

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ *TRIFOLIUM LUPINASTER* L. И *TRIFOLIUM PACIFICUM* BOBR. В ПЕРВЫЙ ГОД ЖИЗНИ В КУЛЬТУРЕ

Калинкина В. А.

Ботанический сад - институт ДВО РАН, г. Владивосток

На территории Дальнего Востока России произрастает 15 видов клеверов относящихся к 5 секциям (Павлова, 1989). Виды рода *Trifolium* являются ценными кормовыми, медоносными и лекарственными растениями. В связи с этим многие из них в настоящее время уже хорошо изучены (Голубев, 1957; Шелютто, Попова, 1988; Кириллова, 1988; Донскова, 1968; Покровская, 1956, 1960; Фецак, 1979; Мехтиева, 1958 и др.) Характерной особенностью практически всех видов рода *Trifolium*, является тройчатосложный лист.

Объектами нашего исследования стали, близкие в систематическом отношении, виды *Trifolium lupinaster* (клевер люпиновидный) и *Trifolium pacificum* (клевер тихоокеанский). От типичных клеверов эти виды отличаются структурой листа. Во взрослом состоянии у них лист - пальчатосложный. Традиционно, для различения этих двух внешне сходных видов, использовали морфометрические параметры листочка, окраску цветков и ареал. У *T. lupinaster* листочки ланцетные, на верхушке заостренные, наиболее широкие в середине или ниже, цветки фиолетовые или лилово-пурпурные. Обитает преимущественно на опушках леса, открытых склонах сопок, изредка его можно встретить на лугах или по берегам рек. В то время как, у *T. pacificum* листочки обратнойцевидно-ланцетные или обратноланцетные, на верхушке тупые или округлые, наиболее широкие в верхней трети, цветки розовые. Произрастает только в супралиторальной зоне (Павлова, 1989).

Целью нашей работы явилось изучение биоморфологических особенностей этих видов в условиях культуры.

Наблюдения проводились в течение 2007- 2008 гг. в Ботаническом саду - институте ДВО РАН. Материалом для исследования послужили особи этих видов выращенные нами из семян. Сбор семян *T. lupinaster* проводился в 2005 г. в Дальнегорском районе, на трассе Терней – Рудная Пристань, *T. pacificum* 2007 г. - в Лазовском заповеднике на склонах о. Петрова и на территории бухты Проселочная (Та-Чингоуза).

В соответствии с периодизацией онтогенеза травянистых растений предложенной Т.А. Работновым (1950) в онтогенезе *T. lupinaster* и *T. pacificum* мы выделяем следующие периоды и возрастные состояния:

- I) латентный;
- II) виргинильный (проростки, ювенильные, иматурные и молодые вегетативные растения);
- III) генеративный (молодые, средневозрастные и старые генеративные растения);
- IV) сенильный (субсенильные и сенильные растения).

В течение первого года жизни в культуре особи изучаемых нами видов проходят латентный и часть виргинильного периода, а именно стадии: проростка, ювенильного и иматурного растения.

Оба вида имеют сходные характеристики семян. Семена бобовидные, гладкие, зеленого или коричнево-зеленого цвета, распространяющиеся автобарохорией (Дудик, 1979). Семена клеверов снаружи покрыты семенной кожурой или оболочкой семени, под которой находится слабо выраженный эндосперм в виде тонкой оболочки. Е.Я. Ильин (1977) отмечает, что при намачивании семян клетки интенсивно впитывают влагу, сильно набухают и увеличиваются в размерах. В результате этого эндосперм образует довольно толстый слизистый чехол, одевающий зародыш семени. Зародыш семени осевой, согнутый, хорошо дифференцирован, и имеет семядоли, зародышевую почечку и зародышевый корень. Степень развития этих морфологических структур различна. Более всего развиты крупные, мясистые семядоли, которые и определяют размер семени. Зародышевый корень также хорошо развит. Наименьшие размеры имеет зародышевая почечка (табл. 1).

Семенам подавляющего большинства дикорастущих и многих культурных растений свойственно состояние органического покоя. Такие семена, даже при благоприятных для прорастания условиях, неспособны прорасти совсем или имеют пониженную всхожесть. У некоторых видов в естественных условиях прорастание начинается лишь через 1–2 года после посева, причем появление всходов растягивается на несколько лет.

Способность семян находиться в состоянии органического покоя, обеспечивает растениям возможность переживать неблагоприятные для их существования периоды года, с одной стороны,

и создавать запас семян в почве – с другой. Таким образом, покой семян является важным приспособительным механизмом сохранения видов. Причины, вызывающие торможение прорастания покоящихся семян, различны. Соответственно различны и условия нарушения покоя. Существует несколько типов органического покоя, семена наших видов находятся в одной из форм экзогенного покоя - в физическом покое, который нередко обозначается термином «твердосемянность» и объясняется полной водонепроницаемостью кожуры, редко – околоплодника. Существует несколько факторов, выводящих твердые семена из состояния физического покоя: температурные воздействия (как низкие, так и высокие), скарификация и стратификация (Николаева, Разумова, Гладкова, 1985).

Клевер люпиновидный и тихоокеанский обладают высокой твердосемянностью. Для проращивания семян этих видов мы использовали все выше указанные методы. Одну часть семян подвергали воздействию высокой температуры (100 С°); вторую – перетгирали с песком, нарушая покровы семени; третью – посадили в ноябре в грунт и оставили на улице на всю зиму; четвертую подвергли скарификации – выдержали несколько минут в 100% серной кислоте, после чего хорошо промыли и посадили в грунт. В итоге проросли только те семена, которые мы обработали серной кислотой.

Прорастание семян надземное, гипокотиллярное, у *T. pacificum* начинается на 2–4 сутки после посева, что на 1–2 дня раньше, чем у *T. lupinaster*. У обоих видов отмечается растянутость в прорастании семян. Прорастание семян начинается с появления главного корня и последующим его заглублением. Длина главного корня у проростков *T. lupinaster* и *T. pacificum* в среднем достигает длины 20–30 (59) мм, происходит формирование стержневой корневой системы. Зачатки боковых корней появляются через 10-12 дней после прорастания семян. У проростков боковые корни не ветвящиеся, достигающие длины 2 см. Наиболее длинные боковые корни располагаются ближе к основанию главного корня.

У исследуемых проростков обоих видов гипокотиль несколько толще главного корня и его длина достигает 6-7 мм, а диаметр 0,8-0,9. Но у отдельных особей *T. lupinaster* длина гипокоты достигает 1,5 мм, чего не наблюдается у *T. pacificum*. Придаточные корни на гипокотиле у двух видов в этом возрастном состоянии не развиты.

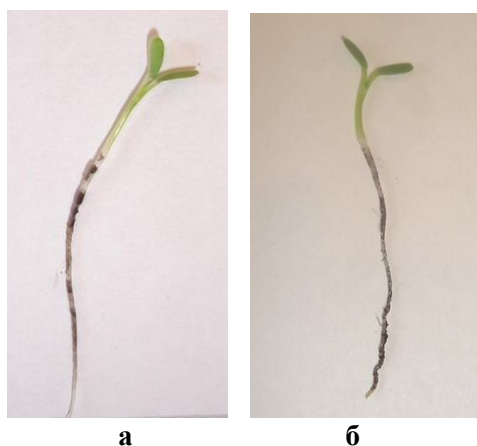


Рис. 1. Проростки: а - *T. lupinaster*, б - *T. pacificum*

семядольного листа 5-6 мм, ширина 3–3,5 мм (рис. 1).

Почечка появляется через 1 – 2 дня после семядолей. Уже через 2 – 3 дня развивается первый настоящий лист, который у проростков обоих видов черешковый, простой или

Таблица 1
Показатели морфологии семян *T. lupinaster* L.

Вес 1000 семян, граммы	1,20
Длина зародышевого корня, мм	0,8 +/- 0,03
Размер семядолей, мм	1,9 +/- 0,05 1,0 +/- 0,05
Высота зародышевой почечки, мк, и ее емкость	218 +/- 4,0 1
Размер точки роста, мк.	53,5 +/- 4,0 88,2 +/- 5,0

Формирование азотфиксирующих клубеньков, свойственных всему семейству бобовых, наблюдается как у *T. lupinaster*, так и у *T. pacificum*. Клубеньки развиваются еще до подсыхания семядолей (на стадии образования первого тройчатосложного листа) на главном корне и в базальной или в средней части боковых корней. Но у *T. pacificum*, в этом возрастном состоянии, клубеньков очень мало: 1, редко 2, в то время как у *T. lupinaster* их количество достигает 5.

Семядоли выносятся на дневную поверхность у *T. lupinaster* - на 6-10, у *T. pacificum* на 5–6 день после посева. Семядоли зеленые, овальные, мясистые, черешковые. Наблюдения показали, что форма семядолей у проростков двух видов однотипна, но размеры их у *T. lupinaster* сильно колеблются: длина от 3 до 8 мм, ширина от 2 до 6 мм. У *T. pacificum* размеры семядолей сравнительно одинаковы: длина

однолисточковый. Листовая пластинка его округлая или округло-продолговатая, с выемкой на верхушке. Т. И. Васильченко(1936, 1937) пишет о том, что для трибы *Trifolieae* и всех видов рода *Trifolium* характерно надземное прорастание и формирование первого простого, а второго и далее тройчатосложных листьев. В онтогенезе у проростков *T. lupinaster* и *T. pacificum* первый, второй и третий листья простые или однолисточковые, все последующие - тройчатосложные. В отличие от проростков *T. lupinaster* у проростков *T. pacificum* может иногда формировать 6 простых листьев (семена этих особей были собраны на каменистых склонах о. Петрова, заповедной территории, где *T. lupinaster* не встречается) (рис.2). Листья достигают длины 4,5, ширины 3,5 мм.

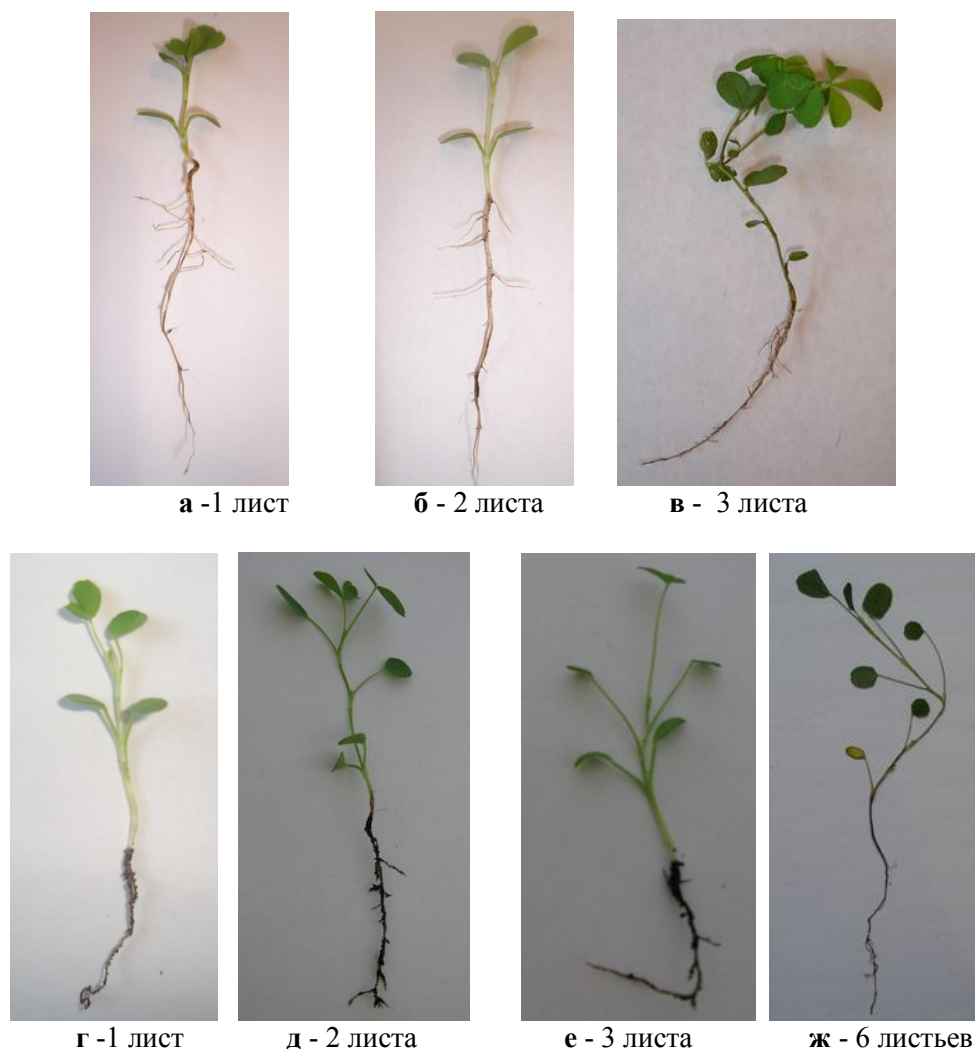


Рис. 2 Количество простых листьев у проростков: а – в - *T. lupinaster*; г – ж - *T. pacificum*

С точки зрения И. Т. Васильченко (1961) первичные просто организованные листья рассматриваются как достаточно древние формы листьев, листья последующие, более сложно устроенные – прогрессивные. Количество упрощенных листьев, наблюдающихся в онтогенезе родственных видов, является весьма надежным индикатором направления эволюции в данной группе и указывает на филогенетическую древность одних видов и дериватность других. Отсюда можно предположить, что *T. pacificum* филогенетически более древний вид, чем *T. lupinaster*.

Ю. Р. Росков (1990) провел исследования онтоморфогенеза листьев нескольких видов клеверов, в том числе и *T. pacificum* («*Lupinaster pacificus*» по Роскову, 1990). В результате исследований выяснилось, что «первая стадия онтоморфогенеза – закладка на конусе нарастания латерально расположенного бугорка. Вторая стадия – дифференциация его на три доли в результате базипетального заложения прилистников. Третья стадия – дифференциация центральной доли на 4 (6) бугорков. Листочковые бугорки закладываются базипетально. На четвертой стадии происходит формирование листочков в результате деятельности апикальной и маргинальной меристем. Активность маргинальной меристемы неравномерна на разных участках листа; в зонах с более

интенсивным клеточным делением закладываются краевые зубцы и одновременно жилки второго порядка – берущие начало от главной жилки и заканчивающиеся в зубцах». Из исследований Ю. Р. Роскова (1990) видно, что первый лист клевера тихоокеанского формируется как сложный, но при дальнейшем развитии на дневную поверхность выносятся только одна доля сложного листа. Поэтому по морфологическим показателям первый и ряд последующих листьев клевера люпиновидного и тихоокеанского простые, но по своему заложению эти листья сложные, однолисточковые.

Доли тройчатосложных листьев обратояйцевидные с небольшой выемкой на верхушке, зубчатые по краю. В отличие от *T. lupinaster*, листочки *T. pacificum* более широкие в верхней трети. Средняя доля тройчатосложного листа всегда крупнее боковых. Новый лист появляется примерно через каждые 6–7 дней. Прилистники *T. lupinaster* и *T. pacificum* линейно-ланцетные, заостренные, перепончатые. Их форма на последующих этапах развития особей не изменяется. Продолжительность фазы проростка у клевера тихоокеанского больше, чем у люпиновидного примерно в 1,5 раза. На стадии проростка у особей *T. lupinaster* и *T. pacificum* формируется стержневая корневая система, состоящая из главного и боковых корней первого порядка. В конце стадии проростка, в надземной сфере исследуемых видов, заметны следующие морфологические отличия: побеги *T. pacificum* полегают, в то время как побеги *T. lupinaster* ортотропные. Побег *T. lupinaster* состоит из семядольного узла с двумя семядолями и 4–10 узлов с простыми или однолисточковыми и тройчатосложными листьями, побег *T. pacificum* – из семядольного узла с двумя семядолями и 5–9 узлов со сложными листьями, все из которых могут быть простыми. В конце стадии проростка у особей *T. pacificum* в пазухах семядольных листьев и первых простых листьев начинают закладываться почки возобновления. У *T. lupinaster* этот процесс происходит в ювенильном возрастном состоянии.

Началом ювенильного возрастного состояния у двух видов следует считать момент перехода молодого растения к автотрофному питанию, которое наступает после отмирания семядолей. В этом возрастном состоянии в надземной сфере у *T. lupinaster* и *T. pacificum* наблюдается увеличение длины побега и количества тройчатосложных листьев. В пазухах листьев клевера люпиновидного начинается развитие почек возобновления.

У клевера тихоокеанского происходит формирование силлептических побегов. В подземной сфере увеличивается порядок ветвления корней, развиваются тонкие, нитевидные боковые корни второго и третьего порядка, а на гипокотиле – придаточные корни, ветвление которых в это время еще слабое (рис. 3. а – в).

Придаточные корни у ювенильных особей *T. pacificum* формируются в основании почек возобновления расположенных в пазухах семядольных листьев (рис. 3. г – д). В этот период у особей *T. pacificum* происходит втягивание почек возобновления в почву за счет контрактильной деятельности главного корня. Этот процесс у клевера люпиновидного происходит несколько позднее – в имматурном возрастном состоянии.





Рис. 3. Ювенильное возрастное состояние *T. pacificum*

В первый год жизни в условиях культуры сеянцы *T. pacificum*, также как и сеянцы *T. lupinaster* имеют различную степень ветвления надземной сферы. Но ветвление у первого начинается в ювенильном возрастном состоянии, а у второго - в имматурном. Силлептические побеги *T. pacificum* побеги в начале своего роста имеют ортотропное положение, с увеличением длины побега они полегают и растут плагиотропно. У большинства исследуемых особей двух видов клеверов образуется от 1 до 4 силлептических побегов первого порядка формирующихся:

- 1) из почек расположенных в пазухах семядольных листьев;
- 2) из почек 1 – 2 настоящих простых листьев;
- 3) из пазушных почек тройчатосложных листьев.

Эти побеги простые, состоящие из 2–4 узлов, длиной 3,5–4 см. Первый лист на боковом побеге может быть простым или тройчатосложным, последующие - тройчатосложные.



Рис. 4. Имматурное возрастное состояние *T. lupinaster*:
а - развитие пальчатосложных листьев;
б - формирование придаточных корней на гипокотиле.

Имматурное возрастное состояние исследуемых видов характеризуется дальнейшим развитием корневой системы, образованием у особей *T. lupinaster* - придаточных корней на гипокотиле и в основании почек возобновления, в надземной сфере у этого вида формируются четырех- и пятипальчатосложных листьев (рис. 4).

У клевера тихоокеанского - происходит укоренение главного побега за счет формирования подузловых придаточных корней и развитие тройчатосложных и единично - пальчатосложных листьев (рис. 5).

Кроме этого, имматурное возрастное состояние *T. lupinaster* характеризуется началом ветвления главного побега, в то время как у *T. pacificum* этот процесс начинается в ювенильном возрастном состоянии.

Следует отметить, что в результате не благоприятных условий среды побеги *T. lupinaster* могут полегать, но, при этом, никогда не укореняются.

Длина главного корня у имматурных особей *T. lupinaster* и *T. pacificum*, по сравнению с этим же параметром у ювенильных особей – увеличивается почти в два раза. В верхней трети наблюдается утолщение, к концу вегетационного сезона главный корень принимает веретеновидную форму. В результате вкручивания главного корня в почву на утолщенной его части формируются спиральные складки. Граница между гипокотилем и главным корнем

сглаживается. Но на гипокотиле в отличие от главного корня видны поперечные складки, являющиеся результатом сократительной деятельности главного корня, свойственной большинству растений (Голубев, 1956д, 1962; Кернер, 1903; Костычев, 1933; Кузнецов, 1951).



Рис. 5. Развитие подузловых придаточных корней у имматурных особей *T. pacificum*

У выращенных в культуре особей *T. lupinaster* на гипокотиле развивается 1–3 веретеновидно-утолщенных и 1–2 тонких, нитевидных придаточных корней. Функция первых – запас питательных веществ, вторых – всасывание воды с растворенными в ней веществами. Придаточные корни сильно ветвятся, образуя до 25 боковых корней первого порядка, которые, в свою очередь, образуют боковые корни 2–3 порядка.

Отличительной особенностью развития клевера тихоокеанского является также развитие в пазухах листьев на материнском побеге не одной, а двух сериальных почек (рис. 6). При этом почка, которая расположена ближе к верхушке материнского побега крупнее. Силлептические побеги формируются именно из этой почки. Иногда придаточный

корень развивается как бы по середине, между этими почками. В этом случае обе эти почки увеличиваются в размерах и расходятся в разные стороны от материнского побега.

В пазухах листьев силлептических побегов двух видов развиваются одиночные почки. А в основании боковых побегов сформированных из почек расположенных в пазухах семядольных листьев развиваются группы почек, причем две одиночные расположены по разным сторонам побега, а еще две сериальные находятся по середине побега.

У некоторых особей клевера тихоокеанского происходит интенсивное разрастание в толщину первого междоузлия, эпикотиль становится шире выше расположенной части побега в 2 раза (рис. 6). При этом почки, сформированные в пазухах семядольных листьев, становятся практически невидимыми и возможно переходят в ранг спящих. У других же происходит резкое разрушение участка эпикотиль и побег развивается дальше за счет формирования подузловых придаточных корней. Уже на этом этапе развития у группы особей *T. pacificum* жизненная форма переходит из стержнекорневой в длиннокорневищную. Наблюдения, проведенные в культуре за клевером люпиновидным, показывают, что при повреждении побега никогда не происходит его укоренение, побег этого вида засыхает.

С конца июля - начала августа у исследуемых нами особей двух видов одновременно с образованием новых листьев начинают подсыхать листья расположенные ближе к основанию побега. Этот процесс протекает снизу вверх. Редко у особей клевера люпиновидного происходит резкое отмирание сразу всего побега. До конца вегетационного сезона на материнском побеге *T. lupinaster* формируется 1-3 простых, 8-12 тройчатосложных и 8-10 пальчатосложных листа. Количество листьев на побеге *T. pacificum* развивается примерно в 2 раза больше: 1-6 простых, 23–25 тройчатосложных и иногда 1-2 пальчатосложных листа. Но размеры листочков на 0,5–2 мм меньше, чем размеры листочков имматурных особей *T. lupinaster*. Побег *T. pacificum* к концу лета приобретает характерный ярко красный цвет, в то время как у *T. lupinaster* цвет побега коричнево-зеленый. Отмирание побегов у всех исследуемых растений протекает до середины ноября. После отмирания побега сохраняется лишь базальный участок побега с почками возобновления, который служит основой для формирования каудекса. В зависимости от степени ветвления, образуется одно- или двух – трехглавый каудекс. Благодаря способности главного корня сокращаться и вкручиваться в почву почки возобновления располагаются в 0,2 – 0,3 см над землей, что защищает их от неблагоприятных условий среды.

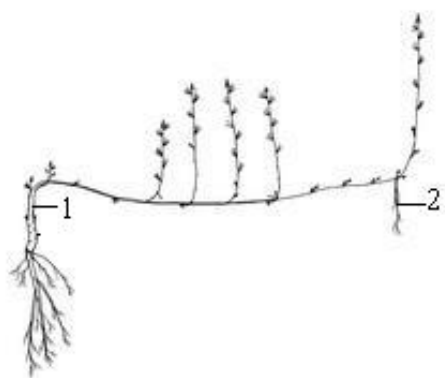


Рис. 6. Укоренившийся побег *T. pacificum* с сериальными почками возобновления и разросшимся эпикотилем:
1 – разросшийся участок эпикотиля;
2 – придаточный корень

Все три возрастных состояния *T. lupinaster* и *T. pacificum* (проростки, ювенильные и имматурные растения) в культуре проходят в течение одного вегетационного периода. Но у *T. lupinaster* происходит формирование подземной и надземной сфер и развитие двух вариантов жизненной формы, отличающиеся только строением подземной сферы. В надземной сфере у всех исследуемых особей в первый год жизни формируется моноподиально нарастающей одноосный ветвящийся вегетативный побег, а в подземной сфере развивается два типа корневых систем: стержнекорневая и стержнекорневая с 2–4 утолщенными придаточными корнями.

У *T. pacificum* в течение вегетационного периода также происходит формирование подземной и надземной сфер и развитие двух вариантов жизненной формы отличающиеся строением надземной сферы. Подземная сфера представлена системой главного и боковых корней. А в надземной сфере в первый год жизни формируется моноподиально нарастающей одноосный ветвящийся вегетативный побег, который к концу вегетационного сезона либо не укореняется,

либо укореняется, формируя в будущем эпигеогенное корневище.

Таким образом, изучив развитие двух систематически близких видов в условиях культуры, мы пришли к выводу, что это, несомненно, два разных вида, которые отличаются не только по форме листочков, окраске цветка и своему ареалу, но и по своему развитию. Характерными особенностями *T. pacificum*, которые наиболее четко отделяют его от *T. lupinaster* является позднее развитие пальчатосложных листьев или их полное отсутствие в первый год развития, полегание и плагиотропный рост побегов, и что наиболее важно развитие плагиотропных ползучих побегов. Именно это позволит *T. pacificum* уже на следующий год сформировать корневище.

Перечисленные биоморфологические особенности этих видов (табл. 2) должны учитываться при их диагностике.

Таблица 2

Диагностические признаки особей *T. lupinaster* и *T. pacificum* в виргинильном возрастном состоянии

Диагностический признак	<i>T. lupinaster</i>	<i>T. pacificum</i>
Вес 1000 семян семян, г.	3,2+/- 0,1	2,3 +/-0,3 г.
Число азотфиксирующих клубеньков	до 5	1-2
Число сложных однолисточковых листьев	1-3	1-6
Образования пальчатосложных листьев в первый год	всегда	редко, едично
Формирование подузловых придаточных корней	не формируются	формируются
Тип побегов	прямостоячий	стелющийся, ползучий
Цвет основания побегов	зеленый	ярко красный
Почки возобновления	одиочные	одиочные, сериальные

ЛИТЕРАТУРА

- Васильченко И.Т.* О филогенетическом значении смены листовых форм в онтогенезе астрагалов // Бот. журн. 1961. Т. 46, № 12. С. 1735 – 1739.
- Голубев В.Н.* К биоморфологии природных растений Подмоскowsья с запасующими органами побегового происхождения // Учен. зап. Московского обл. пед. ин-та, 1956д, Т. 41, тр. каф. бот., Вып. 1.
- Голубев В.Н.* Материалы к эколого-морфологической и генетической характеристике жизненных форм травянистых растений // Бот. журн. 1957. Т.42. №7.
- Голубев В.Н.* Особенности биоморфологии травянистых растений центральной лесостепи // Труды центрально-черноземного государственного заповедника. Вып. 7. Воронеж. 1962. 510 с.
- Донскова Л.А.* Жизненный цикл клевера сходного (*Trifolium ambiguum* M. B.) условиях высокогорий Кавказа // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1968. Т. 73. Вып. 4. С. 47-62.
- Дудик Н.М.* Морфология плодов бобоцветных в связи с эволюцией // Киев: Наук. думка, 1979. 212 с.
- Ильина Е.Я.* Сравнительная характеристика семян некоторых видов рода *Trifolium* L. // Онтогенез травянистых поликарпических растений. Свердловск. 1977. С. 128-238.
- Кернер А. фон – Марилаун.* Жизнь растений. СПб. 1903. Т. 2.
- Кириллова В.П.* Большой жизненный цикл *Trifolium pratense* (Fabaceae) и его изменения под влиянием факторов среды // Бот. журн. 1988. Т. 73. № 3. С. 331-341.
- Костычев С.П.* Физиология растений. 1933. Ч. 2.
- Кузнецов В.М.* Биоморфология корня горнца забайкальского (*Polygonum divaricatum* L.) и методика его изучения // Тр. ГБС АН СССР, 1951. Т. 2.
- Мехтиева Б.А.* Биоэкоморфологические особенности клевера александрийского и клевера персидского. Изд. АН АзССР. Сер. биол. наук, 1977. № 3. С. 25-30.
- Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н.* Справочник по проращиванию покоящихся семян. – Л.: Наука, 1985. – 358с.
- Павлова Н.С.* Сем. Бобовые – *Fabaceae* Lindl s. l. // Сосудистые раст. сов. Дальнего Востока, 1989. Т. 4. С. 191 – 339.
- Покровская Т.М.* Этапы куста лугового клевера в условиях Московской области // Доклады АН СССР, 1956. Т. 124. № 5. С. 1160-1162.
- Покровская Т.М.* Возрастно – морфологические этапы формирования куста шведского клевера (*Trifolium hybridum* L.) в условиях Московской области // Науч. доклады высш. школы. Биол. науки, 1960. № 2. С. 110 – 115.
- Работнов Т. А.* Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3, Геоботаника. М.; Л., 1950б. Вып. 6. С. 7 – 204.
- Росков Ю.Р.* Ревизия рода *Trifolium* L. s. l. во флоре СССР – дис. к. б. н. Ленинград, 1990. 261 с.
- Фецак О.С.* Онторморфогенез *Trifolium campestre* Schreb. // Укр. бот. журн. 1979. Т.36. №1. С. 62-66.
- Шелютто Б.В., Попов С.В.* Морфологические особенности роста и развития различных типов клевера лугового // Интенсив. технология возделывания кормовых культур в условиях БССР. Горький, 1988. С. 24-29.