

## ЭКОЛОГО-БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО (*GALEGA ORIENTALIS* LAM.) ПЕРВОГО ГОДА ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

**Выявлены особенности роста и развития козлятника восточного в первый год интродукции в условиях средней тайги Западной Сибири. Показано, что применение биологического препарата Байкал-ЭМ1 при инокуляции семян способствует лучшему росту и развитию растений. Выявлена тенденция уменьшения кислотности песчаных подзолистых почв при посеве семян под покров гороха.**

**Ключевые слова:** козлятник восточный, интродукция, инокуляция, Байкал-ЭМ1, песчаные подзолистые почвы, средняя тайга Западной Сибири.

Необходимость введения в культуру отдельных регионов растений, обладающих ценными биологическими свойствами, связана и с их высокой продуктивностью и с особыми экологическими функциями, заключающимися в восстановлении плодородия нарушенных почв. Одной из перспективных культур для интродукции является галега восточная (козлятник восточный) (*Galega orientalis* Lam.).

Галега восточная – это многолетнее травянистое растение из семейства Fabaceae, эндемик Кавказа. Первые упоминания об этой культуре встречаются уже в 1868 г. [1]. В начале 20-х гг. прошлого века впервые были проведены испытания козлятника как кормовой культуры на опорном пункте Всесоюзного института растениеводства (ВИР) в Москве. Хотя растение интродуцировано в культуру недавно, оно получило достаточно широкое внедрение в сельскохозяйственное производство. Это объясняется тем, что галега выделяется рядом ценных хозяйственных и эколого-биологических особенностей среди других традиционно возделываемых культур. Исследователи данной культур отмечают высокую пластичность галеги, которая может произрастать во всех сельскохозяйственных регионах страны, т. к. обладает высокой адаптивной способностью к разнообразным природным условиям, при этом она отличается высокой зимостойкостью – переносит бесснежные зимы с температурой до  $-40^{\circ}\text{C}$ , холодостойкостью (заморозки до  $-5\text{...}-80^{\circ}\text{C}$ ) [2]. Причем растение отличается продуктивным долголетием до 15–20 лет [3]. Растения хорошо выдерживают 12–18 дневное весеннее затопление, что дает возможность выращивания и на пойменных

участках и на осушенных торфяниках. Козлятник дает стабильные урожаи зеленой массы даже на песчаных дерново-подзолистых и серых лесных почвах с содержанием гумуса 2% и кислой реакцией почвенного раствора ( $\text{pH}=5$  и ниже) [4]. Развитие корневищной корневой системы [3] позволяет растению самовозобновляться вегетативным путем. Козлятник также улучшает структуру почвы благодаря мощной корневой системе и обилию на ней клубеньков. Галега восточная положительно влияет на основные элементы почвенного плодородия. Она обогащает почву органическим веществом, азотом, улучшает ее агрофизические свойства, создает положительный баланс гумуса и азота. Восстанавливает структуру почвы, повышает ее плодородие: на четвертый год жизни количество гумуса в почве увеличивается на 2,8%, оставляя в почве до 20 т/га корневых остатков, в которых содержится свыше 400 кг азота, 110 кг фосфора и около 170 кг калия [5].

Многолетние опыты ряда научных учреждений страны позволили установить, что галега восточная может успешно возделываться в Центрально-Черноземной зоне, Среднем Поволжье, на Урале, Сахалине, Камчатке, в Сибири и других регионах страны.

Козлятник становится приоритетной кормовой культурой в различных почвенно-климатических зонах РФ. Для севера Западной Сибири были предприняты отдельные попытки интродукции галеги восточной [6]. Особую актуальность в этой связи имеют исследования закономерностей развития этой культуры, изменения её биоморфологических признаков под влиянием особенностей при-

родной среды и изучение приемов формирования фитоценозов.

Основной целью работы послужило изучение общих эколого-биоморфологических особенностей галеги восточной, определение возможностей и приемов возделывания и оценка результатов интродукции в условиях средней тайги Западной Сибири.

### Методика исследований

Объектом исследования послужила галега восточная (козлятник восточный) 1 года жизни, сорт Гале.

Опытный участок был заложен в соответствии с методикой полевого опыта [7], в 2013 году в районе поселка Барсово (в 21 км к югу от г. Сургута)

Площадь учетной делянки составляла 0,25 м<sup>2</sup>. Общая учетная площадь для каждого варианта 1 м<sup>2</sup>. Почва песчаная, подзолистая с хорошо выраженным элювиальным горизонтом (5–33 см), с крайне низким содержанием азота (менее 0,1%) и низким содержанием гумуса (до 2,15%). Сумма обменных оснований менее 1 мг-экв/100 г. Почвенно-грунтовые воды пресные, с минерализацией 0,2–4 мг/л, содержание железа в воде составляет 0,5–2,4 мг/л.

Опыт заложен в 4-х-кратной повторности и включает следующие варианты: 1) посев инокулированных семян (контроль); 2) посев инокулированных семян; 3) посев неинокулированных семян галеги под покровом гороха.

Для инокуляции семян использовали биоудобрение Байкал-ЭМ1, содержащее десятки видов полезных природных микроорганизмов. Основные из них – молочнокислые, азотфиксирующие, фотосинтезирующие бактерии, разнообразные дрожжи. Инокуляцию семян про-

водили перед посевом, согласно рекомендации по применению препарата. Скарифицировали и высевали семена вручную. Глубина заделки семян 1,5–2 см.

Отклонение среднемесячной температуры воздуха от нормы, по данным метеостанции г. Сургута, в июне составило -1,70°С (табл. 1). В начале месяца (1 июня) были отмечены минимальные температуры до -0,90°С. Посев семян произведен 19 июня. К моменту закладки опыта воздух прогрелся до 17,60°С. К концу месяца наблюдалось понижение температуры воздуха до 9,10°С. В среднем июнь отличался резкими изменениями среднесуточных температур воздуха (от -0,90 до 27,10°С).

Июль характеризовался положительными температурами воздуха, однако также наблюдались резкие перепады температур от минимальной (6,90°С) в начале месяца (9 июля), до максимальной (32,10°С) в конце месяца (23 июля). Отклонение от нормы среднемесячных температур составило +2,80°С. В августе и в сентябре среднемесячные температуры воздуха существенно не отличались от нормы. С 26 сентября наблюдались заморозки с понижением температур ночью до -2,60°С. Днем температура воздуха повышалась до 7,10°С. С 1 по 5 октября температура днем держалась в пределах 3–7,30°С. В дальнейшем наблюдалось устойчивое понижение температуры до отрицательных значений (-13,70°С). Температура воздуха в дневное время в октябре не превышала 10°С.

Погодные условия в течение вегетации культуры в целом были характерными для данной территории, однако по влагообеспеченности, вегетационный сезон отмечен как засушливый. Только в августе, в фазу стеблевания галеги, зафиксировано высокое количество осадков.

Таблица 1. Основные показатели погодных условий вегетационного сезона (2013 год)

Месяц	Среднемесячная температура воздуха, С <sup>0</sup>			С <sup>0</sup> минимум	С <sup>0</sup> максимум	Среднемесячная сумма осадков, мм	
	норма (метеостанция Сургут)	фактическая температура	отклонение от нормы			норма (метеостанция Сургут)	фактическая сумма осадков
Июнь	14,4	12,7	-1,7	-0,9	27,1	57	43,2
Июль	18,2	21,0	+2,8	6,9	32,1	76	68,51
Август	14,4	15,7	+1,3	4,8	25,9	69	75,33
Сентябрь	7,4	7,5	+0,1	-2,6	19,2	85	65,70
Октябрь	-0,2	-1,2	-0,1	-13,7	7,3	55	48,05

По сравнению со среднемесячной нормой отклонение составило – 6,33 мм (табл. 1).

Фенологические наблюдения в период вегетации растений проводили по методике ВНИИК им. В.Р. Вильямса [8]. Фазы развития галеги контролировались на двух несмежных повторностях, затем выводили среднюю дату их наступления. Началом фазы развития считали наступление её у 10% растений на делянке; полная фаза – 75% растений.

Во всех вариантах опыта, перед уходом растений в зиму, проводили подсчет густоты стояния растений. Изучались основные биометрические характеристики козлятника: линейный рост и массу стебля измеряли в конце вегетации сразу после отбора проб; линейный рост и массу корневых остатков определяли после промывки корней водой. Кислотность почвы определяли перед закладкой опыта и в конце вегетации растений. Статистическую обработку полученных данных проводили в программе «Matrix».

### Результаты и их обсуждение

У многолетних растений семейства бобовых в первый год жизни отмечаются следующие фазы развития: прорастание семян, всходы, появление первой пары листьев, кущение, стеблевание и, очень редко, бутонизация и цветение [5]. В первый год жизни галега проходит виргинильный период развития и образует стержневую корневую систему, проникающую в почву на 30–45 см и формирует 3–4 зимующие почки [3]. Возобновление растений происходит за счет зимующих почек и корневых отпрысков, для образования которых в условиях Коми требуется не менее 99–100 суток активного роста [5], в Томской области не менее 85–90 дней [9].

В начальный период растения развиваются очень медленно. В год посева в фазу бутонизации и цветения вступают только единичные растения [5]. К концу вегетации большинство рас-

тений образует один основной вегетационный побег высотой 44–67 см с 8–10 боковыми побегами [3], [5], [9]. Стебель куста прямостоячий, полый, с неглубокими бороздками. Листья непарноперистосложные и имеют 2 пары листочков.

В год посева формируется только один стебель. В наших условиях в фазу всходов растения разных вариантов опыта, вступили в разные сроки (табл. 2). При посеве семян галеги под покров гороха появление первых всходов наблюдалось на три дня раньше (27 июня), чем в контроле (30 июня). Всходы инокулированных семян козлятника запоздали на один день (1 июля) по сравнению с контролем. В фазу узла кущения контрольные растения и всходы из высеванных под покров гороха семян, вступили одновременно – через одиннадцать дней. Следует отметить, что инокуляция семян Байкалом-ЭМ1 ускорила наступление фазы кущения у растений галеги на одни сутки (9 июля).

Фаза стеблевания у контрольных растений наступила через 9 дней после наступления фазы кущения (20 июля). Время перехода от фазы кущения к фазе стеблевания при посеве семян под покров гороха составило 11 дней, но последняя наступила раньше по дате (19 июля) Растения инокулированных семян вступили в данную фазу на 1 сутки (17 июля) раньше по сравнению с контролем (8 дней).

Необходимо отметить, что инокуляция семян биологическим препаратом Байкал-ЭМ1 оказала положительное влияние на рост и развитие культуры. Фазы от посева до стеблевания растения прошли за двадцать восемь дней, что на три дня быстрее, чем в контрольном варианте (31 день). Посев семян галеги под покров гороха ускорил прорастание семян, однако в целом растения отставали в росте и развитии от остальных вариантов на четверо суток. Возможно, что это связано с угнетением козлятника растениями гороха [9].

Таблица 2. Фазы роста и развития галеги восточной 1 года жизни (2013 год)

№ п/п	Вариант опыта	Фенологическая фаза			
		посев	всходы	появление узла кущения	стеблевание
1	Контроль	19.06.13	30.06.13 (11 дней)	11.07.13 (11 дней)	20.07 (9 дней)
2	Инокуляция семян	19.06.13	1.07.13 (12 дней)	9.07.13 (9 дней)	17.07 (8 дней)
3	Посев семян под покров гороха	19.06.13	27.06.13 (8 дней)	8.07.13 (11 дней)	19.07 (11 дней)

Рубина Р. А. и другие соавторы [5] отмечают, что в средней тайге Европейской территории РФ всходы галеги появляются на 13–14 день после посева [5], в Томской области – на 7–15 день [9]. Затем начинается рост стебля. По данным Т. М. Кудрявцевой [10], в условиях Иркутской области галега первый год жизни заканчивает фазой кущения и не успевает вступить в фазу стеблевания. После прорастания семян на 45–50 день наступает фаза ветвления с образованием клубеньковых бактерий на корнях растений. Через 60–65 дней после появления всходов от корневой шейки происходит развитие побегов 2-го порядка [9].

В нашем опыте всходы появились через 10–11 дней после посева, стеблевание наступило на 16–18 день от фазы кущения. Однако в условиях средней тайги Западной Сибири галега восточная не вступила в фазы ветвления, бутонизации и цветения, в отличие от опубликованных данных. По-видимому, это связано с поздними сроками схода снега, прогрева почвы и высевы семян. Вероятно поэтому, и общая продолжительность фенологических фаз затянулась (см. табл. 2).

Кроме отмеченных особенностей, фазы развития растений характеризуются биометрическими показателями. Высота – один из наиболее существенных признаков развития растений. С линейным ростом растения связаны все важнейшие процессы и, в конечном итоге, его продуктивность.

К концу вегетации высота побегов козлятника по вариантам опыта составила от 13 до 18 см (табл. 3). Более раннее наступление фазы стеблевания при инокуляции семян галеги привело к увеличению высоты стебля на 4 см по сравнению с контролем (17,51 и 13,52 см, соответственно) и к образованию большего количества листьев на стебле (25 и 20,87 шт., соответственно). Однако высота надземной части растений в третьем варианте (посев под покров гороха) и контроле существенно не отличались, хотя наступление фазы стеблевания в этом варианте опыта произошло на 2 дня позднее. По-видимому, в этом случае происходило угнетение козлятника побегами гороха, что приводило к уменьшению линейных размеров растений по сравнению с контролем на 0,21 см. Соответственно, среднее количество листьев с одного растения в 3 варианте (12,12 шт.) оказалось меньше на 8,75 шт. по сравнению с контролем. Значительные отличия по высоте побегов у ра-

стений, выращенных на других территориях [3], [5], [9], от полученных нами данных (см. табл. 2), по-видимому, связаны с почвенно-климатическими особенностями региона.

Инокуляция семян Байкалом–ЭМ1 привела к увеличению количества (25 шт.) образовавшихся листьев на 4,13 шт. в сравнении с контрольным вариантом. На растениях в 3 варианте опыта образовалось в среднем на 8,75 шт. листьев меньше (12,12 шт.) по сравнению с контролем (20,87 шт.). По таким биометрическим показателям листовой поверхности как ширина и длина листа в 2-х вариантах опыта (инокуляция семян и посев под покров гороха) существенных различий не было. Однако по сравнению с контролем, листья в этих вариантах оказались на 16,5–19,7% шире и на 8–13% длиннее (табл. 3).

Таким образом, растения гороха угнетали рост и образование листьев козлятника. В то же время по биометрическим показателям листья оказались крупнее, чем листья в остальных вариантах опыта. Вероятно, это связано с меньшим количеством образовавшихся листьев на растении. Листья галеги на контрольном варианте по биометрическим показателям уступают другим вариантам опыта, но это, по-видимому, связано с большей густотой стояния растений (215 шт./м<sup>2</sup>) и меньшей площадью питания растений. Обработка Байкалом–ЭМ1 отрицательно повлияла на прорастание семян галеги (151 шт./м<sup>2</sup>) по сравнению с контролем. На контрольном варианте проросло на 64 растения больше. За счет меньшей густоты стояния и лучшего питания растения 2 варианта оказались более высокорослыми, что позволило образоваться большему количеству листьев.

Известно, что в год посева галега восточная развивается медленно, так как идет интенсивное формирование корневой системы. Развитая корневая система растений обуславливает хорошую зимостойкость козлятника и длительное хозяйственное использование. Средняя длина корня составляла 19–19,3 см. При инокуляции семян корневая система образовалась более мощная – 20,8 см. Однако в среднем, в размерах корневой системы существенных различий, по вариантам опыта не наблюдалось ( $\alpha > 0,05$ ). Вероятно, это связано с густотой стояния и площадью питания растений. В условиях средней тайги Европейской территории РФ

корневая система в первый год жизни проникает в почву на глубину 30–45 см. Возможно, такая разница в показателях связана с особенностями гидротермического подзолообразования в условиях тайги Западной Сибири.

Динамика pH водной суспензии почв по всем вариантам опыта свидетельствует о значимом увеличении актуальной кислотности от весны к осени (табл. 4).

Посев семян галеги под покров гороха положительно сказался на изменении актуальной и обменной кислотности почвы (статистически достоверно больше ( $\alpha < 0,05$ )).

**Выводы**

1. Галега восточная хорошо адаптируется к природным условиям средней тайги Западной Сибири.

Таблица 3. Биометрические показатели вегетативных органов растений галеги восточной 1 года жизни

Показатели растений	Значения	Контроль	Инокуляция семян Байкалом – ЭМ1	Посев семян под покров гороха
средняя длина одного стебля	см, $M \pm m$	13,52 ± 1,46	17,51 ± 1,89*	13,31 ± 1,26*
	относительно контроля, %	100	130	98,4
средняя длина одного корня	см, $M \pm m$	19,07 ± 0,87	20,79 ± 1,26*	19,31 ± 1,21*
	относительно контроля, %	100	109	101,3
средняя длина одного растения	см, $M \pm m$	32,60 ± 1,75	38,30 ± 2,65*	32,62 ± 2,02*
	относительно контроля, %	100	117,5	100
густота стояния	шт./м <sup>2</sup>	215	151	163
количество листьев одного растения	шт., $M \pm m$	20,87 ± 3,18	25,00 ± 3,53*	12,12 ± 1,32*
	относительно контроля, %	100	119,78	58,00
средняя ширина одного листа	см, $M \pm m$	1,27 ± 0,03	1,48 ± 0,03*	1,52 ± 0,03*
	относительно контроля, %	100	116,54	119,68
средняя длина одного листа	см, $M \pm m$	2,04 ± 0,04	2,18 ± 0,04*	2,31 ± 0,05*
	относительно контроля, %	100	108,5	113,24

\* $P \leq 0,05$  (\* – значимость различий  $\alpha \leq 0,05$  между вариантами).

Коэффициент надежности  $P = 0,95$ .

Таблица 4. Изменение кислотности почвы за вегетационный период при возделывании галеги восточной 1 года жизни

Вариант	pH водной суспензии		pH солевой суспензии	
	19.06.2013	26.09.2013	19.06.2013	26.09.2013
Контроль	6,91	4,69± 2,22	6,52	4,02±2,5
Инокуляция семян		4,67±2,24		4,04±2,48
Посев семян под покров гороха		5,18±1,73		4,35±2,17

2. В год посева растения козлятника на исследуемой территории проходят фазы всходов, появления узла кущения и стеблевания, но последующие фазы развития не наступили.

3. Посев семян под покров гороха оказывает угнетающее действие на рост и развитие козлятника. Прохождение фенологических фаз затянулось на 4 суток, по сравнению с контролем. Произошло уменьшение линейных размеров стебля растений на 1,6%, количества листьев на 42%.

4. Линейные размеры вегетативных органов в конце вегетации в первый год жизни галеги существенно отличаются от литературных данных по другим регионам. В среднем наблюдается уменьшение высоты стеблей до 13–18 см и уменьшение размеров корней до 19,3–20,8 см.

5. Инокуляция семян Байкалом–ЭМ1 способствует лучшему росту и развитию растений: наблюдалось увеличение высоты стебля на 4 см и количества образовавшихся листьев – на 4,13 шт. на одном растении.

6. Обработка семян Байкалом–ЭМ1 оказывает положительное влияние на развитие корневой системы, что может благоприятно сказаться на зимо- и холодостойкости, лучшей возобновляемости растений после зимовки.

7. Отмечается тенденция уменьшения изменения кислотности почвы при посеве семян галеги под покров гороха в сравнении с другими вариантами, что может свидетельствовать о перспективах возделывания галеги на почвах нашего региона с целью улучшения нарушенных почв.

28.03.2014

**Список литературы:**

1. Харьков Г.Д. Введение в культуру козлятника восточного / Л.А. Трузина // Кормопроизводство. – 1999. – №10. – С. 9–12.
2. Введение в культуру и сохранение на Севере коллекций полезных растений. Екатеринбург: УрО РАН, 2001.
3. Сагирова Р.А. Онтогенетический морфогенез галеги восточной (*Galega orientalis* Lam.) как перспективного кормового растения / Р.А. Сагирова // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – №4. – С. 75–80.
4. Хуснидинов Ш.К. Сидерация в Иркутской области: учебное пособие / Ш.К. Хуснидинов. – Иркутск, 1997. – 83 с.
5. Рубан Г.А. Козлятник восточный. Сорт Еля-Ты. Рекомендации производству (Коми НЦ УрО РАН) / Г.А. Рубан., К.С. Зайнуллина. – Сыктывкар – 2001. – 20 с.
6. Алехина Л.В. Интродукция *Galega orientalis* (козлятник восточный) в газонные фитоценозы г. Сургут // Научные основы экологии, мелиорации и эстетики ландшафтов: Матер. кон. / Л.В. Алехина. Москва. – 2010. – С. 22–26.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Москва: Колос, 1973. – 335 с.
8. Методика полевого опыта с кормовыми культурами / ВНИИК им. В.Р. Вильямса / ред. коллегия: А.С. Митрофанов, Ю.Н. Новоселов, Г.Д. Харьков. – М., 1971. – 15 с.
9. Пузырева М.Л. Технология возделывания козлятника восточного на корм и семена в подтаежной зоне Томской области: методические рекомендации РАСХН. Сиб. Отд-ние. СибНИИСХиТ / М.Л. Пузырева. – Томск, 2006. – 28 с.
10. Кудрявцева Т. Г. Экологические и биологические особенности галеги (козлятника) восточной (*Galega orientalis* L.) в связи с ее интродукцией в Иркутской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. / Т. Г. Кудрявцева. – Иркутск, 2000. – 201 с.

Сведения об авторах:

**Лапина Екатерина Алексеевна**, старший лаборант кафедры ботаники и экологии растений Сургутского государственного университета, аспирант

**Шепелева Людмила Федоровна**, заведующая кафедрой ботаники и экологии растений Сургутского государственного университета, доктор биологических наук, профессор  
628400, г. Сургут, ул. Энергетиков, д. 22, Тюменская область, кафедра ботаники и экологии растений,  
E-mail: Lapinaea\_vizit@mail.ru