

ЗИМНИЦКАЯ С. А.

Уральский государственный университет

Россия, 620083, Екатеринбург, пр. Ленина, 51, e-mail: zimm@list.ru

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ РАЗМНОЖЕНИЯ ТРЕХ ВИДОВ СОЛОДОК В ЗОНЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ НА УРАЛЕ

Виды рода *Glycyrrhiza* L.— ценнейшие ресурсные растения. Получаемое сырье — солодковый корень — одно из древнейших лекарственных средств. Большая ценность солодкового корня заключается в самом разнообразном его применении. Трудно найти объект среди лекарственно — технического сырья, который бы использовался так широко.

Произрастающие на Урале виды — это *Glycyrrhiza glabra* L.— солодка голая, *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. — солодка уральская и *Glycyrrhiza korshinskyi* G. Grig — солодка Коржинского. Все три вида имеют обширные ареалы.

Солодка голая — средиземноморский вид, восточная граница ареала которого доходит до Ирана и Афганистана. Ареал солодки охватывает почти все подходящие местообитания в бассейнах Дона, Волги, Урала, Кубани, Терека и Куры. В Средней Азии и Казахстане ареал вида приобретает сложные очертания, т.к. его участки узкими полосками тянутся вдоль долин крупных рек.

Солодка уральская — туранско — центральноазиатский вид с довольно компактным ареалом, занимающим территорию от р. Уила и верховьев р. Урала на западе до границы с Монголией и северо-западными районами Китая — на востоке и юго-востоке. Основная часть ареала солодки уральской занимает Казахский мелкосопочник, южные районы Западной Сибири, горные долины Памира, Тянь-Шаня, основные степи верхнего Енисея.

Солодка Коржинского является эндемом междуречья Волги, Урала, Тобола, Ишима, Сарысу. Ареал солодки Коржинского северо — туранский. Он почти полностью накладывается на северный участок ареала солодки голой и на северо-западный участок солодки уральской (Мусаев, 1976).

На Урале происходит наложение ареалов всех трех видов. В пределах региона создаются условия для контактов популяций, совместного произрастания, формирования гибридных форм и их длительного сохранения. Ранее высказывались предположения о существовании здесь зон интрогрессивной гибридной. Однако анализ генетической структуры популяций показал наличие на Урале не только смешанных популяций, но и популяций-клонов (Беляев, Вержбицкий, 2003; Беляев, Васфилова, 2004). Исследование репродуктивной системы трех видов показало возможность межвидовой гибридной (Зимницкая, 2009), однако не был оценен уровень эффективности гибридной, также не был дан ответ на вопрос о механизмах самоподдержания популяций-клонов.

С целью выявления механизмов воспроизводства популяций солодки в условиях гибридной на Урале было предпринято данное исследование.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:
— проанализировать фенологию цветения трех видов солодки на Урале;
— дать количественную оценку эффективности межвидовой гибридизации;

— провести детальный микроскопический анализ системы опыления.
Исследование проводилось в 2003–2007 годах. Материал для исследования — растения и цветки трех видов солодки из коллекций Ботанического сада УрО РАН, Ботанического сада Уральского университета и из южно-уральских популяций. Исследование цветения проводилось по методике А.Н. Пономарёва (1960).

После наступления периода массового цветения проводилось переопыление по следующей схеме:

солодка Коржинского (донор пыльцы) × солодка уральская;
солодка уральская (донор пыльцы) × солодка Коржинского;
солодка Коржинского (донор пыльцы) × солодка голая;
солодка голая (донор пыльцы) × солодка Коржинского.

Анализ жизнеспособности гибридных семян и семян, полученных после свободного опыления, проводился по общепринятой методике, после скорификации.

Микроскопический анализ цветков проводился методами световой и люминесцентной микроскопии. Математическая обработка данных проведена с помощью пакета прикладных программ Excel и Statistica 6.0.

Возможность искусственной межвидовой гибридизации солодки была известна ранее, например, было показано, что успех гибридизации зависит от того, какой вид берется в качестве материнской формы. Для решения вопроса о возможности естественной межвидовой гибридизации в пределах Урала были проведены фенологические наблюдения. Было показано, что сроки вегетации трех видов не вполне совпадают, особенно явно различаются они в отношении солодки голой, которая отличается более поздним входжением в генеративную фазу и несколько более растянутым цветением. В таблице 1 приведены наиболее ранние и поздние сроки цветения трех видов в 2003–2004 гг. Очевидно, что во все годы наблюдений имело место наложение периодов цветения трех видов. Это обстоятельство подтверждает возможность свободного переопыления между видами солодки в зонах совместного произрастания (табл. 1).

Виды рода солодка являются облигатными перекрёстниками-энтомофилами. Тип опыления определяется механизмами спорофитной несовместимости. Микроскопическое исследование бутонов и нераскрывшихся цветков видов солодки показало отсутствие каких-либо признаков автогамии. Нет прорастания пыльцевых зёрен в пыльниках и прорастания пыльцевых трубок сквозь стенки пыльника, как у некоторых других энтомофильных видов бобовых. Взаимное расположение тычинок и пестика, пыльников и рыльца исключает случайное попадание пыльцы на воспринимающую поверхность рыльца. Обязательным условием опыления является триппинг цветка для

Таблица 1

Сроки наступления фаз цветения у трех видов солодки

Фазы цветения	Ранние сроки	Поздние сроки
солодка Коржинского		
Начало цветения	05.07.2004	07.07.2003
Начало массового цветения	07.07.2004	10.07.2003
Окончание массового цветения	12.07.2004	13.07.2003
Окончание цветения	05.08.2004	11.08.2003
солодка голая		
Начало цветения	08.07.2004	23.07.2003
Начало массового цветения	14.07.2004	25.07.2003
Окончание массового цветения	17.07.2004	28.07.2003
Окончание цветения	10.08.2004	13.08.2003
солодка уральская		
Начало цветения	05.07.2004	07.07.2003
Начало массового цветения	07.07.2004	10.07.2003
Конец массового цветения	12.07.2004	12.07.2003
Окончание цветения	05.08.2004	05.08.2003

вскрытия поверхностной пелликулы рыльца и освобождения рыльцевого экссудата. При свободном опылении эту функцию выполняют насекомые, а в эксперименте при искусственном межвидовом опылении проводился механический триппинг цветков. В ходе эксперимента, кроме того, были проведены серии искусственного самоопыления в пределах цветка, соцветия, растения.

Реакция самонесовместимости проявляется в рыльце, столбике или в завязи. Она выражается в том, что не прорастают пыльцевые зерна, рост пыльцевых трубок блокируется с образованием каллозных пробок на рыльце, в столбике, в завязи, или же пыльцевая трубка многократно изменяет направление роста. Однако в единичных случаях происходит преодоление барьеров несовместимости и самоопыление завершается оплодотворением. В среднем, 3–3,5% случаев самоопыления заканчиваются завязыванием семян, из которых около 20% являются жизнеспособными.

Таким образом, несмотря на отсутствие возможности автогамии в пределах цветка, гейтеногамное переопыление, при котором происходит триппинг цветков, дает возможность для формирования небольшого количества жизнеспособных автогамных семян, и образования банка семян для поддержания клоновых популяций.

В результате межвидового переопыления видов также происходит завязывание семян, которые отличаются по качественным характеристикам: цвет, форма и размер.

Таблица 2

Характеристика разнокачественности семян трех видов солодки (2003 г.)

Тип опыления	Встречаемость разнокачественных семян, %			
	зеленые крупные	коричневые мелкие	зеленые мелкие	коричневые крупные
солодка Коржинского, свободное опыление	64,60	35,40	—	—
солодка уральская, свободное опыление	64,70	23,60	—	11,70
солодка голая, свободное опыление	—	9,30	90,70	—
с. голая х с. Коржинского (донор пыльцы)	—	100	—	—
с. голая (донор пыльцы) х с. Коржинского	—	12,50	87,50	—
с. Коржинского х с. уральская (донор пыльцы)	61	39	—	—
с. Коржинского (донор пыльцы) х с. уральская	25	75	—	—

При проверке было показано, что жизнеспособными являются крупные выполненные семена зеленого и, в меньшей степени, коричневого цвета. Самые высокие и самые низкие показатели жизнеспособности при свободном опылении в разные годы характерны для солодки Коржинского — 33% и 11% соответственно. В среднем, этот показатель солодки Коржинского составляет 22,5%, солодки голой — 15%, солодки уральской — 19,2%.

Жизнеспособность семян, полученных после межвидовых скрещиваний, изменяется в широком диапазоне (от 4 до 30%), в зависимости от типа скрещивания, но обращает на себя внимание крайне низкая энергия прорастания семян — на нулевом уровне во всех вариантах скрещивания. Это очевидное следствие гибридной природы семян, которая сказывается на их жизнеспособности. В данном случае межвидовая несовместимость носит факультативный характер, давая возможность для формирования жизнеспособного потомства. Самые высокие показатели жизнеспособности семян отмечены в тех комбинациях скрещивания, где солодка Коржинского выступала в качестве материнского растения.

Таким образом, по результатам проведенного исследования можно сделать вывод, о том, что интрогрессивная гибридизация в пределах уральского региона возможна. У исследованных видов существуют фенологические,

хорологические и биологические предпосылки для формирования гибридных форм, их длительного существования в пределах смешанных популяций и стабилизации вследствие формирования клонов и клоновых популяций.

Исследование частично финансируется грантами РФФИ 10-04-00989-а и РФФИ урал 10-04-96012-р_урал_a.

Литература

1. *Беляев А.Ю., Вержбицкий И.Б.* Аллозимный полиморфизм в популяциях солодки в районе среднего течения реки Урал // Природные и городские экосистемы: Проблемы изучения разнообразия. Екатеринбург.— 2003.— С. 18–23.

2. *Беляев А.Ю., Васфилова Е.С.* Популяционный подход к оценке и сохранению биоразнообразия солодки в Урало-Сибирском регионе // Проблемы сохранения разнообразия растительного покрова Внутренней Азии. Улан-Удэ.— 2004.— С. 24–25.

3. *Зимницкая С.А.* Состояние репродуктивной системы популяций видов рода *Glycyrrhiza* L.(Fabaceae)/ Сибирский экологический журнал.— №4.— 2009.— С. 629–634.

4. *Мусаев И.Ф.* Ареаграфическая характеристика видов солодки // Ареалы растений флоры СССР. Л., 1976.— С. 85–111.

5. *Пономарев А. Н.* Экология цветения и опыления злаков / Биол. науки. 1960.— С. 80–86.

Резюме

Проведено исследование системы размножения видов рода *Glycyrrhiza* L., произрастающих на Урале. Выявлены особенности функционирования системы опыления, которые лежат в основе межвидовой гибридизации, гейтеногамии и формирования смешанных и клоновых популяций.

Проведено дослідження системи розмноження видів рід *Glycyrrhiza* L., які зростають на Уралі. Виявлено особливості функціонування системи запилення, які лежать в основі міжвидової гібридизації, гейтеногамії та формування змішаних, гібридних та клонових популяцій.

The reproductive systems of *Glycyrrhiza* species from Ural were investigated. It was shown that the notes of pollination system are base of geitonogamy and interspecies hybridization and formation of mixed, hybrid and clonal Ural populations.

КВИТКО О.В.

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

Россия, 660036, г. Красноярск, Академгородок, e-mail: kvitko@ksc.krasn.ru

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПИХТЫ СИБИРСКОЙ В СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Генетические ресурсы основных лесообразующих хвойных Сибири и Дальнего Востока изучены недостаточно (Ирошников, 1998; Милютин, 2006). Кариологические и цитогенетические исследования являются составной частью изучения генетических ресурсов и необходимы для использования генофонда мирового разнообразия хвойных. Оценка уровня хромосомных aberrаций и патологий митоза используется для цитогенетического