

УДК 581.15:633.37:631.53.01

И. М. МОРОЗОВА, Н. А. ЛАМАН

**ВНУТРИВИДОВОЙ ПОЛИМОРФИЗМ ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ
(GALEGA ORIENTALIS LAM.) ПО СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ**

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

(Поступила в редакцию 26.08.2004)

Введение. Галега восточная (*Galega orientalis Lam.*) — новая перспективная высокобелковая кормовая культура [1, 2]. В сравнении с клевером и люцерной обладает повышенной зимостойкостью, высокой облиственностью, белковостью и урожайностью биомассы. Галега восточная — перекрестноопыляемая культура, у которой отмечена значительная изменчивость по ряду морфологических, морфофизиологических, фенологических и биохимических признаков [3–5].

Известно, что внутри- и межпопуляционная изменчивость вида связана с полиморфизмом — наличием в группе особей нескольких вариантов признака — «морф». Согласно существующим представлениям [6, 7], эти варианты являются морфотипами. Полиморфизм — приспособительный признак вида, проявляющийся в способности к изменчивости в зависимости от среды обитания.

Изучение процессов, связанных с семенным размножением и, конечно, с семенной продуктивностью, важно как в теоретическом, так и практическом отношении. Особое значение эти исследования имеют для ботанического ресурсоведения. С семенным возобновлением связан ряд важных вопросов, имеющих решающее значение для работ по гибридизации, акклиматизации, интродукции и рациональному использованию представителей флоры семенных растений [8].

Изучение семенного размножения растений необходимо и для раскрытия законов функционирования популяций. Количественные и качественные характеристики репродуктивной способности растений в конкретных экологических условиях являются основой для изучения исходного селекционного материала.

С учетом вышеизложенного представляется важным исследование внутривидовой изменчивости по семенной продуктивности эндемика Кавказа — галеги восточной, что позволяет не только оценить состояние популяций, но и вести направленный отбор наиболее ценных генотипов.

Объекты и методы исследования. Материалом для исследований были 6 образцов галеги восточной: образец 1 — частично окультуренный, из коллекции ВИР; образец 2 — из ПО «Российские семена» (г. Москва); образец 3 — частично окультуренный в условиях ЦБС НАН Беларуси; образец 4 — семена собраны у подножья горы Маленький Тхач (Республика Адыгея); образец 5 — из отдела дикой флоры Кавказа ГБС РАН (г. Москва) и сорт Гале.

Для изучения морфологических параметров, а также семенной продуктивности отбирали растения в конце периода вегетации на протяжении 2001–2003 гг. исследования. Учитывали 25 параметров (высоту и диаметр стебля, ширину и длину листовой пластинки, длину и ширину 4-го сложного листа, длину его черешка, длину и ширину соцветия, плода, массу всего растения, семян, массу 4-го сложного листа, количество, а также длину и ширину листочков в 4-м сложном листе, наличие антоциановой окраски листьев и побегов и др.), отражающих внутри- и межпопуляционные морфологические особенности вида.

Растения галеги восточной в первый год жизни не образуют семян, поэтому потенциальную и реальную семенную продуктивность оценивали на 2-м и 3-м году жизни [9]. Потенциальная семенная продуктивность (ПСП) — число семян на один побег; реальная семенная продуктивность (РСП) — число спелых неповрежденных семян на побеге. Изучали так-

же процент семинификации (ПС) — отношение РСП к ПСП [8, 11]. Для анализа полиморфизма галеги восточной проводили кластерный анализ 600 растений по 100 побегов каждого образца по вышеперечисленным морфологическим признакам за три года исследований одновременно. Статистическую обработку данных осуществляли сначала при помощи компьютерной программы ESPSS, а затем — Excel.

Результаты и их обсуждение. При проведении кластерного анализа установлено, что при сравнении всех кластеров они значительно статистически различаются между собой по такому признаку, как высота растения ($P \leq 0,05$) (рис. 1); нет достоверных различий по данному признаку между 3-м и 4-м кластерами в первый год жизни, где $P = 0,54$; в 4-й кластер вошли растения, которые вымерзли в первую зиму. Полученные нами четыре кластера позволяют рассматривать эти четыре группы растений как четыре морфотипа галеги восточной. Так, высота побега у морфотипа первого года жизни составила от $32,0 \pm 0,7$ см (морфотип 4) до $54,8 \pm 0,56$ см (морфотип 1). На 2-й год жизни высота побегов морфотипов галеги восточной варьировала от $55,5 \pm 1,5$ см (морфотип 3) до $96,2 \pm 0,7$ см (морфотип 1), а в 3-й год — от $67,3 \pm 1,2$ см (морфотип 3) до $111,4 \pm 0,9$ см (морфотип 1) при $P \leq 0,05$. Как отмечалось выше, растения 4-го морфотипа не перезимовали, поэтому во 2-й и 3-й годы жизни галеги восточной исследования проводили с 3 выделенными морфотипами, которым присвоены следующие названия: среднерослый, высокорослый, низкорослый, низкорослый незимостойкий.

Сырая биомасса растений — важный показатель кормовой культуры. Результаты кластерного анализа показали, что высокорослый и среднерослый морфотипы отличаются высокими показателями по сырой биомассе. Так, в 2001 г. сырая биомасса побега высокорослого морфотипа составила $15,5 \pm 0,48$, среднерослого — $15,3 \pm 0,73$ г при $P = 0,65$ (рис. 2). Статистически значимыми оказались отличия низкорослого морфотипа от высокорослого и среднерослого при $P \leq 0,05$. Сырая биомасса низкорослого морфотипа составила $13,4 \pm 0,62$ г. Разница между низкорослыми морфотипами в первый год жизни статистически недостоверна ($P = 0,93$). Не установлено достоверных статистических различий между среднерослым и высокорослым морфотипами в 2002 и 2003 гг., биомасса которых составила соответственно $18,2 \pm 1,43$, $19,8 \pm 0,68$ и $22,1 \pm 1,93$, $24,0 \pm 0,93$ г. Низкорослый морфотип достоверно отличался по данному показателю от всех остальных морфотипов при $P < 0,001$, сырая биомасса которого составила в 2002 и 2003 гг. — $14,7 \pm 0,74$ и $16,5 \pm 0,81$ г. Поэтому среднерослый и высокорослый морфотипы можно рекомендовать в качестве исходного материала для селекции.

В онтогенезе растение должно последовательно пройти два этапа развития. Вегетативный, чтобы обеспечить нормальный уровень фотосинтеза и накопить биомассу, и генеративный, в течение которого формируются органы размножения, семена [10].

В этой связи большой интерес представляет изучение потенциальных возможностей по семенной продуктивности выделенных на основе кластерного анализа морфотипов галеги восточной. Семенную продуктивность растений во многом определяют такие процессы, как опадение бобов и абортивность семян.

Как показывают наши данные, высокорослый морфотип, в отличие от среднерослого и низкорослого, характеризовался самой низкой ПСП и РСП. Так, ПСП и РСП в 2002 г. у высокорослого морфотипа составила соответственно $133,2 \pm 3,6$ и $104,3 \pm 4,91$ шт., в 2003 г. — $175,3 \pm 5,3$ и $148,3 \pm 3,5$ шт. (рис. 3). Самые высокие показатели ПСП и РСП отмечены у среднерослого морфотипа. Они составили в 2002 г.

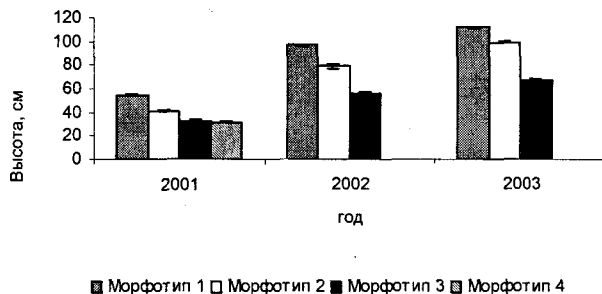


Рис. 1. Высота морфотипов галеги восточной



Рис. 2. Характеристика морфотипов галеги восточной по сырой биомассе побегов

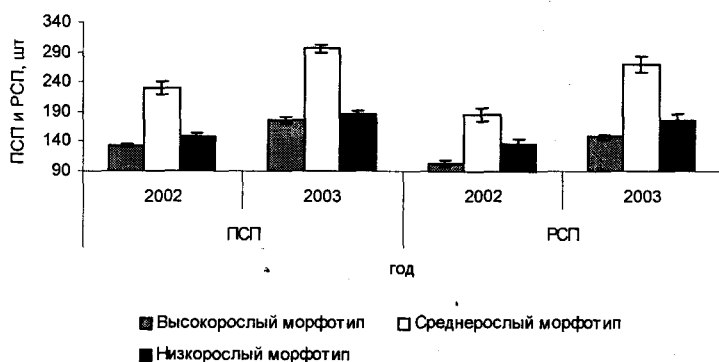


Рис. 3. Показатели ПСП и РСП морфотипов галеги восточной



Рис. 4. ПС морфотипов галеги восточной

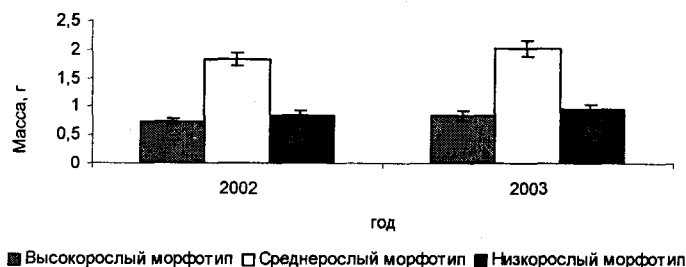


Рис. 5. Масса семян с одного побега у морфотипов галеги восточной

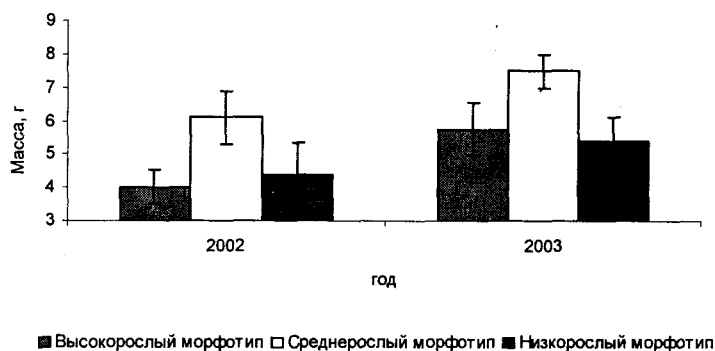


Рис. 6. Масса 1000 семян у морфотипов галеги восточной

соответственно $230,6 \pm 10,3$ и $185,1 \pm 11,03$, а в 2003 г. — $296,3 \pm 6,3$ и $269,3 \pm 13,78$ шт.

Опадение бобов и абортивность семян — биологические процессы, сильно зависящие от условий внешней среды. Новая среда, температурный и световой режимы, продолжительность вегетационного периода оказывают большое влияние на ход генеративного развития и заметно сказываются на процессах формирования семян у интродуцентов. Наибольшее влияние на них оказывают влажность и температура в период оплодотворения, а также недостаток питательных веществ [11]. Анализ образцов по их способности сохранять завязавшиеся семена выявил значительные различия по этому признаку. ПС у высокорослого морфотипа составил в 2002 и 2003 гг. соответственно 78,3 и 84,6% (рис. 4). У среднерослого морфотипа он оказался выше, чем у высокорослого, и составил в годы исследований соответственно 80,3 и 90,9%. Наиболее высокий ПС отмечен у низкорослого морфотипа — 91,1 и 94,5%. Как видно из рис. 3 и 4, высокорослый морфотип имеет низкие ПСП, РСП и ПС, среднерослый морфотип — высокие ПСП и РСП, но средний ПС, низкорослый морфотип отличается средними значениями ПСП и РСП, но высоким ПС.

Таким образом, большие различия ПС у морфотипов свидетельствуют о том, что потенциальные возможности растения по формированию семян реализуются не полностью.

Масса семян с одного побега — важный показатель, который характеризует семенную продуктивность кормовой культуры. В наших исследованиях масса семян у морфотипов составила в 2002 г. от 0,7 у высокорослого до 1,8 г семян на один побег у среднерослого морфотипа (рис. 5). В 2003 г. — от 0,9 г у

высокорослого морфотипа до 2,0 г у среднерослого морфотипа. Из рис. 5 видно, что масса семян с одного побега у среднерослого морфотипа приблизительно в 2—2,5 раза больше по сравнению с высокорослым и среднерослым морфотипами. Таким образом, и по данному показателю наиболее перспективный для селекции — среднерослый морфотип.

Возможность семенного размножения растений зависит от качества семян, одним из показателей которого является масса 1000 семян. Изучение данного показателя у выделенных морфотипов галеги восточной по годам исследований показало, что масса 1000 семян колеблется от 4,0 (высокорослый морфотип) до 7,5 г (среднерослый морфотип) (рис. 6). Самый

большой показатель МТС отмечен по годам исследований у среднерослого морфотипа. Следует отметить, что по данному показателю все морфотипы статистически достоверно отличаются между собой. Показано также, что МТС по годам исследований изменяется в меньшей мере, чем между морфотипами.

При изучении полиморфизма важно знать частоту встречаемости каждого морфотипа. Нами отмечено, что частота встречаемости выделенных по высоте морфотипов галеги восточной в различных образцах не одинакова (таблица). Преобладающим морфотипом является высокорослый. Так, его доля составляет от 23% (у 5-го образца) до 83% (у 2-го образца). Следует отметить, что в 4-м образце нет растений высокорослого и среднерослого морфотипов. Общий объем кластера высокорослого морфотипа составил 266 растений. Частота встречаемости растений среднерослого морфотипа меньше, чем высокорослого морфотипа, и у 1-го образца составила 26%, у 2-го образца — 10%. В состав данного кластера не вошло ни одного растения из 4-го образца, а общий его объем составил 94 растения.

Частота встречаемости низкорослого морфотипа следующая: от 2% (у сорта Гале) до 49% (у 4-го образца). Общий объем данного кластера — 130 растений. В 4-й кластер вошли те растения, которые погибли в первую зиму. У 5-го образца погибших растений — 22, а у 4-го образца — 51 растение. В этом кластере основное количество составляют растения 4-го образца. Полностью перезимовали растения 1-го и 2-го образцов и сорта Гале. Общий объем 4-го кластера — 110 растений.

Частота встречаемости морфотипов в образцах галеги восточной

Образец	Морфотип			
	высокорослый	среднерослый	низкорослый	низкорослый незимостойкий
1	57	26	17	0
2	83	10	7	0
3	23	18	22	37
4	0	0	49	51
5	30	15	33	22
Сорт Гале	73	25	2	0

Заключение. На основании полученных данных можно сделать следующие выводы: вид галеги восточная (*Galega orientalis Lam.*) представляет в культуре сложную систему морфотипов, различающуюся по морфологическим, хозяйственно ценным признакам. Это дает возможность заключить, что вид устойчив к разного рода внешним воздействиям. На основе кластерного анализа образцов галеги восточной выделены четыре морфотипа: высокорослый, среднерослый, низкорослый, низкорослый незимостойкий. Наиболее часто встречаемыми являются растения высокорослого и среднерослого морфотипов. Среднерослый морфотип характеризуется наибольшей семенной продуктивностью. Высокой продуктивностью по зеленой массе характеризуются высокорослый и среднерослый морфотипы. На основании проведенного анализа среднерослые морфотипы отнесены к перспективным в селекции на семенную продуктивность, а высокорослый и среднерослый — в отборе на высокую биологическую продуктивность.

Литература

1. Вавилов П. П., Райг Х. А. Возделывание и использование козлятника восточного. Л., 1982.
2. Кшникаткина А. Н. Козлятник восточный. Пенза, 2001.
3. Райг Х., Метлицкая Е. // Эколого-популяционный анализ кормовых растений естественной флоры, интродукция и использование: Тез. докл. 7-го Всесоюз. симпозиума по новым кормовым растениям. Сыктывкар, 1990. С. 159—160.
4. Стрельцина С. А., Жукова М. А., Чачко Е. В. и др. // С.-х. биология. 2001. № 5. С. 37—46.
5. Морозова И. М., Ламан Н. А. // Весні НАН Беларусі. Сер. біял. навук. 2004. № 2. С. 5—9.
6. Словарь ботанических терминов / Под ред. И. А. Дудки. Киев, 1984. С. 306.
7. Животовский Л. А. // Фенетика популяций. М., 1982. С. 38—44.
8. Вайнагий И. В. // Бот. журн. 1974. Т. 59, № 6. С. 826—831.
9. Морозова И. М., Ламан Н. А. // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: Материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф. Т. 1. Ульяновск, 2002. С. 40—45.
10. Палилова А. Н. Генетика и урожай. Мн., 1990.
11. Левин Р. С. Репродуктивная биология семенных растений (общий обзор). М., 1981.

MOROZOVA I. M., LAMAN N. A.

INTRASPECIFIC SEED PRODUCTION POLYMORPHISM OF GALEGA ORIENTALIS LAM.

Summary

Seed production polymorphism of *Galega orientalis Lam.* was investigated. Different phenotypes of *Galega orientalis* were identified. Potential and real seed productivities, ratio of real to potential productivity, and weight of seeds from one shoot, weight of 1000 seeds of different phenotypes were studied. It was shown, medium height phenotype had maximal seed productivity.