали в 2018–2020 гг., когда беспокровные посевы козлятника заметно снизили свою продуктивность, что было связано с ослаблением их симбиотической азотфиксации и как следствие – с ухудшением азотного питания растений. Об этом свидетельствовало наличие клубеньков с азотфиксирующими бактериями на корнях козлятника. В беспокровных посевах на корнях одного растения перед уборкой урожая было 16 слаборазвитых клубень-

ков, покровных посевов – 22 крупных клубенька. И как следствие, в растениях козлятника беспокровных посевов содержание в клубеньках общего азота было равно 1.88% на сухое вещество (на уровне злаковых культур), покровных посевов – 3.53%. По внешнему виду беспокровные посевы имели явные признаки вырождения: изреженный, относительно низкорослый, не выровненный травостой, растянутый цикл цветения, засоренность сеgetальными растениями, вместе с которыми единственный укос составил 106 ц/га. Развитие покровных посевов козлятника было на уровне показателей прошлых лет, в этом случае двухукосный урожай составил 250 ц/га, и негативные факторы беспокровных посевов отсутствовали.

Покровные посевы люпина узколистного, способствуя росту урожайности, увеличили вы-

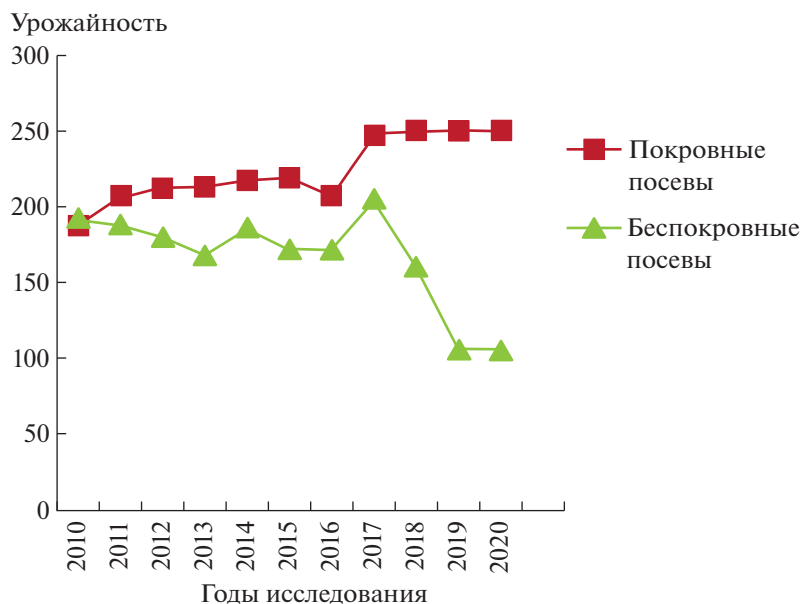


Рис. 1. Влияние вида посева на укосную урожайность козлятника восточного, ц/га.

Таблица 3. Качество урожая козлятника восточного в зависимости от способов его возделывания

Показатель	Годы										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Беспокровные посевы козлятника											
Выход сырого протеина, ц/га	8.0	7.8	7.6	7.6	7.6	7.8	7.4	8.6	6.6	4.6	4.1
Выход кормовых ед., ц/га	36	36	34	32	35	33	33	41	30	20	20
Покровные посевы козлятника											
Выход сырого протеина, ц/га	7.8	9.0	8.8	9.0	9.2	9.2	8.4	9.8	10.0	10.0	10.0
Выход кормовых ед., ц/га	36	39	40	40	41	42	37	47	48	48	48
<i>HCP</i> ₀₅	<u>0.6</u> 1.4	<u>1.0</u> 1.9	<u>0.9</u> 2.6	<u>1.1</u> 4.0	<u>1.2</u> 3.9	<u>0.9</u> 5.9	<u>0.8</u> 2.4	<u>1.0</u> 2.8	<u>2.2</u> 13	<u>3.0</u> 19	<u>4.0</u> 17

Примечание. Над чертой – выход сырого протеина, под чертой – выход кормовых единиц.

ход комовых единиц и сырого протеина козлятника восточного (табл. 3).

В покровных посевах в среднем за 11 лет выход кормовых единиц (к.е.) составил 42 ц/га и сырого протеина – 9.2 ц/га, в беспокровных посевах – соответственно 32 и 7.2 ц/га. Прирост этих показателей достиг 10 ц к.е./га (32%) и 2 ц сырого протеина/га (28%).

Суммарная урожайность за 11 лет в покровных посевах козлятника восточного составила 2453 ц/га, в беспокровных – 1848 ц/га. За вычетом внесенных элементов питания (фосфора и калия по 90 кг/га в виде фона перед закладкой опыта) вынос азота, фосфора и калия в покровных посевах составил 908, 278 и 574, в беспокровных – 684, 177 и 408 кг/га соответственно. Судя по этим показателям, удобрительный бюджет пахотного не мог обеспечить такой вынос элементов питания. Следовательно, растения козлятника восточного за счет симбиотической фиксации азот в основном получали из воздуха, а фосфор и калий – из подпахотных горизонтов. Более того, усиливая накопление корневой массы и содержание в ней элементов питания, покровная культура не только способствовала увеличению продуктивности козлятника восточного и выноса элементов питания, но и оказывала положительное влияние на

Таблица 4. Влияние посевов козлятника на агрохимические свойства почвы

Год	pH _{KCl}	<i>H</i> _г	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гумус, %
2010	6.3	0.55	6.5	149	142	1.30
2018	6.5	0.51	6.6	93.8	162	1.32

плодородие пахотного горизонта почвы (табл. 4). Под посевами козлятника отмечена тенденция к увеличению содержания гумуса и снижению кислотности почвы, также на 14% возросло содержание обменного калия. Количество подвижного фосфора уменьшилось на 39%, что, видимо, было связано с интенсивным потреблением подвижных форм фосфора козлятником из пахотного горизонта почвы. Это также свидетельствовало о необходимости контролировать фосфорное питание растений в длительном бессменном посеве козлятника.

В покровных посевах козлятника восточного прирост продукции в кормовых единицах достиг 10 ц/га, в современных ценах это составило ≈8 тыс. руб./га.

ВЫВОДЫ

1. Козлятник восточный (*Galega orientalis* L.) является одной из лучших кормовых и средоулучшающих культур длительного срока жизни, которую можно выращивать без применения удобрений на более плодородных почвах Нечерноземной зоны.

2. На слабоплодородных почвах легкого механического состава козлятник плохо приживается и даже гибнет из-за недостатка азотного питания и отсутствия активной симбиотической азотфиксации у него в первый год жизни. В системе биологизации земледелия этот негатив вместо дорогостоящих удобрений можно устранить за счет биологического азота покровных однолетних бобовых культур.

3. Использование однолетнего люпина в качестве покровной культуры для козлятника и как донора биологического азота и других элементов питания способствовало успешному выживанию козлятника в первый год жизни и, что очень важ-

но, развитию более мощной корневой системы, обеспечившей длительное устойчивое приоритетное развитие растений козлятника по сравнению с беспокровными посевами.

4. В среднем за 11 лет исследования урожайность беспокровных посевов козлятника восточного составила 168, покровных – 223 ц/га, прирост урожайности – 55 ц/га (33%), кормовых единиц – 10 ц/га (32%) и сырого протеина – 2 ц/га (28%), общего выноса элементов питания – 54 кг/га (44%).

5. В почве под посевами козлятника отмечена тенденция к увеличению содержания гумуса и снижению кислотности почвы, также на 14% возросло содержание обменного калия.

6. Условно чистый доход при выращивании козлятника восточного за счет покровной культуры люпина в среднем за год достиг ≈8 тыс. руб./га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новиков М.Н. Система биологизации земледелия в Нечерноземной зоне. М.: Росинформагротех, 2007. 295 с.
2. Вавилов П.П., Райг Х.А. Возделывание и использование козлятника восточного. Л.: Колос, ЛО, 1982. 72 с.
3. Баринов В.Н., Новиков М.Н. Использование люпина узколистного как покровной культуры многолетних трав в севооборотах Владимирской области // Владимир. земледелец. 2017. № 2. С. 25–26.
4. Балюра В.И., Барашков Н.И., Безуглов В.Г. Справочник агронома Нечерноземной зоны / Под ред. Гуляева Г.В. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Колос, 1980. 576 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта, М.: Колос, 1968. 336 с.
6. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Ч. I (анализ почв). М.: ВИУА, 1975. 164 с.
7. Шентухов В.Н., Гафуров Р.М., Панаскири Т.В. Атлас основных видов сорных растений России. М.: РАСХН, 2008. 172 с.
8. Хохряков М.К. Определение болезней растений. Л.: Колос, 1966. 532 с.
9. Брянцев В.А. Сельскохозяйственная энтомология. Л.: Колос, 1966. 342 с.
10. Практикум по агрохимии / Под ред. Минеева В.Г. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
11. Станков Н.З. Корневая система полевых культур. М.: Колос, 1964. 280 с.
12. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Ч. II (анализ растений). М.: ВИУА, 1976. 205 с.
13. Методические указания по определению экономической эффективности удобрений и других средств химизации, применяемых в сельском хозяйстве. М.: Колос, 1979. 25 с.

Biological Methods of Optimization of Mineral Nutrition and Development of Eastern Goat on Light Soils of the Non-Chernozem Zone

V. N. Barinov^a and M. N. Novikov^{a, #}

^a All-Russian Research Institute of Organic Fertilizers and Peat – branch of Verkhnevolzhsky FANTS
ul. Pryanishnikova 2, Vladimir region, Sudogodsky district, d. Vyatkinо 601390, Russia

[#]E-mail: novik.mich@yandex.ru

On sod-podzolic sandy loam soils, studies have established the positive role of narrow-leaved lupine as a cover medium-improving crop for the sustainable development and formation of the eastern goat's crop for a long time (11 years) its economic use. According to the background of cover crops in comparison with non-cover crops, on average for 11 years, the yield of eastern goatgrass increased by 55 c/ha (on 33%), the yield of feed units by 10 c/ha (on 32%), the yield of raw protein – 2 c/ha (on 28%). The conditional net income from the eastern goat farm due to the cover culture of narrow-leaved lupine reached 8 thousand rubles/ha on average for the year.

Key words: eastern goat's nest, lupin, biological top dressing, soil fertility, crop productivity, crop quality, economic efficiency.