

УДК 631.811.1:631.559:633.321

БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ КЛЕВЕРА КРАСНОГО

© 2020 г. В. Н. Баринов¹, М. Н. Новиков^{1,*}

¹ *Всероссийский научно-исследовательский институт органических удобрений и торфа – филиал Верхневолжского федерального аграрного научного центра
601390 Владимирская обл., Судогодский р-н, п. Вяткино, ул. Прянишникова, 2, Россия*

**E-mail: novik.mich@yandex.ru*

Поступила в редакцию 10.12.2019 г.

После доработки 22.12.2019 г.

Принята к публикации 10.03.2020 г.

В исследовании на дерново-подзолистой супесчаной почве опытного поля ВНИИОУ в течение 2009–2014 гг. показана возможность использования для подкормки клевера красного биологического азота однолетних бобовых растений путем применения их в качестве покровных культур при посеве клевера. Увеличивая содержание усвояемых форм азота и других элементов питания в почве, они нивелировали осенне-весеннее азотное голодание растений клевера, оказали положительное влияние на развитие его биомассы и формирование по сравнению с беспокровными посевами дополнительного укосного урожая за 3 года пользования в зависимости от вида покровных культур – 144–256 ц/га (17–30%). Наиболее эффективными были варианты с узколиственным люпином. Годовой условно чистый доход составил 13.6–14.8 тыс. руб./га.

Ключевые слова: клевер красный, покровные культуры, биологический азот, урожайность, доход.

DOI: 10.31857/S0002188120060034

ВВЕДЕНИЕ

Одной из ведущих высокоурожайных, кормовых и почвоулучшающих культур в Нечерноземной зоне страны является клевер красный (луговой). По кормовым достоинствам он относится к лучшим видам многолетних трав.

Большинство посевов как злаковых, так и бобовых многолетних трав и их смесей, в Нечерноземной зоне в период отрастания весной страдает от недостатка азотного питания. Это связано с тем, что осенние запасы азота в пахотном слое вымываются осенними осадками и весенними талыми водами. К тому же весной из-за температурных условий и переувлажнения почвы процессы биологической мобилизации азота почвы очень ослаблены или отсутствуют. В этой связи агротехникой возделывания многолетних трав предусмотрено проведение весенних подкормок минеральным азотом в дозах N30–40 [1]. В современных условиях, при высоких ценах на минеральные удобрения это – дорогостоящее мероприятие, не всегда удачное: в отдельных случаях минеральный азот попадает на сухую почву и не участвует в питании растений, в других – вымывается осадками. Поэтому возникла необходимость разработки

биологических приемов подкормки клевера красного азотом и другими элементами питания, которые образуются в почве при минерализации корне-поживных остатков покровных бобовых культур.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Полевые опыты (2009–2012 гг. – 1-я закладка, 2011–2014 гг. – 2-я закладка), проведенные в ВНИИОУ, включали ведущие многолетние травы Нечерноземной зоны: клевер красный сорта ВИК 7 (100%), в качестве покровных культур использовали зерновые злаки – тритикале сорта Ульяна (100%) и растения-доноры биологического азота – узколиственный люпин сорта Кристалл (100%), кормовые бобы сорта Узуновские (100%), смесь вики сорта Львовская с овсом сорта Анастасия (50% + 50%), смеси люпина с тритикале (75% + 25%) и бобов с тритикале (75% + 25%). Покровные культуры возделывали по агротехнике однолетних трав. Величина учетной делянки – 13.2 м², повторность четырехкратная. Опыт закладывали в 2-х полях. Предшественник во всех вариантах – горчица белая.

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

| Покровная культура | Средние за 2009 и 2011 гг. | | Средние за 2010 и 2012 гг. |
|--------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|
| | всходы | перед уходом в зиму | после перезимовки |
| Без покрова | 171 | 290 | 285 |
| Тритикале | 175 | 289 | 288 |
| Люпин узколистный | 174 | 294 | 281 |
| Бобы кормовые | 173 | 294 | 281 |
| Вика + овес | 166 | 292 | 286 |
| Люпин + тритикале | 166 | 293 | 285 |
| Бобы + тритикале | 165 | 293 | 285 |
| <i>HCP</i> ₀₅ | 12 | 20 | 19 |

Почва под опытом – дерново-подзолистая супесчаная, сформированная на двучленных флювиогляциальных отложениях. Пахотный горизонт характеризуется низким содержанием гумуса (1.0–1.5%), реакцией среды, близкой к нейтральной (рН_{KCl} 6.0–6.2, *H*_r – 0.43–0.67, *S* – 6.4–7.1), повышенной обеспеченностью усвояемыми формами фосфора и калия (12.8 и 14.1 мг/100 г почвы соответственно). Рельеф – плакор с микропонижениями, имеющими небольшой (до 0.5°) уклон на север. Климат – умеренно влажный, умеренно континентальный, среднегодовое количество осадков – 526–650 мм, сумма активных температур – 2000–2100°С, ГТК – 1.2–1.3 [2].

В опыте под зяблевую вспашку фоном были внесены фосфоритная мука и *K*_x из расчета Р90К90. Клевер и покровные культуры сеяли перекрестно: сначала покровные культуры, затем клевер. Агротехника в опыте – общепринятая для Владимирской обл. [3]. Закладку опыта проводили в 1-й декаде мая, норма высева семян, кг/га: клевер – 25, люпин и бобы – 200, вика с овсом – 40, тритикале – 180.

В опыте определяли влияние покровных культур на густоту стояния растений многолетних трав (клевера) [4] в периоды всходов (3-я декада мая), перед уходом в зиму (2-я декада ноября) и после перезимовки (3-я декада мая), содержание нитратного и аммиачного азота в пахотном слое почвы перед уходом посевов клевера в зиму и весной при их отрастании [5], укосный урожай покровных культур и однолетних трав в 1-й год жизни и в течение 3-х лет хозяйственного использования [4], развитие сеgetальных видов растений [6], поражение многолетних трав болезнями и вредителями [7, 8], накопление кормовых еди-

Таблица 2. Урожайность зеленой массы клевера красного в первый год жизни и покровных культур, ц/га

| Покровная культура | Урожайность | | Итого |
|--------------------------|------------------|-------------------|-------|
| | клевера красного | покровных культур | |
| Без покрова | 165 | – | 165 |
| Тритикале | 65 | 154 | 219 |
| Люпин узколистный | 76 | 178 | 254 |
| Бобы кормовые | 84 | 187 | 271 |
| Вика + овес | 85 | 201 | 286 |
| Люпин + тритикале | 87 | 206 | 293 |
| Бобы + тритикале | 87 | 223 | 310 |
| <i>HCP</i> ₀₅ | 8 | 17 | 26 |

ниц (**к.е.**) в укосном урожае клевера [9, 10], содержание корневой массы в пахотном слое, ее удобрительные показатели [1, 11], экономическую эффективность покровных культур при возделывании клевера красного [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Покровные культуры не оказали существенно влияния на густоту стояния растений клевера в периоды всходов, перед уходом в зиму и после перезимовки (табл. 1). В полной мере потенциал всхожести семян клевера проявился не после посева, а в течение вегетационного периода растений 1-го года жизни, и перед уходом в зиму разницы в густоте стояния растений и внешнем развитии не было отмечено. Гибель растений в процессе перезимовки составила от 2 в контроле до 3% в вариантах с люпином и бобами, что не вызвало контрастных различий густоты стояния перезимовавших растений в вариантах опыта. Все покровные культуры угнетающе действовали на развитие клевера в первый год жизни. Более высокая урожайность зеленой массы клевера сформировалась лишь в самостоятельных посевах – 165 ц/га, под покровными культурами – 65–87 ц/га. Урожайность покровных культур была свыше 200 ц/га, из покровных культур более высокой продуктивностью обладали смешанные посевы, суммарная урожайность увеличилась в вариантах с покровными культурами на 33–87% (табл. 2). Перед уходом в зиму развитие клевера красного во всех вариантах опыта выровнялось (высота растений, цвет листьев, отсутствие болезней и вредителей).

В период укосной спелости бобовых покровных культур под их совместным влиянием с клевером 1-го года жизни отмечен достоверный при-

Таблица 3. Влияние покровных культур в период укосной спелости на накопление корне-поживных остатков (корней) и элементов питания в них

| Покровная культура | Сухая масса корней, ц/га | Содержание в корнях, % | | | Накопление в корнях, кг/га | | | Итого элементов питания, кг/га |
|--------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | |
| Без покрова | 33 | 1.44 | 0.54 | 1.10 | 47 | 18 | 36 | 101 |
| Тритикале | 44 | 1.18 | 0.52 | 1.13 | 52 | 23 | 50 | 125 |
| Люпин узколистный | 51 | 1.45 | 0.51 | 1.07 | 74 | 26 | 55 | 155 |
| Бобы кормовые | 53 | 1.38 | 0.52 | 1.07 | 73 | 28 | 57 | 158 |
| Вика + овес | 59 | 1.32 | 0.51 | 1.10 | 78 | 30 | 65 | 173 |
| Люпин + тритикале | 59 | 1.43 | 0.51 | 1.08 | 84 | 30 | 64 | 178 |
| Бобы + тритикале | 61 | 1.37 | 0.52 | 1.08 | 84 | 32 | 66 | 182 |
| <i>HCP</i> ₀₅ | 16 | | | | 15 | 18 | 17 | |

рост накопления в почве корне-поживных остатков и повышенное содержание в них элементов питания (табл. 3).

Бобовые культуры и их смеси со злаковыми способствовали увеличению накопления в корне-поживных остатках азота на 27–37 кг/га (57–74%), общего содержания элементов питания – 54–81 кг/га (53–80%). Корне-поживные остатки с приоритетным накоплением азота способствовали увеличению содержания в почве подвижных форм азота в критические периоды потребности в нем растениями клевера (табл. 4). В осенний период в вариантах с бобовыми покровными культурами содержание подвижных форм азота в почве было практически одинаковым, весной в начале активного развития клевера отмечали более интенсивное потребление растениями подвижных форм азота в вариантах с люпином, что отразилось на показателях укосной урожайности (табл. 5). В 1-й и 2-й годы пользования бóльшая

урожайность клевера была достигнута в вариантах с люпином, что было связано, видимо, с высокой донорской способностью люпина к азотному питанию акцепторных растений и хорошо развитой корневой системой этой культуры в подпахотных горизонтах, которая минерализуясь, обеспечивала клевер дополнительными элементами питания [13]. На 3-й год пользования отмечен значительный выпад клевера и, как следствие, снижение его продуктивности, но эффект покровных культур проявлялся даже более контрастно, чем в предыдущие 2 года. При этом возросла эффективность покровных культур в вариантах с кормовыми бобами и смесями люпина с тритикале и вики с овсом.

Эффект положительного длительного воздействия покровных культур на урожайность клевера красного был связан не только с улучшением под их влиянием минерального питания клевера, но и формированием более развитой его корневой системы с повышенным содержанием биогенных элементов, а также накоплением в почве подвижных форм азота (табл. 6). Содержание подвижных форм азота учитывали в 1 декаде мая под посевами клевера 3-го года пользования. Бóльшее положительное влияние на накопление корне-поживных остатков и основных элементов питания оказывали люпин и его сочетание с тритикале, вика с овсом, несколько меньше была эффективность в вариантах с кормовыми бобами. Усиливая накопление корневой массы и содержание в ней элементов питания, покровные культуры с бобовым компонентом не только способствовали росту продуктивности клевера красного, но и оказывали положительное влияние на плодородие почвы. Покровные культуры не способствовали поражению растений клевера болезнями и вредителями. Под их пологом (особенно

Таблица 4. Влияние покровных культур на содержание подвижных форм азота в почве под клевером красным

| Покровная культура | Содержание N-NO ₃ + N-NH ₄ , мг/100 г почвы | |
|--------------------------|---|-------------------|
| | 2-я декада ноября | 3-я декада апреля |
| Без покрова | 34.2 | 20.1 |
| Тритикале | 28.5 | 19.2 |
| Люпин узколистный | 38.4 | 22.6 |
| Бобы кормовые | 37.5 | 30.5 |
| Вика + овес | 37.5 | 29.3 |
| Люпин + тритикале | 37.6 | 27.1 |
| Бобы + тритикале | 37.5 | 38.1 |
| <i>HCP</i> ₀₅ | 4.5 | 2.5 |

Таблица 5. Влияние покровных культур на урожайность посевов клевера (средние за 2 закладки опыта)

| Покровная культура | Годы пользования | | | | | | Итого, ц/га |
|--------------------------|-------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|-------------|
| | 1-й год (3 укоса) | | 2-й год (2 укоса) | | 3-й год (2 укоса) | | |
| | ц/га | % | ц/га | % | ц/га | % | |
| Без покрова | 330 | 100 | 300 | 100 | 222 | 100 | 852 |
| Тритикале | 340 | 103 | 281 | 94 | 226 | 102 | 847 |
| Люпин узколистный | 480 | 145 | 348 | 116 | 280 | 125 | 1108 |
| Бобы кормовые | 390 | 118 | 305 | 102 | 301 | 135 | 996 |
| Вика + овес | 405 | 122 | 335 | 112 | 326 | 145 | 1066 |
| Люпин + тритикале | 422 | 127 | 348 | 116 | 330 | 148 | 1100 |
| Бобы + тритикале | 388 | 118 | 318 | 106 | 302 | 136 | 1008 |
| <i>HCP</i> ₀₅ | 37 | | 12 | | 18 | | |

Примечание. В графе 1 – ц/га, 2 – % к контролю без покрова.

Таблица 6. Влияние покровных культур на развитие корневой системы и содержание подвижного азота под клевером красным 2-го года пользования

| Покровная культура | Масса корней, ц/га | Содержание в корнях, кг/га | | | | Содержание N-NO ₃ + N-NH ₄ , мг/100 г почвы |
|--------------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|-------|---|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | итого | |
| Без покрова | 295 | 140 | 42 | 81 | 263 | 12.3 |
| Тритикале | 276 | 125 | 38 | 91 | 254 | 13.8 |
| Люпин узколистный | 341 | 166 | 56 | 112 | 334 | 16.4 |
| Бобы кормовые | 300 | 150 | 50 | 98 | 298 | 15.1 |
| Вика + овес | 328 | 162 | 57 | 112 | 331 | 14.3 |
| Люпин + тритикале | 341 | 166 | 59 | 109 | 334 | 20.5 |
| Бобы + тритикале | 313 | 149 | 52 | 97 | 298 | 20.7 |
| <i>HCP</i> ₀₅ | 38 | 20 | 11 | 21 | 41 | 2.1 |

Таблица 7. Экономическая эффективность использования покровных культур при возделывании клевера красного

| Покровная культура | Урожайность, ц к.е./га | | Стоимость суммарного урожая | Затраты на возделывание клевера и покровных культур | Условно чистый доход |
|--------------------|-------------------------------|---|-----------------------------|---|----------------------|
| | клевера за 3 года пользования | клевера 1-го года жизни и покровных культур | | | |
| | | | руб./га | | |
| Без покрова | 187 | 36 | 176400 | 10000 | 166400 |
| Тритикале | 186 | 48 | 187200 | 17880 | 169320 |
| Люпин узколистный | 244 | 56 | 240000 | 19100 | 220900 |
| Бобы кормовые | 219 | 60 | 223200 | 20000 | 203200 |
| Вика + овес | 234 | 63 | 237600 | 18700 | 218900 |
| Люпин + тритикале | 242 | 64 | 244800 | 19020 | 225780 |
| Бобы + тритикале | 222 | 68 | 232000 | 19240 | 212960 |

смешанных посевов) в 1-й год жизни клевера заметно хуже развивались сорняки, их количество уменьшалось в среднем на 23, масса – на 67%.

При определении экономической эффективности использования покровных культур суммарную урожайность клевера за 4 года и покровных культур учитывали в кормовых единицах

(к.е.), используя коэффициент пересчета зеленой массы (0.22), стоимость 1 к.е. (8 руб.), 1 кг семян клевера красного (120 руб.), люпина узколистного (22 руб.), кормовых бобов (25 руб.), вики с овсом (17 руб.), тритикале (16 руб.), затраты на возделывание и уборку покровных культур и клевера определяли по технологическим картам (табл. 7).

Наилучшие показатели экономической эффективности покровных культур были в вариантах с люпином. За 4 года жизни клевера по сравнению с чистыми посевами выход кормовых единиц возрос на 80 и 88 ц/га (36 и 40%), условно чистый доход – на 54.5 и 59.4 тыс. руб./га (31 и 34%), в среднем за год – 13.6 и 14.8 тыс. руб. Близкими показателями к вариантам с люпином отличались варианты с викой и бобами. С точки зрения организации посевов и экономии затрат на семена покровных культур выгодней использовать монокультуру бобовых культур, но для получения полноценных по составу кормов в год посева клевера целесообразны смешанные посевы покровных культур при преобладании бобового компонента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованиями на дерново-подзолистой супесчаной почве опытного поля ВНИИОУ в течение 2009–2014 гг. установлена возможность использования для подкормок клевера красного азота однолетних бобовых растений путем применения их в качестве покровных культур. Они, увеличивая содержание усвояемых форм азота и других элементов питания в почве, оказали положительное влияние на развитие растений клевера в осенний и весенний периоды, формирование их биомассы в процессе вегетации, на развитие корневой системы клевера и накопление в ней элементов питания. Эффективное действие покровных культур прослежено в течение 3-х лет хозяйственного пользования клевера красного. Наиболее эффективными покровными культурами были люпин узколистный и его смесь с тритикале. Условно чистый доход в среднем на 1 га посевов составил 13.6 и 14.8 тыс. руб. в год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник агронома Нечерноземной зоны / Под ред. Гуляева Г.В. М.: Колос, 1980. 576 с.
2. Агроклиматические ресурсы Владимирской области. М., 1968. 145 с.
3. Система ведения земледелия Владимирской области. Владимир, 1983. 131 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1968. 336 с.
5. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Ч. 1 (анализ почв) / Под ред. Панникова В.Д. М., 1953. 164 с.
6. Шептухов В.Н., Гафаров Р.Ш., Пахаскири Т.В. Атлас основных видов сорных растений России. М.: КолосС, 2009. 914 с.
7. Хохряков М.К. Определение болезней растений. Л.: Колос, 1966. 532 с.
8. Брянецев В.А. Сельскохозяйственная энтомология. Л.: Колос, 1966. 342 с.
9. Панников В.Д. Программа и методика исследований в Географической сети полевых опытов по комплексному применению средств химизации в земледелии. М., 1990. 187 с.
10. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Ч. 2 (анализ растений) / Под ред. Панникова В.Д. М., 1976. 128 с.
11. Станков Н.З. Корневая система полевых культур. М.: Колос, 1964. 240 с.
12. Методические указания по определению экономической эффективности удобрений и других средств химизации, применяемых в сельском хозяйстве. М.: Колос, 1979. 25 с.
13. Новиков М.Н., Такунов И.П., Слесарева Т.И., Баринов В.Н. Смешанные посевы с люпином в земледелии Нечерноземной зоны. М.: Столичная типография, 2008. 160 с.

Biological Method for Optimizing Nitrogen Nutrition and Increasing Productivity of Red Clover

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

^a The All-Russian Research Institute of Organic Fertilizers and Peat – Branch of the Upper Volga Federal Agricultural Research Center
ul. Pryanishnikova 2, Vladimir region, Sudogodsky district, p. Vyatkinо 601390, Russia

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

In a study on sod-podzolic sandy loam soil of the vniioou experimental field during 2009–2014, the possibility of using red biological nitrogen of annual legumes for clover feeding by using them as cover crops when sowing clover was shown. Increasing the content of assimilable forms of nitrogen and other nutrients in the soil, they leveled the autumn–spring nitrogen starvation of clover plants, had a positive impact on the development of its biomass and the formation of an additional mowing crop for 3 years of use, depending on the type of cover crops – 144–256 c/ha (17–30%). The most effective options were narrow-leaved lupine. Annual notional net income was 13.6–14.8 thousand rubles/ha.

Key words: red clover, cover crops, biological nitrogen, yield, income.