

УДК 58.032.3(571.150)582.782.736(571.150)

Оценка засухоустойчивости *Astragalus cicer* L. в лабораторных условиях Assessment of drought resistance of *Astragalus cicer* L. in laboratory conditions

Корниевская Т. В., Силантьева М. М.

Kornievskaya T. W., Silanteva M. M.

Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия. E-mail: galtsovaw@yandex.ru; msilan@mail.ru

Altai State University, Barnaul, Russia

Реферат. Статья посвящена оценке засухоустойчивости астрагала нутового косвенным лабораторным методом. Подобраны и рассчитаны концентрации растворов сахарозы с разным осмотическим давлением, оптимальные для проращивания семян астрагала нутового. Изучена устойчивость астрагала к дефициту влаги на начальных этапах онтогенеза.

Summary. The article is devoted to the evaluation of drought resistance of *Astragalus cicer* indirect laboratory method. Concentrations of sucrose solutions with different osmotic pressure, optimal for seed germination of *Astragalus cicer* were selected and calculated. The stability of *Astragalus* to moisture deficiency at the initial stages of ontogenesis is studied.

Введение

При интродукции травянистых видов бобовых в условиях недостатка влаги возникает ряд проблем, связанных с низкой полевой всхожестью возделываемых культур и высоким процентом гибели ювенильных растений. Успешная интродукция бобовых трав в засушливых агроклиматических условиях должна базироваться на засухоустойчивых видах и сортах, способных адаптироваться к водному дефициту и высоким температурам воздуха и почвы.

На протяжении пяти лет на территории Михайловского района Алтайского края ведутся работы по интродукции малораспространенных степных многолетних трав семейства бобовые, перспективных в качестве кормовых культур (Гальцова, 2013; Силантьева и др., 2015; Корниевская, Михайлова, 2016; Корниевская, Силантьева, 2017).

Опытные делянки находятся в условиях сухостепной зоны Кулунды. Для вегетационного периода характерно обилие тепла и света с суммой активных температур 2000–2600° С и недостаточным увлажнением. Годовая сумма осадков не превышает 230–350 мм. Распределение осадков происходит неравномерно. Начало вегетационного сезона (май–июнь) совпадает с периодом засухи, в июле выпадает до 50 % осадков летнего сезона, которые имеют преимущественно ливневый характер (Атлас..., 1978).

П. А. Генкель (1982) в своей работе рассматривает засуху как биометеорологическое явление, которое характеризуется бездождевым периодом, повышенной температурой и увеличенным дефицитом влажности воздуха, что вызывает повышенное испарение и транспирацию у растений, в результате чего происходит их обезвоживание и перегрев. Засуха приводит к снижению продуктивности растений, и может вызывать их гибель.

По П. А. Генкелю (1946) засухоустойчивыми считаются растения, способные в течение своего онтогенетического развития приспосабливаться к действию недостатка влаги без ущерба для себя и своего воспроизведения.

Оценка засухоустойчивости осуществляется в комплексе с учетом физиологических параметров, которые зависят от экологических условий произрастания вида и биологических особенностей культуры.

С целью ускорения селекционного процесса в последнее время все чаще используют косвенные оценки засухоустойчивости с использованием лабораторных методов. Одним из самых эффективных лабораторных методов является оценка засухоустойчивости по способности семян к проращению на

концентрированных растворах сахарозы. Этот метод имеет немаловажные достоинства: простота и доступность исполнения, низкая трудоемкость и независимость от погодных условий, что позволяет проводить исследования круглый год.

Семена и проростки культивируются в осмотических растворах, имитирующих недостаток влаги. Высокие концентрации растворов сахарозы вытягивают воду из живых клеток. Засухоустойчивые растения обладают высокой водоудерживающей способностью, поэтому, чем больше семян прорастает на растворе сахарозы, тем большей устойчивостью к засухе обладает растение (Дымина, Баяндина, 2010). Такой подход позволяет судить об особенностях прорастания семян при недостатке влаги и контролировать процесс устойчивости растений к дефициту воды на ранних этапах онтогенеза.

Материалы и методы

Объектами исследования послужили семена астрагала нутового (*Astragalus cicer* L.) 2016 и 2017 гг., интродуцируемого в условиях сухой степи юго-западной Кулунды (Михайловский район, Алтайский край). В качестве контроля взяты семена люцерны посевной (*Medicago sativa* L.) того же места, репродукции 2016 г.

У всех исследуемых семян была определена жизнеспособность и количество твердых семян экспресс-способом по методике Ю. Д. Ахламова (2013). Отбор исходного материала включал 4 пробы по 100 семян в каждой, размещенные на фильтровальной бумаге и залитые до полной влагоемкости 1%-ным раствором аммиака. На первом этапе оценивалась жизнеспособность семян, на втором этапе – содержание твердых семян в посевном материале. Оценка производилась по количеству изменивших окраску семян в коричневый цвет. Продолжительность между первым и вторым этапом составляла 40–45 мин.

Для оценки засухоустойчивости отбирались здоровые, нормально выполненные семена, с блестящей желтой семенной оболочкой, имеющие всхожесть не менее 68–93 %. Проращивание семян проводилось в чашках Петри.

Чашки Петри стерилизовали в течение 2 часов в сушильном шкафу при температуре 150° С. В 100 мл дистиллированной воды растворяли подобранное количество сахарозы (2,85 и 5,69 г), что обуславливало осмотическое давление 2 и 4 атмосферы соответственно.

Предварительно скарифицированные концентрированной серной кислотой семена (в течение 60 мин. – астрагал нутовый, 30 мин. – люцерна посевная) по 50 шт. раскладывались в чашки Петри на увлажненную фильтровальную бумагу в четырехкратной повторности и проращивались при комнатной температуре (20–22° С) в течение 7 дней. Контрольное проращивание семян осуществлялось в двукратной повторности на дистиллированной воде.

Процент проросших семян подсчитывали по формуле: $P = a/b \times 100 \%$,

где *a* – среднее число семян, проросших в растворе сахарозы, *b* – среднее число семян, проросших в контроле (на дистиллированной воде).

По количеству семян, проросших в растворах сахарозы, определялся уровень засухоустойчивости образца.

Результаты исследования

Метод позволил оценить физиологическую особенность семян неодинаково прорастать в растворах с различным осмотическим давлением.

В опытах использовались семена растений первичной репродукции, выращенные на интродукционном семенном участке в условиях сухостепной зоны Кулунды (табл. 1). Использование в качестве контроля люцерны посевной связано с тем, что дикорастущие популяции *Medicago sativa* в Казахстане и Средней Азии обладают высокой засухоустойчивостью (Гашкова, 2009).

Для расчета времени скарификации проведен анализ семян на твердость семенных оболочек. Все отобранные семена обладали высоким процентом твердосемянности 78,3 % (*M. sativa*) – 98,3 % (*A. cicer*, 2016 г.). Экспресс-диагностика семян показала, что астрагалы разных лет репродукции и люцерна посевная в условиях интродукции сухостепной зоны Кулунды производят качественные жизнеспособные семена (табл. 2). Доля нежизнеспособных семян незначительна 0,75 % – 2,75 %.

Таблица 1

Происхождение семян, используемых в эксперименте

| Название | № по каталогу ВИР | Происхождение |
|---|-------------------|---------------|
| <i>Medicago sativa</i> L. (люцерна посевная) | 33468 | Казахстан |
| <i>Astragalus cicer</i> L. (астрагал нутовый) | 48630 | США |

Таблица 2

Жизнеспособность и твердосемянность интродуцируемых в условиях сухой степи

Medicago sativa и *Astragalus cicer*

| <i>Medicago sativa</i> L., 2016 г. | | | | | | |
|-------------------------------------|------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| Повторности | Нежизнеспособные семена, шт. | Ср. знач., % | Жизнеспособные семена, шт. | Ср. знач., % | Твердосемянность, шт. | Ср. знач., % |
| I | 1 | 2,75 | 99 | 97,25 | 77 | 78,25 |
| II | 1 | | 99 | | 82 | |
| III | 5 | | 95 | | 77 | |
| IV | 4 | | 96 | | 77 | |
| <i>Astragalus cicer</i> L., 2016 г. | | | | | | |
| I | 2 | 0,75 | 98 | 99,25 | 98 | 98,25 |
| II | 1 | | 99 | | 99 | |
| III | 0 | | 100 | | 98 | |
| IV | 0 | | 100 | | 98 | |
| <i>Astragalus cicer</i> L., 2017 г. | | | | | | |
| I | 1 | 2,5 | 99 | 97,5 | 97 | 96,25 |
| II | 3 | | 97 | | 96 | |
| III | 3 | | 97 | | 97 | |
| IV | 3 | | 97 | | 95 | |

Сравнение количества проросших семян астрагала нутового 2016 и 2017 гг. в растворах сахарозы разной концентрации показало, что чем выше концентрация сахарозы (и выше осмотическое давление раствора, соответственно), тем ниже всхожесть семян (табл. 3).

Лабораторная всхожесть астрагала нутового на контроле (дистиллированная вода) оценивалась на 5-е сутки и в среднем составила 68 % у *A. cicer*, 2016 г. и 93 % у *A. cicer*, 2017 г.

Прорастание семян астрагала нутового на растворах сахарозы с разным осмотическим давлением было затруднено. В среднем, при осмотическом давлении 2 атм. проросло 25,7 % семян, а при осмотическом давлении 4 атм. – 2,6 %. У семян, полученных в разные годы разница процентного соотношения проросших семян мало отличалась. Возможно, это объясняется сходными климатическими условиями двух лет. Период 2016–2017 гг. является «нетипичным» для условий Михайловского района Алтайского края. Два последних года отличались высокой влагообеспеченностью вследствие достаточного количества осадков в летний вегетационный период. Доля осадков мая – июня 2016 г. составила 38 %, июля – 49 %, августа – сентября – 13 % (Майсснер и др., 2017). Как полагает Б. А. Кужахметов (2010), формирование семян в засушливых условиях повышает их всхожесть при водном стрессе. Чем засушливее условия, тем выше устойчивость семян к дефициту влаги при прорастании.

Взятый в качестве контроля вид *M. sativa* был устойчивее к водному стрессу в сравнении с *A. cicer*. Прорастание семян люцерны посевной при концентрации сахарозы, соответствующей осмотическому давлению 2 атм. составило в среднем 97,5 %, что в 26 раз больше, чем у астрагала нутового.

Таблица 3

Лабораторная всхожесть семян астрагала нутового (2016, 2017 гг.) в растворах сахарозы с различным осмотическим давлением в сравнении с контрольным образцом – люцерной посевной (2016 г.)

| <i>Medicago sativa</i> L., 2016 г. | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|----------------|-----------------------------|--------------|--|-------------------------------|-----------------------------|--|-------------------------------|-----------------------------|
| Повторности | Контроль: к-во проросших семян, шт. при $P_{осм} = 0$ атм. | Ср. знач., шт. | К-во проросших семян (P), % | Ср. знач., % | К-во проросших семян, шт. при $P_{осм} = 2$ атм. | Ср. к-во проросших семян, шт. | К-во проросших семян (P), % | К-во проросших семян, шт. при $P_{осм} = 4$ атм. | Ср. к-во проросших семян, шт. | К-во проросших семян (P), % |
| I | 42 | 39,5 | 84 | 79 | 45 | 38,5 | 97,5 | 19 | 20,5 | 51,9 |
| II | 37 | | 74 | | 35 | | | 37 | | |
| III | | | | | 42 | | | 16 | | |
| IV | | | | | 32 | | | 10 | | |
| <i>Astragalus cicer</i> L., 2016 г. | | | | | | | | | | |
| I | 36 | 34 | 72 | 68 | 0 | 10,5 | 30,9 | 4 | 1,5 | 4,4 |
| II | 32 | | 64 | | 22 | | | 2 | | |
| III | | | | | 3 | | | 0 | | |
| IV | | | | | 17 | | | 0 | | |
| <i>Astragalus cicer</i> L., 2017 г. | | | | | | | | | | |
| I | 46 | 46,5 | 92 | 93 | 14 | 9,5 | 20,4 | 2 | 3,75 | 8,1 |
| II | 47 | | 94 | | 8 | | | 2 | | |
| III | | | | | 11 | | | 4 | | |
| IV | | | | | 5 | | | 7 | | |

С повышением концентрации сахарозы до осмотического давления 4 атм. количество проросших семян люцерны снизилось и составило 30,9 %.

Таким образом, выявлены различия между интродуцируемыми видами бобовых – астрагала нутового и люцерны посевной по устойчивости к засухе на начальных этапах онтогенеза растений. По показателю всхожести семян на осмотических растворах сахарозы астрагал нутовый является неустойчивой к засухе культурой (1,5–10,5 % проросших семян в условиях осмотического давления). Люцерна посевная устойчива к дефициту влаги, поскольку образует 51,9–97,5 % проростков при осмотическом давлении (2–4 атм.).

ЛИТЕРАТУРА

Атлас Алтайского края. – М.-Барнаул: ГУКК, 1978. – Т. 1. – 222 с.

Ахламов Ю. Д. Способ определения жизнеспособности и количества твердых семян бобовых трав: 2477595 С2 МПК А01С 1/00, А01G 7/00 / патентообладатель Государственное научно-исследовательское учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В. Р. Вильямса Российской академии сельскохозяйственных наук. – № 2011118596/13 ; заявл. 11.05.2011 ; опубл. 20.03.2013, Бюл. № 8. – 4 с.

Гальцова Т. В. Астрагал нутовый – новый вид кормовых культур в условиях сухостепной зоны Кулунды // Сборник научных статей международной молодежной школы-семинара «Ломоносовские чтения на Алтае». – Барнаул, 2013. – С. 229–232.

Гашикова И. В. Основные сельскохозяйственные культуры. *Medicago sativa* L. Люцерна синяя (посевная). Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их болезни, вредители и сорные растения. – 2009. URL: http://www.agroatlas.ru/ru/content/cultural/Medicago_sativa_K/index.html (дата обращения 27.02.2018).

Генкель П. А. Устойчивость растений к засухе и пути ее повышения // Труды Института физиологии им. К. А. Тимирязева АН СССР. – М.-Л., 1946. – 236 с.

Генкель П. А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. – М.: – Наука, 1982. – С. 20.

Дымина Е. В., Баяндина И. И. Практические занятия по физиологии и биохимии растений: Учебное пособие. – Новосибирск, 2010. – С. 101–104.

Корниевская Т. В., Михайлова С. И. Семенная продуктивность и качество семян астрагала нутового на юге Западной Сибири // Acta Biologica Sibirica, 2016. Т. 2., № 4. – С. 5–10.

Корниевская Т. В., Силантьева М. М. Сезонный ритм развития астрагалов в условиях сухой степи Западной Кулунды // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2017. № 16. – С. 117–120.

Кужахметов Б. А. Оценка засухоустойчивости яровой мягкой пшеницы по способности семян к прорастанию на концентрированных растворах сахарозы // Вестник мясного скотоводства, 2010. – Т. 4, № 63. – С. 117–125.

Майсснер Р., Рупп, Х., Шмидт Г., Бондарович А. А., Щербинин В. В., Понькина Е. В., Мацюра А. В., Рудев Н. В., Кожанов Н. А., Пузанов А. В., Балыкин Д. Н. Агроклиматический мониторинг сухой степи Алтайского края // География и природопользование Сибири, 2017. – С. 121–139.

Силантьева М. М., Терехина Т. А., Сперанская Н. Ю., Гальцова Т. В., Шапина М. М., Елесова Н. В., Гребенникова А. Ю. Новые перспективные виды и сорта кормовых трав для реставрации пастбищ сухостепной зоны Кулунды // Вестник Алтайской науки, 2015. – С. 50–54.