

УДК 633.37:581.15:581.543

И. М. МОРОЗОВА, Н. А. ЛАМАН

ВНУТРИВИДОВОЙ ПОЛИМОРФИЗМ ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ (GALEGA ORIENTALIS LAM.) ПО ФЕНОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ

Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск

(Поступила в редакцию 18.09.2003)

Галега восточная (*Galega orientalis Lam.*) является эндемиком Кавказа. Это многолетнее травянистое, стержнекорневое растение из семейства бобовых [6]. Галега восточная — перспективная кормовая культура для Беларуси, так как, обладая высокой морозоустойчивостью, продолжительным периодом пользования (10 и более лет), хорошими кормовыми достоинствами и универсальностью использования (на зеленый корм, силос, травяную муку и др.), характеризуется высокой и стабильной урожайностью зеленой массы, что очень актуально при дефиците кормового белка.

Известно, что ритмологическая поливариантность, которая проявляется в сдвигах фенологических состояний у особей в одной популяции, определяет у них разновременность развития листовой поверхности и наступления фазы цветения и служит стабилизирующим фактором для сохранения популяции при неблагоприятных экологических воздействиях [3].

В свою очередь, с хозяйственной точки зрения важна выравненность сортовой популяции по срокам наступления основных фенологических фаз и дружности созревания семян. В этом случае разнокачественность растений по фенологическим признакам в исходных образцах служат источником для создания сортов разной спелости. Наличие в хозяйстве сортов разных сроков цветения и созревания приводит к более рациональному использованию трудовых ресурсов и уменьшает напряжение при уборке урожая [4]. С учетом вышеизложенного представляется важным изучить образцы галеги восточной по темпам начала и окончания у отдельных особей весеннего отрастания, цветения и созревания семян.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования служили растения следующих образцов: образец 1 — семена получены из коллекции ВИР; образец 2 — семена получены из ПО «Российские семена» (г. Москва); образец 3 — семена получены из ЦБС НАН Беларуси; образец 4 — семена собраны у подножья горы Маленький Тхач (Республика Адыгея); образец 5 — семена получены из отдела дикой флоры Кавказа ГБС РАН (г. Москва). В качестве контроля использовали сорт Гале, который выведен учеными Эстонского НИИ земледелия и мелиорации и Всесоюзного института кормов имени В. Р. Вильямса. Районирован сорт Гале в СССР с 1987 г. Исследования проводили на протяжении 2001—2002 гг. В 2001 г. экспериментальная работа проводилась на 100 растениях. Зимой 2001—2002 гг. часть растений выпала. В этой связи в 2002 г. учеты проводили у образцов 1, 2 и сорта Гале на 100 растениях, у образца 3 — на 63 растениях, у образца 4 — на 48 растениях, у образца 5 — на 78 растениях. Фенологические наблюдения вели по методике И. Н. Бейдеман [1].

Результаты и их обсуждение. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о наличии полиморфизма среди растений галеги восточной по срокам весеннего отрастания, цветения и плодоношения. Фенологические формы в виде групп особей, объединенных генетически обусловленными близкими сроками начала и окончания фенологических фаз, получили название хронотипы [2].

Нами в каждом образце по срокам весеннего отрастания, цветения, плодоношения были выделены следующие хронотипы: очень ранние (ОР), ранние (Р), средние (С), поздние (П), очень поздние (ОП). Процентный состав хронотипов по указанным выше срокам в каждом образце различен (табл. 1—3). Из таблиц видно, что наименее представлены в популяциях ранние (ОР и ОП) хронотипы. Доля очень ранних хронотипов по срокам начала и окончания весеннего отрастания составила 6,0—14,3%, по срокам начала и окончания цветения —

6,0% — 12,6%, по срокам начала созревания семян — 6,0—12,7% и по срокам окончания созревания семян — 6,0—14,3%. Более половины растений в выборке приходится на хронотипы со средним значением фенологического признака. Так, в выборке растений галеги восточной хронотипы со средним сроком начала весеннего отрастания составили 41,7—73,0%, а по срокам окончания весеннего отрастания — 33,3—72,0%. Доля очень поздних хронотипов по срокам начала и окончания весеннего отрастания одинакова и колеблется от 5,0 до 20,8%, в том числе по срокам начала и окончания цветения — от 5 до 18,7%, по срокам начала плодоношения — от 5 до 18,7% и по срокам окончания плодоношения — от 5 до 20,8%. Сроки весеннего отрастания, цветения и созревания семян внутри выделенных хронотипов также различны, что в значительной мере повышает популяционную гетерогенность. Так, среди очень ранних по началу весеннего отрастания хронотипов галеги восточной отдельные растения зацветают очень рано, рано или в средние сроки. Такая же картина наблюдается и у других выделенных хронотипов. Различие в наступлении фенофаз среди отдельных особей выделенных хронотипов составляет 3—15 и более дней. Как упоминалось выше, в зиму 2001—2002 гг. часть растений образцов 3, 4 и 5 вымерзла. При этом оказалось, что поздние, очень поздние и некоторые средние хронотипы менее зимостойкие.

У сорта Гале характер распределения растений по хронотипам более равномерный, чем у исследованных образцов, т. е. меньше растянут период вегетации. Процентный состав хронотипов у сорта Гале по всем фазам развития практически одинаков, что говорит о меньшем полиморфизме сорта в сравнении с не прошедшими селекционный отбор образцами.

Т а б л и ц а 1. Соотношение хронотипов у образцов галеги восточной по срокам начала и окончания весеннего отрастания растений, %

Образец	Хронотип				
	ОР	Р	С	П	ОП
Образец 1	10,0	10,0	64,0	10,0	6,0
	9,0	9,0	66,0	9,0	7,0
Образец 2	10,0	12,0	58,0	11,0	9,0
	10,0	13,0	57,0	11,0	9,0
Образец 3	14,3	15,9	46,0	14,3	9,5
	14,3	14,3	47,6	14,3	9,5
Образец 4	6,3	10,4	41,7	20,8	20,8
	8,4	14,6	33,3	22,9	20,8
Образец 5	11,5	12,8	51,4	12,8	11,5
	12,8	14,1	47,5	12,8	12,8
Сорт Гале	6,0	9,0	73,0	7,0	5,0
	6,0	9,0	72,0	8,0	5,0

П р и м е ч а н и е. В числителе — процент хронотипов по срокам начала весеннего отрастания, в знаменателе — по срокам окончания весеннего отрастания.

Т а б л и ц а 2. Соотношение хронотипов у образцов галеги восточной по срокам начала и окончания цветения растений, %

Образец	Хронотип				
	ОР	Р	С	П	ОП
Образец 1	10,0	11,0	63,0	10,0	6,0
	9,0	10,0	65,0	9,0	7,0
Образец 2	9,0	13,0	58,0	10,0	10,0
	9,0	12,0	59,0	10,0	10,0
Образец 3	12,6	15,9	49,2	14,3	8,0
	12,6	17,6	47,6	12,7	9,5
Образец 4	6,3	10,4	41,7	22,9	18,7
	6,3	10,4	43,8	20,8	18,7
Образец 5	11,5	12,8	51,4	14,1	10,2
	10,2	14,1	51,4	14,1	10,2
Сорт Гале	6,0	10,0	71,0	8,0	5,0
	7,0	11,0	69,0	8,0	5,0

П р и м е ч а н и е. В числителе — процент хронотипов по срокам начала цветения, в знаменателе — по срокам окончания цветения.

Т а б л и ц а 3. Соотношение хронотипов у образцов галеги восточной по срокам начала и окончания плодоношения у растений, %

Образец	Хронотип				
	ОР	Р	С	П	ОП
Образец 1	9,0	11,0	64,0	9,0	7,0
	9,0	11,0	64,0	10,0	7,0
Образец 2	10,0	14,0	56,0	11,0	9,0
	9,0	15,0	55,0	12,0	9,0
Образец 3	12,7	15,9	47,6	14,3	9,5
	14,3	14,3	46,0	15,9	9,5
Образец 4	6,3	10,4	41,7	22,9	18,7
	6,3	12,5	39,6	20,8	20,8
Образец 5	11,5	12,8	51,4	14,1	10,2
	10,2	14,1	51,4	12,8	11,5
Сорт Гале	6,0	10,0	71,0	8,0	5,0
	6,0	11,0	70,0	8,0	5,0

Пр и м е ч а н и е. В числителе — процент хронотипов по срокам начала плодоношения, в знаменателе — по срокам окончания плодоношения.

Известно, что фенологические прогнозы имеют важное значение для практики растениеводства. При их составлении учитывается состояние среды обитания и последовательность прохождения фаз развития у растений. Активный рост большинства растений начинается при среднесуточных температурах выше $+5^{\circ}\text{C}$. Наступление фенологических фаз цветения и вегетации определяется у растений количеством теплых дней, скоростью нарастания положительной температуры и продолжительностью весны. Процесс развития зависит также от предшествующих условий осенне-зимнего периода. Требования растений к окружающей среде не одинаковы в разные периоды вегетации, поэтому, для того чтобы дать оценку ожидаемых условий влагообеспеченности или в целом формирования урожая, необходимо знать даты наступления основных фаз развития [5].

Для определения сроков наступления, продолжительности основных фаз развития сельскохозяйственных культур в настоящее время наиболее широко используется термальное время — сумма активных или сумма эффективных среднесуточных температур [5]. Нами проведен подсчет сумм активных и эффективных температур, необходимых для прохождения основных фенофаз для каждого хронотипа галеги восточной.

Выявлено, что каждый хронотип требует определенной температурной обеспеченности. Средние значения сумм активных и эффективных температур при прохождении фенофаз приводятся в табл. 4. Из них видно, что для наступления определенной фазы развития каждый хронотип требует определенной суммы активных и эффективных температур.

При *весеннем отрастании* раньше других первые листья и побеги появляются у очень ранних и ранних хронотипов галеги восточной при сумме активных температур $67,3 \pm 0,9$ и $95,0 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$ соответственно. Для средних хронотипов необходима большая сумма активных и эффективных температур ($137,6 \pm 1,6$ и $47,6 \pm 1,6^{\circ}\text{C}$), а у поздних и очень поздних растений данная фаза протекает при наибольших значениях сумм активных температур — $166,5 \pm 1,7$ и $155,8 \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ соответственно. Продолжительность данной фазы вегетации у хронотипов галеги восточной составляет: у ОР и Р — 14, у С, П и ОП — 15 дней.

Стеблевание. Данная фенофаза характеризуется активным ростом побегов (стеблей) с листьями. Первые стебли отмечены у очень ранних и ранних хронотипов при суммах активных температур $197,5 \pm 1,6$ и $230,0 \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ соответственно. Для прохождения данной фазы у растений среднего хронотипа необходимо $288,5 \pm 1,8^{\circ}\text{C}$ активных и $128,5 \pm 1,8^{\circ}\text{C}$ эффективных температур, а для очень поздних и поздних растений — $334,5 \pm 2,1$ и $363,3 \pm 2,3^{\circ}\text{C}$ активных температур. Продолжительность фазы стеблевания в днях у хронотипов следующая: у ОР — 20, у Р — 18, у С — 20, у П — 18 и ОП — 20.

Бутонизация начинается у галеги восточной в третьей декаде мая. Эта фенофаза характеризуется переходом от относительного покоя зачатков генеративных органов к их активному росту. В это время проявляется способность растений цвести и плодоносить, нарастает их вегетативная масса. Первые бутоны появляются у очень ранних и ранних хронотипов галеги восточной при суммах активных температур $452,3 \pm 2,7$ и $477,3 \pm 2,7^{\circ}\text{C}$ соответственно. Для

прохождения фазы бутонизации для среднего хроно типа необходимо $535,5 \pm 2,7$ °С активных температур. Продолжительность фазы бутонизации в днях у хроно типов следующая: у ОР, Р — 13, у С — 10, у П и ОП — 11.

Цветение характеризуется раскрытием цветочных почек. Цветки галеги восточной многочисленные, собранные в соцветие в виде кисти. Кисти располагаются в пазухах листьев на длинных цветоносах. На одном соцветии формируется до 20 цветков. В 2002 г. растения галеги восточной вступили в фазу цветения в конце третьей декады мая и в первой декаде июня. Для галеги восточной характерны ранние сроки цветения. Время, необходимое для достижения растениями фазы цветения, зависело от суммы активных температур. Наименьшая сумма активных температур требуется для очень ранних и ранних хроно типов — $598,5 \pm 2,8$ и $628,5 \pm 2,9$ °С соответственно, а для среднего хроно типа — $673,8 \pm 3,0$ °С, для позднего и очень позднего — $717,8 \pm 3,1$ и $752,5 \pm 3,2$ °С. Продолжительность фазы цветения у хроно типов составляет: у ОР, Р и С — 28 дней, у П и ОП — 29 дней.

Таблица 4. Суммы активных и эффективных температур, необходимые для наступления очередных фенофаз галеги восточной

Фенофаза	Хроно тип	Время протекания фенофазы						Продолжительность фенофазы, дни
		Начало			Конец			
		Сумма			Сумма			
		Дата, год	Активных t, °С	Эффективных t, °С	Дата, год	Активных t, °С	Эффективных t, °С	
Весеннее отращивание	ОР	11.04.2002	67,3 ± 0,9	17,3 ± 0,9	25.04.2002	197,5 ± 1,6	77,5 ± 1,6	14
	Р	14.04.2002	95,0 ± 1,4	30,0 ± 1,4	28.04.2002	230,0 ± 1,7	95,0 ± 1,7	14
	С	19.04.2002	137,6 ± 1,6	47,6 ± 1,6	03.05.2002	288,5 ± 1,8	128,5 ± 1,8	15
	П	22.04.2002	166,5 ± 1,7	61,5 ± 1,7	06.05.2002	334,5 ± 2,1	159,5 ± 2,1	15
	ОП	24.04.2002	185,8 ± 1,7	70,8 ± 1,7	08.05.2002	363,3 ± 2,3	178,3 ± 2,3	15
Стеблевание	ОР	25.04.2002	197,5 ± 1,6	77,5 ± 1,6	14.05.2002	452,3 ± 2,7	237,3 ± 2,7	20
	Р	28.04.2002	230,0 ± 1,7	95,0 ± 1,7	16.05.2002	477,3 ± 2,7	252,3 ± 2,7	18
	С	03.05.2002	288,5 ± 1,8	128,5 ± 1,8	22.05.2002	535,5 ± 2,7	280,5 ± 2,7	20
	П	06.05.2002	334,5 ± 2,1	159,5 ± 2,1	24.05.2002	568,0 ± 2,8	303,0 ± 2,8	18
	ОП	08.05.2002	363,3 ± 2,3	178,3 ± 2,3	27.05.2002	611,8 ± 2,8	331,8 ± 2,8	20
Бутонизация	ОР	14.05.2002	452,3 ± 2,7	237,3 ± 2,7	26.05.2002	598,5 ± 2,8	323,5 ± 2,8	13
	Р	16.05.2002	477,3 ± 2,7	252,3 ± 2,7	28.05.2002	628,5 ± 2,9	323,5 ± 2,9	13
	С	22.05.2002	535,5 ± 2,7	280,5 ± 2,7	31.05.2002	673,8 ± 3,0	373,8 ± 3,0	10
	П	24.05.2002	568,0 ± 2,8	303,0 ± 2,8	03.06.2002	717,8 ± 3,1	402,8 ± 3,1	11
	ОП	27.05.2002	611,8 ± 2,8	331,8 ± 2,8	05.06.2002	752,5 ± 3,2	427,0 ± 3,2	11
Цветение	ОР	26.05.2002	598,5 ± 2,8	323,5 ± 2,8	22.06.2002	1040,3 ± 3,4	630,0 ± 3,4	28
	Р	28.05.2002	628,5 ± 2,9	323,5 ± 2,9	24.06.2002	1079,0 ± 3,4	659,0 ± 3,4	28
	С	31.05.2002	673,8 ± 3,0	373,8 ± 3,0	27.06.2002	1128,5 ± 3,4	693,5 ± 3,4	28
	П	03.06.2002	717,8 ± 3,1	402,8 ± 3,1	01.07.2002	1199,0 ± 3,4	744,0 ± 3,4	29
	ОП	05.06.2002	752,5 ± 3,2	427,0 ± 3,2	03.07.2002	1238,0 ± 3,5	773,8 ± 3,5	29
Созревание	ОР	22.06.2002	1040,3 ± 3,4	630,0 ± 3,4	16.07.2002	1543,3 ± 4,1	1008,3 ± 4,1	24
	Р	24.06.2002	1079,0 ± 3,4	659,0 ± 3,4	19.07.2002	1566,3 ± 4,1	1026,3 ± 4,1	27
	С	27.06.2002	1128,5 ± 3,4	693,5 ± 3,4	24.07.2002	1652,5 ± 4,1	1092,5 ± 4,1	28
	П	01.07.2002	1199,0 ± 3,4	744,0 ± 3,4	29.07.2002	1746,3 ± 4,1	1161,3 ± 4,2	29
	ОП	03.07.2002	1238,0 ± 3,5	773,8 ± 3,5	31.07.2002	1764,3 ± 4,1	1174,3 ± 4,1	29
Окончание вегетации	ОР	15.08.2002	2146,5 ± 4,3	1466,5 ± 4,3	03.10.2002	2758,9 ± 5,6	1848,9 ± 5,6	50
	Р	18.08.2002	2201,3 ± 4,3	1506,3 ± 4,3	08.10.2002	2758,9 ± 5,6	1848,9 ± 5,6	52
	С	20.08.2002	2239,0 ± 4,3	1534,0 ± 4,3	13.10.2002	2758,9 ± 5,6	1848,9 ± 5,6	55
	П	23.08.2002	2292,3 ± 4,3	1572,3 ± 4,3	16.10.2002	2758,9 ± 5,6	1848,9 ± 5,6	56
	ОП	25.08.2002	2363,3 ± 4,3	1623,3 ± 4,3	19.10.2002	2768,5 ± 5,6	1849,5 ± 5,6	56

Созревание. При созревании семян галеги восточной выделяют фазы молочной, восковой и полной спелости. Основными показателями при определении фазы спелости является окраска и плотность плодов и семян, а также консистенция семян. Фаза созревания семян у ОР, Р, С хроно типов наступила в 2002 г. в третьей декаде июня, а у П и ОП — в первой декаде июля. Нами отмечено, что для прохождения фазы созревания ОР хроно типам необхо-

димо — $1040,3 \pm 3,4$ °С, Р — $1079,0 \pm 3,4$, С — $1128,5 \pm 3,4$, П — $1199,0 \pm 3,4$, ОП — $1238,0 \pm 3,5$ °С активных температур. Продолжительность данной фазы у хронотипов следующая: у ОР — 24, у Р — 27, у С — 28, у П и ОП — 29 дней.

Фаза *окончания вегетации* связана с отмиранием ассимиляционного аппарата. Окончание вегетации у галеги восточной сопровождается изменением окраски листьев, а также их усыханием. Полностью фитомасса засыхает на корню в первой декаде октября. Это основные показатели завершения вегетационного цикла растениями. У всех рассматриваемых нами хронотипов галеги восточной вегетационный период завершается практически при одинаковых значениях сумм активных температур. Так, у ОР, Р, С и П хронотипов вегетационный период завершается при сумме активных температур $2758,9 \pm 5,6$ °С, у ОП — при $2768,5 \pm 5,6$ °С. Продолжительность данной фазы у хронотипов составляет: у ОР — 50 и Р — 52, у С — 55, у П и ОП — 56 дней.

Таким образом, образцы галеги восточной являются гетерогенной системой по ряду фенологических признаков. Гетерогенность увеличивает способность растений к адаптации в новых условиях, значительно повышает жизнеспособность и в качестве основного механизма определяет возможность существования особей в изменяющихся условиях среды, а также дает основу для отбора хозяйственно полезных хронотипов, позволяет вести интродукцию и селекцию растений на научной основе.

Литература

1. Бейдемман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск, 1974.
2. Баранчугов Е. Г. // Лесоведение. 1983. № 5. С. 60—65.
3. Заугольнова Л. Б., Жукова Л. А., Комаров А. С., Смирнова О. В. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М., 1988. С. 31.
4. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М., 1972. С. 90—92.
5. Харин Н. Г., Кирильцева А. А., Грингоф И. Г. Сезонные явления природы: Методы фенологических наблюдений. СПб., 1993. С. 42—43.
6. Харкевич С. С. Полезные растения природной флоры Кавказа и их интродукция на Украине. Киев, 1966. С. 193.

MOROZOVA I. M., LAMAN N. A.

INTRASPECIFIC POLYMORPHISM OF GALEGA ORIENTALIS LAM. WITH RESPECT TO PHENOLOGICAL CHARACTERISTICS

Summary

Galega orientalis Lam. polymorphism was investigated with respect to phenological characteristics. The paper defined the following chronotypes of *Galega orientalis*: the earliest, early, medium, late and the latest. The totals of active and effective early average temperatures, which were vital for phenophase changing, were obtained for each chronotype.