

## МОРФОГЕНЕЗ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ (*GALEGA ORIENTALIS* LAM)

Р.А. САГИРОВА, д. с.-х. н.; В.И. ФИЛАТОВ, д. с.-х. н.

(Кафедра растениеводства)

Приводятся результаты исследований морфогенеза вегетативных органов травянистого поликарпика (*Galega orientalis* Lam). В статье представлены материалы за первые 6 лет жизни растений — от прорастания семян до вступления в репродуктивный период. Впервые установлено, что растение является корневищным, а не корнеотпрысковым как считалось ранее.

В научной отечественной литературе изучению онтогенеза различных видов многолетних растений в фитоценозах посвящены многие работы [4-6, 8, 10].

Однако начало виргинильного периода онтогенеза галеги восточной изучено недостаточно, в связи с этим в научной литературе существуют разные мнения о формировании корневой и побеговой систем галеги восточной. Ряд авторов [2, 3, 7, 9, 10] считают культуру корнеотпрысковой; некоторые утверждают, что это корнеотпрысковое, корневищного типа растение [1, 5, 11]. Так, в работах [1, 5, 10] указывается «В подземной части стебля на глубине до 7 см образуется 3-4 зимующих почки и формируется от 2 до 18 отпрысков корневищного типа. Они растут горизонтально на глубине почвы до 20 см, затем выходят на поверхность и образуют стебли».

По мнению исследователей [2, 3, 7, 9, 11], галега восточная обладает способностью ежегодно от корневой шейки формировать большое число корневых отпрысков.

Таким образом, приведенные данные ряда авторов, говорят о том, что нет единого мнения о происхождении побеговой и корневой систем галеги восточной.

Целью исследований онтогенетического морфогенеза галеги восточной

является установление закономерностей возрастных изменений морфологических признаков вегетативных органов культуры, процессов побего- и корнеобразования, вегетативного размножения, геофилии, что имеет теоретическое значение. Полученные результаты могут служить биологической основой для усовершенствования технологии ее возделывания, селекции и семеноводства. Ботаническая терминология, использованная для описания морфогенеза галеги восточной, поможет унифицировать терминологию, применяемую различными авторами в агрономии.

### Методика

Исследования выполняли на опытно-экспериментальном участке «Молодежный» в Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. Почва серая лесная, по гранулометрическому составу — среднесуглинистая, мощность пахотного слоя 20-22 см, рН солевой натяжки — 4,7, гумуса — 2,4%. На 1 кг абсолютно сухой почвы содержалось: подвижной фосфорной кислоты — от 203 до 228 мг, обменного калия — от 55 до 60 мг, легкогидролизуемого азота — от 19 до 22 мг, суммы обменных оснований — 22 мгэкв, гидrolитической кислотности — 36,3 мгэкв. Годы исследований: 1-й год жизни — 1996, 1997, 1998; 2-й — 1997, 1998,

1999; 3-й — 1998, 1999, 2000; 4-й — 1999, 2000; 5-й — 2000, 2001; 6-й год жизни — 2001, 2002.

Климат резко континентальный. Сумма осадков за год колеблется от 330 до 370 мм, а в летний период — от 210 до 270 мм. Среднегодовая температура  $-4^{\circ}\text{C}$ , безморозный период — 94 дня, сумма положительных температур —  $1400\sim 1700^{\circ}\text{C}$ . Погодные условия в годы опытов были в целом типичными для условий лесостепной зоны Восточной Сибири. Обеспеченность влагой и теплом, выраженная гидротермическим коэффициентом была следующей: 2003 — очень засушливый (ГТК 0,6); 1997 — засушливый (ГТК 0,9); 1999, 2000, 2001 — слабо засушливые (ГТК от 1,0 до 1,3); 2002 — влажный (ГТК от 1,3); 1996, 1998, 2004 — избыточно увлажненные (ГТК свыше 1,6). Аномальной была зима 2000—2001 гг. — с декабря по февраль температура понижалась до  $-52^{\circ}\text{C}$  — вымерзания галеги не отмечено.

Исследования проводили на основе морфогенетического метода, изложенного в Методической разработке И.П. Игнатъевой [4].

Истинные возрастные изменения могут быть установлены лишь при отсутствии конкуренции и на выровненном фоне, в связи с чем схема посева была следующей:  $70\times 20$ ;  $70\times 70$ ;  $15 \times 150$  см. Таким образом, изучение морфогенеза развития побеговой и корневой систем в разные возрастные периоды проводили у растений, выращиваемых при площади питания, исключающей угнетение растений друг с другом. Число выращиваемых растений варьировало по схемам посева от 295 до 540 шт. Посев производили во все годы исследований во 2-й декаде мая.

Жизненный цикл галеги восточной подразделяли на периоды, придерживаясь классификации Т.А. Работнова [8], но сократили их число до 3: виргинильный — растения находятся в вегетативном состоянии (от прораста-

ния семени до начала репродуктивного периода); репродуктивный — растение цветет и плодоносит; сенильный (старческий), в котором преобладают процессы отмирания. За 6 лет исследований растения прошли виргинильный и репродуктивный периоды.

Как считает И.П. Игнатъева, «более детальное подразделение виргинильного периода, используемое в работах с растениями в природе (ювенильный, прематурный — переходный, период взрослого растения, неспособного еще цвести и плодоносить), для исследования растений, выращиваемых в культуре при отсутствии конкуренции между ними, не применяем, так как темп их развития ускорен, продолжительность жизненного цикла сокращена, и установить эти подпериоды, как правило, невозможно, да в этом и нет необходимости» [4].

Методом исследований являлся сравнительный морфологический анализ — по фазам развития растений в целях получения представления о закономерностях онтогенетического морфогенеза.

Начиная с прорастания семени растения периодически выкапывали, приурочивая время выкапывания к определенным фенологическим фазам. Число «выемок» в 1-й год жизни растений равнялось в среднем 10-15, одновременно выкапывали от 5 до 15 растений.

## Результаты исследований

### *Первый год жизни растений (виргинильный возрастной период)*

В латентный период семени галеги восточной  $3,5\text{--}4,2$  мм длиной и  $1,7\text{--}1,9$  мм шириной, имеют почковидную форму; окраска свежееубранных семян оливковая, при хранении приобретает коричневую окраску. Семя состоит из зародыша, эндосперма и семенной кожуры. Основную часть занимает зародыш.

В условиях лесостепи Восточной Сибири растения галеги восточной в

1-й год жизни в виргинильный период находятся в вегетативном состоянии и проходят следующие фазы развития:

— фаза появления всходов. Через 6-10 сут после посева на поверхности появляется в виде дуговидной петли гипокотиль;

— фаза семядолей. Гипокотиль через 2 сут выпрямляется и выносит семядоли, которые имеют две продолговато-эллиптических пластинки. Таким образом, галеге восточная характеризуется эпигеальным прорастанием. Семядоли ярко-зеленые 5,3-5,9 мм в длину и 2,7±0,3 мм в ширину, на черешке — 9,0±0,9 мм. Гипокотиль светлый, длина 8,3±1,7, толщина — 2,4-2,6 мм;

— фаза первого листа. Лист состоит из одного листочка, простой, округлой формы, который разворачивается на 5-8-й день после появления всходов. Длина листочка 1,0±0,3, ширина — 0,5±0,2 см;

— фаза второго и третьего листа наступает через 5-7 дней после первого. Лист состоит из одной пары листочков, длиной 1,5±0,5 и шириной 1,7±0,5 мм. В фазу 2-3-го листа высота побега 2,8±0,6 см, длина корня 4,6±1,0 см. От главного корня отходят 6,6±0,7 шт. боковых корней, средняя длина боковых корней 3,5±0,6 см. К концу данного периода в пазухах семядолей начинают формироваться почки и образовываться первые азотфиксирующие клубеньки;

— фаза четвертого - седьмого листа. Тройчатосложные (в среднем) листья длиной от 3,0±0,5 см, шириной от 3,0±0,4 до 4,6±0,7 см, шириной 4,0±0,5 см. В дальнейшем (через 10-12 дней) происходит усложнение структуры побега и корня. Высота растения увеличивается и составляет 19,0±2,5 см. Наступает пробуждение пазушных почек, из пазух первого — второго настоящего листьев начинается рост боковых побегов (ветвление). Развитие боковых побегов происходит одновременно с ростом главного (зародыше-

вого) побега. Галеге восточной свойственна базитония (наиболее крупные боковые побеги развиваются из нижних пазушных почек главного побега). Формируется 1-2 боковых побега из пазух двух первых настоящих листьев при задержке роста главного побега, который остается укороченным до конца вегетации. Начинается рост побегов из пазух семядолей (начало формирования 2 ортотропных и 2-7 плагиотропных побегов — корневищ, отрастающих горизонтально на 1,5-3 см из ветвящихся пазушных почек). То есть образование органов вегетативного размножения начинается уже в виргинильный период онтогенеза;

— фаза восьмого - десятого листа. Непарноперистосложные листья имеют две пары листочков. Главный корень углубляется до 448,0±51,0 мм. К концу вегетации надземная система галеге восточной достигает высоты 40-45 см.

Благодаря геофилии (способности заглубляться в почву), о которой свидетельствуют поперечные складки на главном и боковом корне, почки в пазухах семядолей и корневища втягиваются на глубину 3-6 см, что обеспечивает высокую зимостойкость. В

1-й год жизни галеге восточная является стержнекорневым растением. С понижением температуры до -6~9°C надземная система начинает отмирать (1-я декада октября).

Нами установлено что, в 1-й год жизни листья главного побега отличаются слабой дифференциацией и несовершенной расчлененностью пластинки. Так, первый настоящий лист состоит из одного листочка. Второй - третий листья имеют одну пару листочков. С четвертого по седьмой листья — тройчатосложные. С восьмого по десятый — непарноперистосложные, имеют две пары листочков (табл. 1). Таким образом, в пределах главного и боковых побегов наблюдается явление гетерофилии, проявляющееся в размерах листьев и количестве листочков.

Таблица 1

Морфологическая характеристика листового ряда вегетативного побега (*Galega orientalis* Lam.) в виргинильный возрастной период (1-й год жизни, конец сентября, в среднем за 1996-1997 гг.)

Номер листа	Признаки			
	степень усложнения листа	размеры листа, см		
		ширина	длина	в т.ч. длина черешка
1-й	Один листочек	1,0±0,3	0,5±0,2	0,5±0,1
2-й	Одна пара листочков	1,5±0,5	1,7±0,5	1,0±0,3
3-й	То же	3,0±0,6	2,8±0,5	2,0±0,3
4-й	Тройчатосложный лист	3,0±0,5	3,0±0,4	1,5±0,2
5-й	То же	3,5±0,6	3,2±0,5	1,4±0,3
6-й	— » —	3,5±0,5	3,2±0,5	1,6±0,4
7-й	— » —	4,6±0,7	4,0±0,5	2,0±0,3
8-й	Непарноперистосложный лист, две пары листочков	8,0±1,0	6,1±0,7	2,5±0,3
9-й	То же	8,6±1,2	5,8±1,0	3,0±0,4
10-й	— » —	6,0±0,9	5,3±1,0	1,5±0,3

*Второй и последующие годы жизни растений (репродуктивный возрастной период)*

Со 2-го года жизни галега восточная вступает в репродуктивный период. Ранней весной из почек, перезимовавших на базальной части главного побега и молодых корневищ, появляются надземные побеги. Параллельно с ростом и ветвлением надземных побегов идет развитие гипогеегенных корневищ.

Корневище ветвится до 2-4-го порядков ветвления. Рост корневищ продолжается до глубокой осени. Галега восточная является длиннокорневищным растением. Общая длина ежегодных приростов корневища в течение периода вегетации изменяется значительно и составляет на конец вегетации на 2, 3, 4, 5 и 6-й годы жизни соответственно 1,6±0,3, 5,6±0,9, 14,5±±2,2, 21,5±3,1 и 30,6±3,4 м (табл. 2). Таким образом, корневище галеги во-

Таблица 2

Морфологическая характеристика подземных органов галеги восточной (*Galega orientalis* Lam.) (в среднем за 1997-2002 гг.)

Показатель	Годы жизни					
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
<i>Подземная часть побеговой системы</i>						
Количество почек возобновления, шт.	4±2	20±4	51±5	84±8	111±14	123±16
Количество корневищ, шт.	4±2	15±3	29±5	35±6	49±7	61±7
Порядок ветвления	1	2-3	2-4	2-4	2-4	2-4
Общая длина корневища, м	0,1	1,6±0,3	5,6±0,9	14,5±2,2	21,5±3,1	30,6±3,4
Площадь, занимаемая отдельным клоном, м <sup>2</sup>	0,01	0,04	0,08	0,19	0,27	0,35
Геофилия, см	6±3	6±2	9±3	12±5	14±5	15±6
<i>Главный корень</i>						
Длина, см	45±5	68±6	167±18	189±22	204±25	223±27
Порядок ветвления	2	2	2	2	2	2
<i>Придаточные корни:</i>						
Длина, см	5±2	9±3	12±3	14±3	14±3	14±3
Порядок ветвления	2	2	2	2	2	2

сточной — многолетний подземный побег, являющийся органом возобновления и расселения — вегетативного размножения, а также вместилищем запасных продуктов. На корневищах образуются придаточные корни в узлах, под узлами, над узлами и на междоузлиях. Часть почек, прорастая, образует подземные горизонтальные — плагиотропные побеги с низовыми листьями и почками возобновления. Из другой части почек корневища развиваются ортотропные фотосинтезирующие побеги. У этих побегов имеются листья всех 3 формаций: низовые, срединные и верховые. В репродуктивный период, так же как и в виргинильный возрастной период онтогенеза, происходит усложнение листьев. Следует подчеркнуть, что изменение формы листьев и размеров не происходит прямолинейно от первого до последнего листа. При этом наибольших расчлененности и размера достигают листья средней части побега. Так, первый лист в данный возрастной период закономерно является тройчатосложным, все последующие листья непарноперистосложные и состоят из двух-семи пар листочков (табл. 3).

Функция надземных побегов — фотосинтез, цветение и плодоношение.

В результате образуется куртина надземных побегов. Отдельная куртина галеги восточной образует ко 2, 3, 4, 5 и 6-му году жизни соответственно  $5 \pm 2$ ,  $13 \pm 3$ ,  $26 \pm 5$ ,  $41 \pm 5$  и  $52 \pm 7$  побегов. Надземные побеги достигают высоты на 2, 3, 4, 5 и 6-й годы жизни соответственно до  $70 \pm 6$ ,  $93 \pm 8$ ,  $109 \pm 7$ ,  $114 \pm 6$  и  $113 \pm 7$  см и состоят в среднем соответственно из:  $8 \pm 1$ ,  $10 \pm 2$ ,  $13 \pm 1$ ,  $14 \pm 1$  и  $14 \pm 1$  метамеров (см. табл. 3). Соцветия появляются в акропетальном направлении в пазухах начиная с 11-го листа и образуют на 2-й год жизни 1-2; начиная с 3-го года жизни — 2-7 соцветий.

На 2, 3, 4, 5 и 6-й годы жизни соответственно происходит также рост главного корня до  $68 \pm 6$ ;  $167 \pm 18$ ,  $189 \pm 22$ ,  $204 \pm 25$  и  $223 \pm 27$  см и дальнейшее формирование придаточных корней с клубеньками. Растение становится корневищно-стержнекорневым (см. табл. 2).

Благодаря геофилии перезимовывают у галеги корневища с почками возобновления, погруженными в почву на глубине на 2, 3, 4, 5 и 6-й годы жизни соответственно до  $6 \pm 2$ ;  $9 \pm 3$ ,  $12 \pm 5$ ,  $14 \pm 5$  и  $15 \pm 6$  см.

Таким образом, галега восточная по жизненной форме и строению кор-

Таблица 3

Морфологическая характеристика листового ряда генеративного побега (*Galega orientalis* Lam.) в репродуктивный возрастной период (3-й год жизни, фаза цветения, конец июня, в среднем за 1998, 1999 гг.)

Номер листа	Признаки			
	степень усложнения листа	размеры листа, см		
		ширина	длина	в т.ч. длина черешка
1-й	Тройчатосложный лист	$5,0 \pm 0,8$	$9,0 \pm 1,0$	$5,0 \pm 0,8$
2-й	То же	$6,0 \pm 0,9$	$8,6 \pm 1,3$	$3,6 \pm 1,0$
3-й	— » —	$7,5 \pm 1,5$	$11,5 \pm 1,5$	$4,5 \pm 0,9$
4-й	— » —	$7,5 \pm 1,6$	$13,0 \pm 1,9$	$3,5 \pm 0,9$
5-й	— » —	$9,5 \pm 1,9$	$12,0 \pm 1,9$	$2,0 \pm 0,4$
6-й	— » —	$9,3 \pm 1,5$	$11,5 \pm 1,6$	$1,4 \pm 0,2$
7-й	— » —	$8,5 \pm 1,7$	$15,4 \pm 2,0$	$0,6 \pm 0,2$
8-й	— » —	$8,3 \pm 1,2$	$11,8 \pm 1,9$	$1,2 \pm 0,3$
9-й	— » —	$6,3 \pm 1,0$	$10,3 \pm 1,9$	$1,3 \pm 0,3$
10-й	— » —	$6,3 \pm 0,8$	$10,1 \pm 1,0$	$1,2 \pm 0,2$
11-й	— » —	$6,3 \pm 0,6$	$9,3 \pm 1,0$	$1,0 \pm 0,2$
12-й	— » —	$6,0 \pm 0,5$	$9,0 \pm 1,1$	$0,3 \pm 0,1$

Морфологическая характеристика надземной части побеговой системы галеги восточной (*Galega orientalis* Lam.) (в среднем за 1996-2002 гг.)

Показатель	Годы жизни					
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
Количество побегов, шт.	1	5±2	13±3	26±5	41±5	52±7
Высота побегов, см	42±6	70±6	93±8	109±7	114±6	113±7
Диаметр побега у основания, см	0,3	0,5	0,7	0,9	0,9	0,9
Число метамеров, шт.	8±1	8±1	10±2	13±1	14±1	14±1

невой системы в 1-й год жизни является стержнекорневым, во 2-й и последующие годы — корневищно-стержнекорневым растением.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов П.П., Райг Х.А. Возделывание и использование козлятника восточного. JL: Колос, Ленингр. отд., 1982. — 2. Епифанов В.С., Тимошкин О.А., Епифанова И.В. Селекция и освоение нетрадиционных видов многолетних трав // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений. Матер. 4-й междунауч.-практ. конф. Ульяновск: УНИИСХ, 2002. Т. 1. С. 126-128. — 3. Иевлев Н.И. Начальные этапы онтогенеза в подзоне Средней тайги // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений. Матер. 3-й междунауч.-произв. конф. Пенза: ПГСХА, 2000. Т. 1. С. 127-129. — 4. Игнатьева И.П. Онтогенетический морфогенез вегетативных органов травянистых растений. Уч. пособ. М.: Изд-во МСХА, 1989. — 5. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. Двудольные (хлорантовые — бобовые) / ИВ. Ларин, ИИЖЛ Агабян, Т.А. Работнов и др. Под ред. И.В. Ларина. М.-Л.:

Гос. изд. с.-х. лит-ры, 1951. Т. 2. С. 671 — 679. — 6. Коровкин О.А. Закономерности онтогенеза клонов столонообразующих растений. М.: Изд-во МСХА, 2005. — 7. Леонтьев И.П. Козлятник восточный — нетрадиционная кормовая культура в условиях Башкортостана // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования. Матер. 2-го междунауч. симп. Пушкино: РАСХН, 1997. Т. 4. С. 748-750. — 8. Работное Т.А. Работы в области изучения жизненного цикла многолетних травянистых растений в естественных ценозах // Вопросы ботаники. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. Вып. 2. С. 653-675. — 9. Рыкова В.П. Интродукция козлятника восточного в Томской области // Экологические проблемы интродукции растений на современном этапе: Вопросы теории и практики. Матер. междунауч. конф. Краснодар: КГАУ, 1993. 4.2. С. 397-399. — 10. Симонов С.Н. Ранние зеленые корма. М.: Московский рабочий, 1960. — 11. Туркова Е.В. Морфогенез галеги восточной в связи с прокутивностью // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений. Матер. 4-й междунауч.-практ. конф. Ульяновск: УНИИСХ, 2002. Т. 1. С. 318-321.

Рецензент — д. б. н., проф., Коровкин О.А.

#### SUMMARY

Results of research into morphogenesis of vegetative organs of *Galega orientalis* Lam. are adduced in this article. Experimental research work was conducted for six years. Material on the first six years of this plant life — from germination to reaching vegetative phase is cited in the article. It's the first time *Galega orientalis* Lam. has been found to be a rhizome plant.