

# Увеличиваем урожайность козлятника

**Александр СТЕПАНОВ**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Омский ГАУ им. П.А. Столыпина  
**Сергей ХРАМОВ**  
Омский аграрный научный центр

DOI: 10.25701/ZZR.2022.11.11.004

**Высокая антропогенная нагрузка на агроценозы, связанная с обработкой почвы, внесением минеральных удобрений и средств защиты растений, при неумелом их применении приводит к деградации почвенного покрова, снижению функционирования фитоценозов и ухудшению качества урожая. Суть биологизации земледелия заключается в обогащении почвы органическим веществом, вовлечении ресурсов биологического азота бобовых растений за счет его симбиотической азотфиксации из атмосферы и усилении конкурентоспособности полевых культур в агроценозе. Один из приемов повышения симбиотической азотфиксации и увеличения урожайности многолетних бобовых трав — нитрагинизация.**

Благодаря предпосевной обработке семян клубеньковыми бактериями продуктивность бобовых растений возрастает на 5–20%, увеличивается содержание протеина в вегетативной массе и его выход с единицы площади. Клубеньковые бактерии, используемые для приготовления нитрагина, должны характеризоваться хорошей продуктивностью азотфиксации, вирулентностью и конкурентоспособностью.

В последние годы на сельхозпредприятиях Сибири активно возделывают козлятник восточный (*Galega orientalis* L.), который может в течение длительного времени (десять лет и более) расти на одном месте без изреживания и снижения продуктивности травостоя. К тому же козлятник интенсивно фиксирует азот воздуха, что позволяет сократить затраты азотных удобрений.

С 2016-го по 2018-й г. мы проводили исследования в подтаежной зоне Омской области на опытном поле отдела северного земледелия ФГБНУ «Омский АНЦ». По результатам эксперимента оценили эффективность биопрепаратов, применявшихся для повышения симбиотической азотфиксации и продуктивности козлятника восточного.

На учетной делянке площадью 20 м<sup>2</sup> почва серая лесная, ее гранулометрический состав — тяжелосуглинистый.

В пахотном слое содержалось 3,34% гумуса, 0,162% общего азота, 0,12% валового фосфора. Обеспеченность почвы нитратным азотом (по Кьельдалю) низкая — 3,5–3,8 мг/100 г, рН солевое — 5,2. Содержание подвижного фосфора — 8,4–9,4 мг/100 г, обменного калия — 8,2–9,1 мг/100 г (по Кирсанову), что соответствует среднему значению.

Скарифицированные семена козлятника восточного сорта Горноалтайский 87 перед посевом обработали заводскими инокулянтами: 204 — на основе клубеньковых бактерий рода *Agrobacterium* (*A. Radiobacter*) и К-1, К-2, Кт-1, 912, 913 — на основе клубеньковых бактерий *Rhizobium* sp. Биопрепараты были получены из ВНИИСХ микробиологии. В контрольном варианте семена не обрабатывали.

Посев козлятника проводили во второй декаде мая сеялкой на глубину 1,5–2 см обычным рядовым способом (через 15 см). Норма высева — 4 млн всхожих семян на 1 га. После посева почву прикатывали кольчато-шпоровыми катками. Для оценки уровня биологической азотфиксации использовали метод сравнения. Он основан на предположении, что при идентичных условиях возделывания определенных видов бобовых и злаковых культур (в нашем исследовании — костреч безостый) количество взятого ими из почвы азота примерно одинаково. В хо-

де исследований использовали методику ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, статистическую обработку полученных данных выполнили методом дисперсионного и корреляционного анализа.

Благоприятные погодные условия и запасы продуктивной влаги способствовали раннему появлению всходов — на 11–13-е сутки (26–28 мая) после посева. Благодаря применению биопрепаратов растения интенсивно развивались, что в дальнейшем способствовало раннему формированию первого настоящего листа (на 9–12-е сутки после всходов), а через 18–20 суток происходило полное стеблевание. Это положительно сказалось на образовании корневых отпрысков. Наибольшее число отпрысков (4–8 штук) формировалось на растениях, семена которых обработали штаммами 204 и 912.

В конце вегетационного периода корневая система козлятника в первый год жизни проникала в почву на глубину 20–27 см. Самую разветвленную корневую систему формировали растения, семена которых обработали штаммами 912 и 913. Применение биопрепаратов способствовало хорошему ветвлению корневой системы и быстрому появлению боковых корней первого порядка (4–10 штук). У растений, семена которых обработали инокулянтами на основе штаммов Кт-1 и 912, главный корень был на 3,2–3,6 см длиннее (19,1–19,5 см), чем главный корень растений в контрольном варианте.

Существенное влияние биопрепараты оказали на увеличение массы корневой системы. При применении различных инокулянтов масса корневой системы одного растения увеличилась до 1,49–1,96 г (в контрольном варианте — до 1,14 г). Наилучшие результаты были получены при использовании штаммов 912 и 913: масса корней одного растения варьировала от 1,87 до 1,96 г.

Таблица 1

Образование клубеньков на корневой системе козлятника восточного в первый год жизни

Вариант	Число клубеньков, штук на одно растение	Масса клубеньков с десяти растений, г
Контрольный	51	0,05
Штамм:		
204	84	0,1
Кт-1	71	0,08
К-1	79	0,09
К-2	65	0,07
912	105	0,12
913	125	0,14

Таблица 2

Симбиотическая активность козлятника восточного (в среднем за 2016–2018 гг.)

Вариант	Азот			Коэффициент азотфиксации
	общий, кг/га	симбиотический, кг/га	кг/т СВ	
Контрольный	208	160	23,4	0,76
Штамм:				
204	230	182	25,9	0,79
Кт-1	218	170	24,5	0,78
К-1	224	176	25,2	0,78
К-2	213	165	23,9	0,77
912	235	187	26,4	0,79
913	240	192	26,8	0,8

Таблица 3

Урожайность зеленой массы козлятника восточного, т/га

Вариант	Год использования травостоя		В среднем	Прибавка, %
	2-й (2016–2017)	3-й (2017–2018)		
Контрольный	18,6	25,2	21,9	—
Штамм:				
204	20,1	26,3	23,2	5,9
Кт-1	19,2	25,9	22,5	2,7
К-1	19,6	26,1	22,8	4,1
К-2	18,8	25,7	22,2	1,4
912	20,3	26,8	23,5	7,3
913	20,5	27,5	24	9,6
НСР <sub>05</sub>	0,7	1,2	—	—

В первый год жизни козлятник восточный обладал слабой азотфиксирующей способностью, поскольку в год посева рос очень медленно, и только к концу вегетации на его корнях появились клубеньки. Обработка семян инокулянтами способствовала повышению числа клубеньков. Наибольшее их количество к окончанию вегетации образовалось на растениях, семена которых прошли предпосевную обработку штаммами 912 и 913 (табл. 1).

Хорошее формирование корневой системы козлятника в первый год жизни положительно повлияло на рост и развитие надземной части растений: в конце вегетации их высота достигала 26,4–28,2 см, в то время как в контрольном варианте этот показатель составлял лишь 18,2 см.

Во второй год жизни отрастание козлятника происходило 8–10 мая. В конце второй декады июня травостой скашивали. Период формирования урожая — 42 суток. В полевых условиях на рост и развитие козлятника заметное действие оказали препараты 912 и 913. Увеличилась и масса одного побега.

Была выявлена закономерность в формировании травостоя козлятника восточного: в первые два года жизни отмечено интенсивное кущение, повышение густоты травостоя и снижение в нем доли сорной растительности. Засоренность посе-

вов козлятника в первый год достигала 35–40% (высокая степень). При использовании биопрепаратов 912 и 913 засоренность была наименьшей, а густота травостоя максимальной.

Инокулянты положительно повлияли на фотосинтетическую деятельность культуры. Площадь листьев козлятника в процессе вегетации возрастала. В третий год жизни в начале фазы цветения площадь листьев растений, семена которых были обработаны штаммами 912 и 913, превышала площадь листьев козлятника в контрольном варианте. Возросли фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза.

Способность бобовых трав образовывать мощную корневую систему — важный фактор сохранения продуктивного долголетия. Во второй год жизни к концу вегетации наиболее развитую корневую систему имели растения, семена которых перед посевом обработали инокулянтами. С возрастом корневая система козлятника восточного увеличивалась. Особенно высокие темпы ее нарастания регистрировали в вариантах, где применяли биопрепараты 912 и 913. В третий год жизни масса корней козлятника в слое почвы 0–30 см составляла 9,6–9,7 т/га (на 0,7–0,8 т/га выше, чем в контрольном варианте). Остальные биопрепараты в разной степени повлияли на

развитие корневой системы растения. Распределение корней в слое почвы 0–10 см по вариантам посевов было равномерным, однако при использовании инокулянтов больше корней оказалось в слое почвы 10–20 см. Основная масса корней (59–62%) находилась в слое почвы 0–10 см.

В почвах Нечерноземной зоны есть клубеньковые бактерии, вступающие в симбиоз с козлятником. Данные исследований показали, что обработка семян заводскими штаммами бактерий способствует повышению уровня азотфиксации и увеличению урожайности многолетних бобовых трав. В первый год жизни козлятник слабо фиксировал азот. Во второй год жизни за счет формирования развитой корневой системы и эффективного симбиотического аппарата азотфиксация и урожайность культуры возросли. Наилучшие результаты зарегистрированы в вариантах, где семена обработали штаммами 912 и 913. В среднем за годы исследований количество фиксированного азота составило 187–192 кг/га, при этом коэффициент азотфиксации достигал 0,79–0,8. В контрольном варианте количество фиксированного симбиотического азота равнялось 160 кг/га при коэффициенте азотфиксации 0,76 (табл. 2).

Предпосевная обработка семян козлятника восточного шестью штаммами клубеньковых бактерий обеспечила разную прибавку урожая зеленой массы (табл. 3). Наиболее заметное действие штаммов 912 и 913 было отмечено в третий год жизни травостоя. В этот период корневая система окончательно формировалась, что способствовало развитию надземной части растений и раннему наступлению фаз бутонизации и цветения.

Максимальный сбор абсолютно сухого вещества (5,1–5,79 т/га), кормовых единиц (3,78–3,82 т/га), сырого протеина (1,23–1,25 т/га) и обменной энергии (51,3–52,5 ГДж/га) также зафиксирован в вариантах, где семена козлятника обработали инокулянтами 912 и 913.

Данные исследований показали, что инокуляция скарифицированных семян козлятника восточного биологическими препаратами — обязательный агротехнический прием при возделывании этой культуры в подтаежной зоне Омской области, позволяющий получать богатый урожай зеленой массы. Рекомендуем применять штаммы 912 и 913 (клубеньковые бактерии рода *Rhizobium* sp.), повышающие интенсивность роста и улучшающие развитие растений в первый и последующие годы жизни. **ЖР**

Омская область