

**ОПЫТ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ
HEDYSARUM THEINUM (FABACEAE)**

Н.А. Карнаухова¹, С.Я. Сыева²

¹Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: karnaukhova-nina@rambler.ru

²ГНУ Горно-Алтайский НИИ сельского хозяйства Россельхозакадемии,
649100, Республика Алтай, с. Майма, ул. Катунская, 2, e-mail: ganiish@mail.ru

Интенсивное использование территории произрастания редкого вида Республики Алтай *Hedysarum theinum* под вырубку и пастбища, большие объемы заготовок “красного корня” на лекарственное сырье и медленная скорость возобновления ставит вид на грань исчезновения. Создание искусственных популяций этого ценного растения поможет решить проблему получения сырья для лекарственных препаратов, а также возвращения в естественные местообитания, где он был уничтожен.

Ключевые слова: *Hedysarum theinum*, красный корень, интродукция, реинтродукция.

**EXPERIENCE OF CREATION OF ARTIFICIAL POPULATIONS
OF *HEDYSARUM THEINUM* (FABACEAE)**

N.A. Karnaukhova, S.Ya. Syeva

¹Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, e-mail: karnaukhova-nina@rambler.ru

²SSI Gorno-Altai Agricultural Research Institute of the Russian Agricultural Academy,
649100, Altai Republic, Village Maima, Catun str., 2, e-mail: ganiish@mail.ru

Intensive use of the rare species *Hedysarum theinum* habitats in the Altai Republic for cutting, overharvesting of “red root” for medicinal raw material and slow rate renewal may lead this species to extinction. Creation of artificial populations of this valuable plant will help obtaining raw material for medicinal preparations, as well as reintroduction of the plant to natural localities.

Key words: *Hedysarum theinum*, “red root”, introduction, reintroduction.

Hedysarum theinum Krasnob. (Копеечник чайный) – высокогорный альпийский вид, имеющий дизъюнктивный центральноазиатско-южносибирский ареал. Редкий вид Республики Алтай, встречается в Усть-Коксинском, Усть-Канском, Онгудайском и Шебалинском районах по хребтам Катунский, Теректинский, Бащелакский, Холзун, Семинский и Сумультинский (Красная..., 2007). Встречается в высокогорном поясе, в прилегающих районах лесного пояса на альпийских, субальпийских лугах, каменистых склонах, вдоль ручьев, на лесных лугах (Флора Сибири, 1994). За пределами республики копеечник чайный распространен в Западном Алтае в пределах Восточного Казахстана, на Тарбагатае и Джунгарском Алатау и горных массивах Западной Монголии.

Вид *Hedysarum theinum* известен также под названием “красный корень” – это ценное лекарственное и пищевое растение флоры Алтая. В надземной части растения одним из основных биологически активных веществ служит ксантон мангиферин (Русскова, Нухимовский, 1977; Кукушкина и др., 2011),

проявляющий противовирусную активность. На его основе получен препарат “Алпизарин”, который применяется для лечения герпеса и других вирусных заболеваний. Красный корень издавна используется в народной медицине (Уткин, 1931; Крылов, 1972; Минаева, 1991). Чайный напиток из красного корня обладает тонизирующим и общеукрепляющим свойствами (Агафонова, Володарская, 2000). В последнее время заготовка красного корня приобрела угрожающие размеры. Интенсивное использование территории произрастания вида под вырубку и пастбища, большие объемы заготовок и медленная скорость возобновления ставит этот вид на грань исчезновения. В нескольких известных нам местообитаниях копеечник чайный уже полностью уничтожен. Поэтому разработка методов сохранения и восстановления популяций редкого вида Республики Алтай копеечника чайного в естественных местах произрастания становится все более актуальной. Создание искусственных популяций этого ценного растения поможет решить проблему получения сырья для лекарственных препара-

ратов, а также возвращения в естественные местообитания, где он был уничтожен.

Интродукция растений – преднамеренный перенос особей какого-либо вида растений за пределы ареала; или перенос их из природы. Возвращение вида в те места, где вид ранее обитал, а потом исчез, как правило, по вине человека, называют реинтродукцией (Соболевская, 1977; Реймерс, 1990). Репатриация (част-

ный случай реинтродукции) – это создание искусственных популяций растений в тех местообитаниях, где они когда-то были и исчезли (Коровин, Кузьмин, 1997).

Цель настоящего исследования – разработать методику выращивания копеечника чайного при интродукции и реинтродукции, сравнить особенности развития в искусственных популяциях с исходными, т. е. где были взяты семена.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор семян копеечника чайного, которые были использованы для дальнейших исследований в условиях интродукции в лесостепной зоне Западной Сибири (ЦСБС СО РАН) и Центральном Алтае (на территории СПК “Племхоз Теньгинский” Онгудайского района Республики Алтай), а также при реинтродукции в пределах природного ареала вида (отроги Семинского хребта, высота около 1200 м над уровнем моря), проводили в 2000, 2003 и в 2008 годах в высокогорьях Республики Алтай в Усть-Коксинском районе, Кайтанакском лесничестве, в окрестностях горы Красная.

1. ЦП (ценопопуляция) **Козлушка-1**. Урочище Козлушка в долине р. Бирюкса на высоте 1700 м над уровнем моря. Склон восточной экспозиции с уклоном 20–30°. Почва щебнистая, серая, лесная. Закустаренный высокотравный луг с антропогенной нагрузкой. Ведется заготовка красного корня местным населением. Общее проективное покрытие травостоя составляет 70 %. Доминируют *Spiraea chamaedrifolia* L., *Tanacetum vulgare* L., *Veratrum lobelianum* Bernh., *Stemmacantha carthamoides* (Willd.) M. Dittrich, *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Dactylis glomerata* L. и др. На долю копеечника чайного приходится 5–10 %.

2. ЦП **Козлушка-2**. Урочище Козлушка в долине р. Бирюкса, на высоте 1800 м над уровнем моря. Склон юго-западной экспозиции с уклоном 20–30°. Под пологом леса и на прогалинах в черневой тайге (*Abies sibirica* Ledeb., *Pinus sibirica* Du Tour + *Vaccinium myrtillus* L.). Общее проективное покрытие травостоя – 20 %, мох – 80 %. На долю копеечника чайного приходится 15–20 %.

3. ЦП **Красная**. Гора Красная, высота 1900 м над уровнем моря. Склон западной экспозиции с уклоном 45°, ближе к вершине и на вершине в субальпийском редколесье, восстанавливаемом после пожара. Копеечничково-кипрейное сообщество. Общее проективное покрытие (ОПП) травостоя – 80 %. На долю копеечника чайного приходится более 25 %.

4. ЦП **Бирюкса**. Подножие горы Красная, высота 1600 м над уровнем моря. Пойма р. Бирюкса. Копеечничково-разнотравно-злаковое сообщество на откосе к первой надпойменной террасе. ОПП – 50 %, камни – 40 %. Доминируют злаки (6 видов), а также *Alchemilla xanthochlora* Rothm. и *Hedysarum theinum* – около 10 %.

Искусственные популяции на территории СПК “Племхоз Теньгинский” Онгудайского района Республики Алтай создавались посевом семян, собранных в ЦП горы Красная на вспаханные участки в условиях средне- и высокогорных парковых пастбищных угодий для маралов (интродукция) и в борозды на выложенных луговых склонах в пределах природного ареала вида (репатриация), которые относятся к лесостепному, таежному и высокогорным поясам растительности отрогов Семинского хребта (высота 1000–1700 м над уровнем моря).

По природно-климатическим условиям район, где проводятся эти исследования, относится к Урсульскому таежно-лесостепному геоботаническому району (Огуреева, 1980). Центральную часть района занимает среднегорное денудационное плато, расчлененное эрозионной деятельностью р. Урсул и ее левых притоков, прорезающих горные склоны Семинского хребта, среди юго-западных отрогов которого находится Теньгинская впадина. Климат района исследований резко континентальный, характеризуется следующими показателями: средняя годовая температура воздуха около –1.1 °С, безморозный период составляет 60–75 дней с колебаниями от 54 до 109. Среднесуточная температура июля +16.2 °С, января –22 °С. Сумма положительных температур (выше +10 °С) за вегетационный период составляет 1561 °С. Зима длится 6.5 месяцев (октябрь–апрель). В апреле наступает резкое потепление, среднесуточные температуры переходят через +5 °С, в начале июня – через +10 °С. В конце мая–начале июня наблюдается возврат холодов с падением температуры воздуха до 0 °С и ниже. Осенью заморозки наступают в третьей декаде августа. Одна из существенных особенностей климата – небольшой снежный покров, высота которого часто не превышает 5–10 см. В долинах снег более глубокий, чем на южных склонах, с которых полностью сдувается ветрами. Направление ветров южное и юго-западное. Промерзание почвы начинается во второй половине октября, а уже в ноябре глубина промерзшего слоя достигает 40 см. За год выпадает 350–400 мм осадков, из которых 200–230 мм выпадает с мая по июль. Коэффициент увлажнения 0.6–0.7. Запасы продуктивной влаги в мае в слое почвы 0–20 см составляют 30–35 мм, в июле – 40–50 мм (Модина, 1997).

Создание искусственной популяции *Hedysarum theinum* проводится также в условиях лесостепной зоны Западной Сибири, где расположены экспериментальные участки ЦСБС СО РАН. Территория занимает вторую и третью надпойменные террасы Оби, сложенные древнеаллювиальными песчаными и супесчаными отложениями. Ее поверхность представляет равнину с преобладающим уклоном на юг и юго-запад. Высота над уровнем моря – 114–130 м. Климат резко континентальный. Район характеризуется умеренной обеспеченностью теплом и влагой. По многолетним наблюдениям ближайшей метеостанции (пос. Огурцово, 12 км), продолжительность периода с устойчивым снежным покровом составляет 157–162 дня. Абсолютный минимум температуры –50 °С, абсолютный максимум колеблется около +40 °С, среднегодовая температура –0,5 °С. Средняя высота снежного покрова 35 см, в лесу – 60–70 см. Почва на открытых местах промерзает до 150–240 см. Весна и осень короткие. Безморозный период продолжается в среднем 120 дней. Последние весенние заморозки отмечаются в первой декаде июня, первые осенние – во второй половине сентября. Летом, в отдельные дни, максимальная температура воздуха достигает 35–37 °С. Вегетационный период (период с температурами воздуха выше +5 °С) продолжается в среднем 155 дней. Сумма температур воздуха выше 10° равна 1800–1950 °С. Годовое количество осадков составляет 414 мм, с апреля по октябрь выпадает 286 мм (69 %). Гидротермический коэффициент (ГТК) равен 1.2–1.0, что характеризует достаточную увлажненность вегетационного периода. Обилие света (продолжительность солнечного сияния) 2110 ч (Центральный... сад..., 1981).

При интродукционных исследованиях использовались общепринятые методики (Бейдеман, 1974; Методика..., 1984). Семенная продуктивность изучалась по методике И.В. Вайнагий (1973, 1974).

Посев семян в грунт проводили вручную или ручной сеялкой с нормой высева 100 семян на 1 пог. метр с междурядьями 70 см. При весеннем или летнем сроках посева у семян устранилась твердосемян-

ность (Попцов, 1974). Испытаны различные методы (Николаева и др., 1985): 1) скарификация концентрированной серной кислотой в течение 20 мин с последующим промыванием в проточной воде и подсушиванием; 2) скарификация наждачной бумагой; 3) импакция (мягкий метод преодоления твердосемянности путем удара семян друг о друга и о стенки сосуда) в блендере; 4) под зиму высевали свежесобранные семена в плодовых оболочках без обработки, т. е. семена подвергались только естественной стратификации. Посев скарифицированных семян в грунт проводился в разные сроки (весной – в мае, летом – в июле или под зиму – в сентябре).

Учитывалась полевая и лабораторная всхожесть. Лабораторную всхожесть определяли в чашках Петри при комнатной температуре (около 20 °С). Опыт закладывали в феврале 2009 г. Семена скарифицировали опасной бритвой вручную и все неполноценные тщательно отбраковывали. Проращивали семена на увлажненной фильтровальной бумаге по 100 шт. в чашке Петри в 2–3 повторностях и определяли их лабораторную всхожесть. Лабораторная всхожесть семян копеечника чайного, собранных в сентябре 2008 г., была также определена 20.03.2009 г. в Филиале ФГУ «Россельхозцентр» Республики Алтай. Условия проращивания соответствуют ГОСТ Р51096-97: НБ; Т; $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, за 16 суток.

В лабораторных условиях проводилось высаживание всех выживших в чашках Петри проростков копеечника в вегетационные сосуды. Проростки, полученные из семян, высаживали в землю в однолитровые вегетационные сосуды и помещали в специальную камеру с искусственным освещением лампами РБФР-1000 с режимом 17 часов. Наблюдения за этими растениями проводили каждую неделю после посадки в течение двух месяцев. Затем рассаду высаживали в открытый грунт и в дальнейшем оценивали возрастное состояние каждой особи. Рассадный метод (Карнаухова, 2007) мы использовали при интродукции *H. theinum* на экспериментальных участках Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (ЦСБС СО РАН, г. Новосибирск).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Онтогенез *H. theinum* в Центральном Алтае и при интродукции в лесостепную зону Западной Сибири был описан нами ранее (Карнаухова, 2007; Сыева и др., 2008). В этой статье мы остановимся на сравнении и отличиях, характерных для каждой изученной ценопопуляции в естественных условиях произрастания и при создании искусственных популяций в различных климатических зонах.

Латентный период. Возобновление копеечника чайного осуществляется только семенным путем. Плод – боб с перетяжками, разделяющими его на 1–8 (в среднем 5) односемянных члеников. Масса 1000 се-

мян – 5.2–5.5 г. Семенная продуктивность наиболее высокая у средневозрастных особей копеечника чайного: в исходных ценопопуляциях ФСП достигает 8.5 тыс. семян на особь, при интродукции в ЦСБС – 6.5 тыс. семян на особь (табл. 1). У молодых генеративных особей семенная продуктивность более низкая за счет меньшего числа генеративных побегов. Так, в ЦП 1 ФСП всего около 360 семян на особь, близкие показатели отмечаются при реинтродукции в отрогах Семинского хребта (Теньга) – около 294 семян на особь, но значительно выше в искусственно созданных популяциях в ЦСБС СО РАН: 1.45 тыс. семян на особь.

Показатели семенной продуктивности молодых (g1), средневозрастных (g2) и старых (g3) особей *Hedysarum theinum* в различных условиях произрастания

Онтогенетическое состояние, ЦП	Число генеративных побегов	Число соцветий на побег	ПСП	ФСП	ПС
g1, ЦП 1 Козлушка-1	3.25 ± 0.5	2.7 ± 0.4	2076.1	360.4	17.4
g1, ЦСБС	9.8 ± 4.8	3.2 ± 0.3	2643.6	1448.7	54.8
g1, Теньга	2.8 ± 0.4	2.0 ± 0.2	645.3	293.8	45.5
g2, ЦП 1 Козлушка-1	8.7 ± 4.7	3.6 ± 0.2	9332.4	2060.0	22.1
g2, ЦП 2 Козлушка-2	13.4 ± 2.4	3.0 ± 0.2	10173.9	3355.7	33.0
g2, ЦП 3 Красная	28.2 ± 5.4	3.9 ± 0.4	30569.2	8538.6	27.9
g2, ЦП 4 Бирюкса	18.25 ± 3.7	4.0 ± 0.4	15167.9	5537.1	36.5
g2, ЦСБС	24.0 ± 4.5	5.2 ± 0.4	14381.8	6547.3	45.5
g3, ЦП 1 Козлушка-1	3.1 ± 0.5	2.2 ± 0.2	1855.9	536.4	28.9

Примечание. Названия исходных ценопопуляций (ЦП) соответствуют описанным выше, ЦСБС – интродукционная популяция в лесостепной зоне Западной Сибири (ЦСБС СО РАН, г. Новосибирск), Теньга – искусственно созданная популяция при реинтродукции в отрогах Семинского хребта в окрестностях пос. Теньга; ПСП – потенциальная семенная продуктивность; ФСП – фактическая семенная продуктивность; процентное соотношение между этими показателями (ПС) – процент семенификации (Вайнагий, 1973).

Показатели качества семян, собранных 4–5 сентября 2008 г. в местообитаниях № 1–3 по результатам испытаний в Филиале ФГУ «Россельхозцентр» несколько различаются:

чистота: ЦП 1 – 96 %, ЦП 2 – 97 %, ЦП 3 – 93.25 %;
всхожесть: ЦП 1 – 72 %, ЦП 2 – 78 %, ЦП 3 – 86 %;
энергия прорастания: ЦП 1 – 46 %, ЦП 2 – 45 %, ЦП 3 – 61 %.

В лабораторных условиях скарифицированные вручную семена копеечника чайного показали максимальную всхожесть на 3-й день. Опыт был закончен на 7-й день с такими результатами: из ЦП 1 на 7-й день проросло 60 %, всего за время опыта проросло 82 %, ЦП 2 – 46 %, всего – 58 %, ЦП 3 – 48 %, всего – 72 %, ЦП 4 – 52 %, всего – 90 %.

Полевая всхожесть семян, скарифицированных серной кислотой, оказалась 100 %. Хорошо прорастают семена, посеянные в оболочках под зиму, но их всхожесть, как правило, несколько растянута по времени. Полевая всхожесть семян, скарифицированных наждачной бумагой, достигает 60–70 % и примерно такая же всхожесть у семян, подвергшихся импакции.

Прегенеративный период. Как и для всех видов рода *Hedysarum* L., для копеечника чайного характер-

но надземное прорастание семян. У проростков вначале появляются две семядоли и корешок, а затем и первый лист (чаще тройчатый, реже простой).

При выращивании рассады в камеральных условиях при искусственном освещении (17 часов в сутки) выяснилось, что в среднем из 14 % семян ЦП 1, из 10 % семян ЦП 2, из 54 % семян ЦП 3 и из 18 % семян ЦП 4 после посадки в вегетационные сосуды развиваются жизнеспособные проростки с настоящим первым листом. Затем до высадки в открытый грунт (в мае) оставшиеся в живых особи проходят еще ювенильную (j) и иматурную (im) стадии развития. При этом темпы развития особей в различных ценопопуляциях могут значительно различаться. Временная поливариантность в развитии может проявляться даже у проростков. Например, наиболее раннее (через 2 недели после начала опыта) и массовое появление первого листа отмечено у растений, выращенных из семян ЦП 3 (гора Красная) – у 30.6 % растений, из ЦП 4 (пойма р. Бирюкса) – первый лист появился только у 15.5 % растений. В ЦП Козлушка-1 начало отрастания первого листа отмечено еще на 2–3 дня позже.

В табл. 2 приведены морфометрические показатели 3–4-недельных проростков. Наиболее крупными

Таблица 2

Морфометрическая характеристика проростков *Hedysarum theinum*

ЦП	Длина семядоли, см	Ширина семядоли, см	Высота растения, см	Длина листа, см	Длина листочка, см	Ширина листочка, см	Число листьев	Строение первого листа
ЦП 1	0.9 ± 0.04	0.55 ± 0.03	7.6 ± 0.9	4.0 ± 0.3	1.1 ± 0.08	0.50 ± 0.05	2.75 ± 0.25	Все тройчатые
ЦП 2	1.14 ± 0.04	0.60 ± 0.02	9.7 ± 0.6	4.7 ± 0.3	1.25 ± 0.07	0.58 ± 0.04	2.6 ± 0.2	12 % простых
ЦП 3	1.04 ± 0.03	0.56 ± 0.02	8.5 ± 0.3	4.3 ± 1.2	1.18 ± 0.05	0.58 ± 0.03	2.65 ± 0.15	2 % простых
ЦП 4	1.03 ± 0.03	0.58 ± 0.01	7.4 ± 0.4	4.1 ± 0.3	1.08 ± 0.06	0.52 ± 0.03	2.6 ± 0.16	4 % простых
Теньга	0.9 ± 0.03	0.55 ± 0.02	3.2 ± 0.2	1.3 ± 0.1	0.8 ± 0.06	0.5 ± 0.02	4.25 ± 0.16	Все тройчатые
ЦСБС	0.9 ± 0.04	0.58 ± 0.04	6.2 ± 0.6	3.9 ± 0.3	1.2 ± 0.2	0.8 ± 0.1	1.8 ± 0.15	81 % простых

Морфометрическая характеристика ювенильных особей *Hedysarum theinum*

ЦП	Высота, см	Длина листа, см	Длина листочка, см	Ширина листочка, см	Число листьев	Число междоузлий
Козлушка-1	10.0 ± 1.20	4.5 ± 0.40	1.4 ± 0.15	0.80 ± 0.07	4.4 ± 0.20	4.1 ± 0.3
Козлушка-2	12.9 ± 0.30	5.5 ± 0.20	1.7 ± 0.10	0.82 ± 0.06	4.3 ± 0.30	4.5 ± 0.2
Красная	10.4 ± 1.10	5.2 ± 0.14	1.8 ± 0.08	0.84 ± 0.08	4.29 ± 0.30	3.7 ± 0.3
Бирюкса	9.6 ± 0.14	4.5 ± 0.14	1.6 ± 0.16	0.85 ± 0.09	4.25 ± 0.25	3.6 ± 0.3
Теньга	5.9 ± 0.40	1.6 ± 0.20	0.8 ± 0.06	0.5 ± 0.02	3.8 ± 0.20	1.6 ± 0.1
ЦСБС	9.3 ± 0.30	4.6 ± 0.40	1.5 ± 0.20	0.7 ± 0.06	3.3 ± 0.25	3.0 ± 0.1

размерами отличаются проростки из ЦП Козлушка-2, т. е. начинает проявляться также и размерная поливариантность. Эти особенности в развитии проростков, выращенных из семян исходных ЦП 1–4, можно зафиксировать в камеральных условиях уже в первые недели развития особей (см. табл. 2). По-видимому, они закреплены генетически, так как проявляются в совершенно выровненных, искусственно созданных условиях. Морфометрические показатели проростков значительно отличаются и при посеве семян в открытый грунт в Теньгинской подзоне и в условиях лесостепной зоны Западной Сибири.

Отмирание семядолей после появления 2–3 проростных или тройчатых листьев на удлинённом побеге свидетельствует о переходе особи в новое онтогенетическое состояние – ювенильное. В первый год вегетации кроме тройчатых листьев изредка появляются и единичные 5-листочковые непарноперистые листья. У ювенильных растений в природных ценопопуляциях наиболее различаются высота растения (9.6–12.9 см) и длина листа (4.5–5.5 см), а в искусственных ценопопуляциях – различия значительны по всем показателям (табл. 3).

В имматурное онтогенетическое состояние в природе особи копеечника чайного переходят с 4–5 лет, когда отрастает два или более пазушных побегов, либо значительно усложняется строение листьев и начинается интенсивное нарастание каудекса (табл. 4). Продолжается имматурное состояние 2–3 года. Про-

является временная поливариантность: в ЦП 4 (Бирюкса) переход в имматурное состояние осуществляется раньше (с 4-х, а не с 5 лет), но оно более продолжительное (до 4-х лет), чем в других изученных ценопопуляциях. В интродукционной популяции в ЦСБС СО РАН при рассадном методе выращивания происходит значительное ускорение темпов развития особей – они переходят в имматурное онтогенетическое состояние в первый год жизни. При посеве семян в грунт большинство особей уходят под зиму в ювенильном состоянии, а в имматурное переходят на второй год жизни.

У виргинильных растений (см. табл. 4) ежегодно отрастает несколько пазушных весенних побегов и строение всех листьев усложняется (до 5–6-парных), т. е. особь приобретает вид взрослой. Высота 4–5-побеговых особей около 30–40 см, диаметр каудекса около 3 см. Главный корень 0.5 м длиной. Виргинильное состояние в ЦП 1–4 у *H. theinum* может начинаться с 6–9 лет жизни. Через 4–5 лет (и более) закладываются генеративные почки и растения переходят в генеративный период.

Генеративный период. Первое цветение особей может начинаться в природе (ЦП 1–4) уже в 10 лет, что значительно отличается от установленного нами ранее для ценопопуляции в субальпийском редколесье – 18 лет (Карнаухова, 2007). Молодые генеративные растения многопобеговые (5–10), с каудексом более 6 см; высота особей достигает 70–80 см (табл. 5).

Таблица 4

Морфометрическая характеристика имматурных и виргинильных особей *Hedysarum theinum*

Признаки	Имматурные особи		Виргинильные особи
	в природе 4(5)–6(8) лет	в ЦСБС СО РАН 1 год	
Диаметр каудекса, см	0.94 ± 0.15	0.5 ± 0.08	3.2 ± 0.5
Высота растения, см	21.3 ± 3.9	16.0 ± 1.6	35.5 ± 4.9
Длина листа, см	6.8 ± 0.6	6.8 ± 1.9	9.2 ± 0.6
Длина листочка, см	2.0 ± 0.2	2.0 ± 0.4	2.0 ± 0.2
Ширина листочка, см	0.9 ± 0.05	0.9 ± 0.3	0.6 ± 0.04
Число междоузлий	4.0 ± 0.7	6.8 ± 0.5	8.3 ± 0.8
Число листьев на побег	4.6 ± 0.2	7.3 ± 1.0	9.8 ± 0.7
Число побегов	1.7 ± 0.15	2.1 ± 0.1	4.2 ± 1.0
Число пар листочков	2.1 ± 0.2	1.5 ± 0.2	5.1 ± 0.4

Таблица 5

Морфометрическая характеристика молодых генеративных особей *Hedysarum theinum*

Признаки	В природе, 10–30 лет	Интродукция в ЦСБС, 5 лет	Реинтродукция (Теньга), 5 лет
Высота растения, см	77.5 ± 4.2	70.0 ± 2.0	76.2 ± 3.8
Длина листа, см	13.1 ± 0.4	13.5 ± 0.2	13.4 ± 0.3
Длина листочка, см	3.1 ± 0.4	2.9 ± 0.1	3.0 ± 0.2
Число междоузлий	10.5 ± 0.5	8.5 ± 0.6	8.7 ± 0.5
Число листьев на побег	12.9 ± 0.8	8.5 ± 0.5	11.4 ± 0.4
Число соцветий на побег	1.7 ± 0.15	3.5 ± 0.4	2.0 ± 0.2
Число вегетативных побегов	1.7 ± 0.15	5.8 ± 0.9	3.2 ± 0.4
Число генеративных побегов	3.3 ± 0.5	4.8 ± 1.5	2.8 ± 0.4

Морфометрическая характеристика средневозрастных (g2) и старых (g3) генеративных особей *Hedysarum theinum*

Признаки	Средневозрастные генеративные особи (g2)					g3
	ЦП 1	ЦП 2	ЦП 3	ЦП 4	ЦСБС	
Диаметр каудекса, см	24.8 ± 1.8	22.9 ± 2.5	39.3 ± 4.0	25.7 ± 3.0	11.5 ± 1.5	20.8 ± 1.8
Высота растения, см	97.7 ± 15.1	87.9 ± 4.3	106.9 ± 6.8	76.5 ± 3.2	92.0 ± 1.6	77.6 ± 3.6
Длина листа, см	13.4 ± 0.8	13.1 ± 0.4	13.9 ± 0.5	12.0 ± 1.0	17.9 ± 0.7	14.0 ± 0.4
Длина листочка, см	3.1 ± 0.2	3.2 ± 0.1	3.3 ± 0.2	2.5 ± 0.2	3.0 ± 0.2	3.1 ± 0.1
Ширина листочка, см	0.9 ± 0.05	0.9 ± 0.03	0.95 ± 0.05	1.1 ± 0.1	1.2 ± 0.04	0.9 ± 0.05
Число междоузлий	11.2 ± 0.4	8.4 ± 0.2	13.0 ± 0.7	10.7 ± 0.4	10.7 ± 0.5	9.7 ± 0.3
Число листьев на побег	18.2 ± 2.7	9.6 ± 0.3	14.0 ± 1.0	11.8 ± 2.1	12.7 ± 0.5	11.0 ± 0.6
Число соцветий на побег	3.6 ± 0.2	3.0 ± 0.2	3.9 ± 0.4	4.0 ± 0.4	5.0 ± 1.0	2.2 ± 0.2
Число вегетативных побегов	9.0 ± 3.2	2.4 ± 0.7	6.2 ± 1.3	5.5 ± 1.0	2.1 ± 0.1	5.4 ± 0.8
Число генеративных побегов	8.7 ± 4.7	13.4 ± 2.4	28.2 ± 5.4	18.3 ± 3.7	24.0 ± 1.6	3.1 ± 0.5

При интродукции особи зацветают на 5–7-й год жизни. Массовое цветение происходит в конце июня–начале июля. Созревание семян растянутое и продолжается с конца июля до августа–первой половины сентября. При реинтродукции в отрогах Семинского хребта в Теньгинской подзоне Горного Алтая путем подсева семян копеечника чайного в борозды развитие особей идет также ускоренными темпами, и на 5–6 год растения зацветают и начинают давать семена (см. табл. 5).

Каудекс у средневозрастных генеративных растений разрастается в толщину (от 20 до 35 см) или обильно ветвится, образуя хорошо выраженные подземные ортотропные ветви, увеличивается кустистость растения. Примерно к 30–50 годам особи *H. theinum* достигают наибольшей мощности, которая в различных условиях обитания может значительно различаться: высота особей – от 70 до 120 см; число побегов – от 15 до 40 штук на особь и др. (табл. 6). Интересно, что если на ранних стадиях развития более высокими показателями выделялись растения из ЦП 2, то в средневозрастном состоянии почти все морфометрические параметры выше в ЦП 3 на горе Красная. Достаточно большой мощности в культуре растения достигают к 6–7 годам жизни и в этом возрасте они могут быть использованы в качестве сырья для получения лекарственных препаратов. Такие особи *H. theinum* на экспериментальных участках ЦСБС СО РАН развивают около 25 генеративных побегов 90–100 см высотой (см. табл. 6).

Отмирание в конце вегетационного сезона надземных удлинённых побегов постепенно приводит к разрушению отдельных участков в каудексовых частях и главном корне. У старых генеративных растений отмерших тканей более 50 %. Высота особей и другие параметры уменьшаются (см. табл. 6).

Постгенеративный период характеризуется следующими чертами: утрачена способность развивать репродуктивные органы, главный корень частично

или полностью отмирает. У субсенильных особей число и размеры побегов уменьшаются по мере отмирания отдельных глав каудекса (табл. 7). У сенильных особей живыми остаются 1–3 укороченных слабых побега. Листья с меньшим числом листочков (до 7) или даже тройчатые.

Таким образом, общая продолжительность жизни *H. theinum* при полном онтогенезе в естественных местах произрастания очень велика (около 80 лет и более), но в культуре и при реинтродукции происходит значительное ускорение темпов развития. Максимальной продуктивности в природе копеечник чайный достигает к 30–50 годам жизни, а в искусственных популяциях – к 6–7 годам.

Копеечник чайный относится к длительно вегетирующим растениям. Весеннее отрастание в природе начинается сравнительно рано, при очень низких среднесуточных температурах 0...+4 °С, сразу же после схода снега. Надземная масса весенними заморозками не повреждается. При интродукции в лесостепной зоне Западной Сибири начало отрастания отмечается в первой половине мая. Бутонизация начинается в конце мая–начале июня. Нижние цветки в

Таблица 7

Морфометрическая характеристика особей *Hedysarum theinum* постгенеративного периода

Признаки	Субсенильные особи	Сенильные особи
Диаметр каудекса, см	12.0 ± 2.5	4.8 ± 0.9
Высота растения, см	61.2 ± 3.0	36.4 ± 6.9
Длина листа, см	12.1 ± 0.4	10.4 ± 0.9
Длина листочка, см	2.8 ± 0.1	2.1 ± 0.2
Ширина листочка, см	0.6 ± 0.1	0.7 ± 0.1
Число междоузлий	12.0 ± 0.7	6.3 ± 0.6
Число листьев на побег	12.4 ± 1.3	6.1 ± 0.8
Число побегов	5.4 ± 2.0	2.8 ± 0.9
Число пар листочков	6.3 ± 0.3	4.5 ± 0.5

кистевидных соцветиях распускаются первыми, в то время как рост верхушки еще продолжается. Массовое цветение обычно наблюдается в середине июня; к

концу июня на растениях появляются первые зеленые бобы. Семена в бобах созревают со второй половины июля до конца августа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучены исходные ценопопуляции *Hedysarum theinum* Krasnob. и проведены посевы семян в пределах природного ареала в отрогах Семинского хребта в Теньгинской подзоне Горного Алтая (интродукция и реинтродукция) и в условиях лесостепной зоны Западной Сибири (ЦСБС СО РАН, г. Новосибирск). Климат районов исследований резко континентальный с продолжительностью безморозного периода около 120 дней. Существенны климатические различия этих зон: в пределах природного ареала вида на высотах 1600–1900 м над уровнем моря небольшой снежный покров (5–10 см), за год выпадает 350–400 мм осадков (коэффициент увлажнения 0.6–0.7), сумма положительных температур за вегетационный период составляет 1561 °С. В лесостепной зоне Западной Сибири на экспериментальных участках ЦСБС высота снежного покрова 35 см, в лесу – 60–70 см; в среднем выпадает 414 мм осадков и ГТК = 1.2–1.0; сумма положительных температур – 1800–1950 °С. Это характеризует климат района интродукции (ЦСБС) как более увлажненный и теплый, чем в пределах естественного ареала *H. theinum*.

Изучены морфометрические параметры, семенная продуктивность, всхожесть семян в четырех исходных для интродукционных исследований ценопопуляциях *H. theinum* в естественных условиях произрастания в Центральном Алтае. В результате исследований выяснилось, что наиболее высокие показатели отмечены в ЦП 3 на горе Красная: высота растений – более 100 см, число побегов – более 30; потенциальная семенная продуктивность достигает 30.5 тыс. семязачатков, фактическая семенная продуктивность – 8.5 тыс. семян на особь. Семена из этого местообитания характеризуются также достаточно высокими показателями всхожести (86 %) и энергии прорастания (61 %).

В пределах природного ареала вида интродукция *H. theinum* не вызывает затруднений. Положительные результаты дали посевы как свежесобранных семян под зиму (в плодовых оболочках), так и скарифицированных различными способами семян в ранневесенние (май) и позднелетние (середина июля) сроки. Интродукция редкого вида в условиях лесостепной зоны Западной Сибири чрезвычайно затруднена. Посевы семян в открытый грунт не дают положительных результатов. Создание интродукционной популяции возможно только рассадным методом после выбраковки около 90 % нежизнеспособных растений еще на стадии проращивания семян и дальнейшей пересадки подросших растений в открытый грунт.

Сравнение особенностей развития особей *H. theinum* в исходных ценопопуляциях и после посева в различных климатических зонах показало, что как в природе, так и при интродукции рост и развитие растений протекают сходно и включают 4 периода и 10 онтогенетических состояний. При выращивании *H. theinum* в искусственных условиях значительно (на порядок) ускоряются темпы развития растений, что чрезвычайно важно при создании интродукционной популяции этого ценного лекарственного растения. Максимальной продуктивности *H. theinum* достигает в средневозрастном генеративном состоянии к 30–50 годам жизни в природе и к 5–7 годам – в культуре.

Получены положительные результаты при реинтродукции *H. theinum* в пределах природного ареала. Так, проведена реинтродукция этого вида в естественные места произрастания в отрогах Семинского хребта (окрестности пос. Теньга), где он встречался ранее, но был уничтожен. Развитие особей шло ускоренными темпами и на 5–6-й год растения зацвели и стали давать семена.

ЛИТЕРАТУРА

- Агафонова О.В., Володарская С.Б.** Продуктивность и содержание олигомерных катехинов у *Hedysarum theinum* Krasnob. в Центральном и Юго-Западном Алтае // Раст. ресурсы. 2000. Т. 36, вып. 4. С. 47–52.
- Бейдеман И.Н.** Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск, 1974. 153 с.
- Вайнагий И.В.** Методика статистической обработки материала по семенной продуктивности на примере *Potentilla aurea* L. // Раст. ресурсы. 1973. Т. 9, вып. 2. С. 287–296.
- Вайнагий И.В.** О методике изучения семенной продуктивности растений // Бот. журн. 1974. Т. 59, № 6. С. 826–831.
- Карнаухова Н.А.** Особенности развития *Hedysarum theinum* (*Fabaceae*) Krasnob. в природных условиях и при интродукции в Центральный сибирский ботанический сад (г. Новосибирск) // Раст. ресурсы. 2007. Т. 43, вып. 3. С. 14–25.
- Коровин С.Е., Кузьмин З.Е.** К вопросу о понятиях и терминологии в интродукции // Бюл. Гл. ботан. сада. 1997. Вып. 175. С. 3–11.
- Красная книга Республики Алтай (растения).** Горно-Алтайск, 2007. 271 с.
- Крылов Г.В.** Травы жизни и их искатели. Новосибирск, 1972. 448 с.
- Кукушкина Т.А., Высочина Г.И., Карнаухова Н.А., Селютин И.Ю.** Содержание мангиферина и суммы

- ксантонов в растениях некоторых дикорастущих и интродуцированных видов *Hedysarum (Fabaceae)* // Раст. ресурсы. 2011. Т. 47, вып. 1. С. 99–105.
- Методика исследований при интродукции лекарственных растений** // Лекарственное растениеводство: Обзорная информация. М., 1984. С. 1–31.
- Минаева В.Г.** Лекарственные растения Сибири. Новосибирск, 1991. 431 с.
- Модина Т.Д.** Климаты Республики Алтай. Новосибирск, 1997. 177 с.
- Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н.** Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л., 1985. 348 с.
- Огуреева Г.Н.** Ботаническая география Алтая. М., 1980. 187 с.
- Попцов А.В.** Твердосемянность как особый тип органического покоя семян // Раст. ресурсы. 1974. Т. 10, вып. 3. С. 454–466.
- Реймерс Н.Ф.** Природопользование: Словарь-справочник. М., 1990. 637 с.
- Русакова С.В., Нухимовский Е.Л.** Некоторые биологические особенности *Hedysarum neglectum* Ledeb. и содержание в нем мангиферина // Раст. ресурсы. 1977. Т. 13, вып. 3. С. 478–480.
- Соболевская К.А.** Интродукция растений в Сибири. Новосибирск, 1977. 184 с.
- Сыева С.Я., Карнаухова Н.А., Дорогина О.В.** Копеечники Горного Алтая. Горно-Алтайск, 2008. 184 с.
- Уткин Л.А.** Народные растения Сибири // Тр. НИИ хим.-фармац. 1931. № 4, вып. 2. С. 100–103.
- Флора Сибири. Т. 9: Fabaceae (Leguminosae).** Новосибирск, 1994. 280 с.
- Центральный сибирский ботанический сад: Справочник-путеводитель.** Новосибирск, 1981. 78 с.