

УДК 633.37:631.529(470.24):581.14

**АДАПТАЦИЯ АМЕРИКАНСКИХ ЭКОТИПОВ *Onobrychis arenaria* (Kit.) Ser.
В УСЛОВИЯХ НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ****Н.И. ДЗЮБЕНКО¹, Я.М. АБДУШАЕВА²**

Приведены результаты изучения биологических особенностей, роста и развития, морфологических признаков, их вариабельности и корреляции между этими признаками и продуктивностью у *Onobrychis arenaria*, привезенного из США и адаптированного к условиям средней полосы России. Установлено, что адаптированные образцы *Onobrychis arenaria* формируют большую вегетативную массу, а также характеризуются устойчивостью к заболеваниям и неблагоприятным условиям перезимовки.

Ключевые слова: эспарцет, виды, популяции, вегетативные органы растений, динамика среднесуточного прироста.

Keywords: milk-vetch, species, populations, vegetative organs of plants, dynamics of a daily average gain.

Эспарцет (род *Onobrychis* Gaertn., сем. *Fabaceae*) включает 133 диких вида, произрастающих в средней и южной части Европы, в северной Африке и западной Азии. Большинство из них (70 видов) имеют широкое практическое применение. *Onobrychis arenaria* впервые был введен в культуру на Украине еще в начале XX века. В диком виде растения *Onobrychis arenaria* произрастают в средней полосе европейской части России и в южной части Сибири. Изучение гербарного материала Ботанического института РАН (г. Санкт-Петербург, международный индекс LE), Санкт-Петербургского государственного университета (ЛЕСВ) по северо-западу европейской части России указывает на отсутствие здесь каких-либо других видов эспарцета, кроме эспарцета песчаного *Onobrychis arenaria* — местного дикого вида с более коротким периодом вегетации и высокой зимостойкостью. *Onobrychis arenaria* — типичный мезофит. В Северо-Западном регионе в культуру не введен, в Новгородской области в естественных условиях не встречается. При этом первые находки представителей *Onobrychis arenaria* были сделаны в районе г. Пскова (Снятная Гора) (Кречетович В.И., 1935), вид описан также в Ладожско-Ильменском районе, в Ленинградской области (в Лужском и Оредежском районах). Здесь места его обитания — открытые участки в сухих сосновых борах, иногда на вырубках и гарях, в основном по южным песчаным склонам, а также на осыпях по обнажениям известняков; растения обычно располагаются небольшими группами или одиночно (1). Для *Onobrychis arenaria* пригодны разные почвы, однако он не выносит заболачивания и закисления, успешно противостоит засухе, может расти на маломощных почвах, подстилаемых камнями и щебнем. В северных штатах США хорошо произрастает на сухих и малоплодородных холмах, которые другие культурные растения вообще не заселяют.

В сене *Onobrychis arenaria* содержание кормовых единиц, белка, жира, клетчатки, безазотистых веществ и золы составляет соответственно 53,5; 15,4; 3,2; 24,9; 34,0 и 6,7 %, в листьях в фазу бутонизации количество накапливаемой аскорбиновой кислоты достигает 230 мг% сухого вещества (СВ) (2, 3). Такое сено охотно поедают животные, причем его употребление никогда не вызывает тимпанита. Благодаря быстрому росту в весенний период *Onobrychis arenaria* служит источником самого раннего высокобелкового корма (4, 5). В отличие от люцерны он продолжительное время сохраняет хорошую облиственность, а стебли остаются сочными

вследствие равномерного среднесуточного прироста в течение всей вегетации (6, 7). Растения достигают полного развития на 3-4-й год жизни, скашивание переносят лучше, чем стравливание, по сравнению со всеми видами многолетних бобовых трав *Onobrychis arenaria* обладает наиболее высокой и устойчивой семенной продуктивностью (8). В надземной части растений содержатся флавоноиды (кемпферол, астрагалин, кверцетин, рутин), различные ферменты, в листьях — танины и кумарины (умбеллиферон, скополетин, птерокарпаны), в семенах — углеводы (9,6 %) и сырой жир (6,1-14 %) (9). При этом из-за хорошо развитой корневой системы *Onobrychis arenaria* может усваивать труднорастворимые фосфаты и минеральные вещества, что позволяет использовать его для залужения малопродуктивных щебневатых склонов и борьбы с эрозией (1). Кроме того, *Onobrychis arenaria* гораздо сильнее, чем люцерна, способствует структурообразованию почвы, поскольку его многочисленные мелкие корни ветвятся главным образом в подпочве, а остатки быстро разлагаются вследствие высокого содержания кальция. Конечно, эспарцет целесообразно рассматривать не как альтернативу люцерне, а как дополнение к ассортименту многолетних бобовых трав.

В фитотерапии водный настой и отвар травы и корней *Onobrychis arenaria* применяют при маточных кровотечениях и как средство, усиливающее половую функцию у мужчин (10).

Следует отметить, что *Onobrychis arenaria* также относится к медоносам с высокой нектаропродуктивностью, зацветает раньше многих других медоносов, охотно посещается пчелами, а эспарцетовый мед обладает целебными свойствами (11).

Наша цель заключалась в экологической оценке адаптационного потенциала растений *Onobrychis arenaria* для последующего возделывания в условиях Новгородской области.

Методика. В исследовании использовали оригинальные (привезенные из США) и репродуцированные в условиях эксперимента семена *Onobrychis arenaria* (полученные из них растения соответственно обозначали как оригинальные и репродуцированные). Наблюдения выполняли на опытном поле Института сельского хозяйства и природных ресурсов Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого в 2005-2008 годах. Повторность опытов 3-кратная, учетная площадь делянок 3 м².

Оценку исходного и селекционного материала осуществляли по методике Всероссийского НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова (12). Структурный анализ проводили у 50 растений в период уборки, измеряли длину побега, длину междоузлия, длину и толщину главного побега, подсчитывали число побегов в кусте, число ветвей 1-го порядка, число междоузлий. Определяли массу растения, массу семян с растения, степень облиственности растений (%). Потенциальную, реальную и условно-реальную семенную продуктивность оценивали по методике Е.А. Ходачек (13). К уборке на семена приступали при побурении 30-40 % бобов, подсчитывали число кистей на побеге, цветков в соцветии, завязавшихся цветков и бобов в кисти, а также семян в бобе. Со 100 кистей отбирали пробы для учета массы 1000 семян.

Полученные данные обрабатывали с помощью пакета программ Statistica 6.0. Для каждого биометрического параметра вычисляли среднее значение, ошибку среднего значения и коэффициент вариации (C_v , %), используя пакет программ Statistica и Microsoft Excel. Для регрессионного анализа применяли программу CurveExpert (©1995-1997 Daniel Hyams).

Результаты. Выяснение приуроченности *Onobrychis arenaria* к оп-

ределенным местам обитания (типу рельефа, почвы, условиям увлажнения), изучение важнейших хозяйственно ценных признаков (высота растений, форма куста, кустистость) и отбор лучших экземпляров для сбора семян позволяют успешнее проводить интродукционную работу.

В период экспедиционных исследований (2004 год) в северных и южных штатах США, где *Onobrychis arenaria* широко распространен, наблюдали два экотипа растений. Сенокосный экотип — это многолетнее травянистое растение, стебли высотой 85,2-91,7 см, в разреженном травостое — более 1 м, прямостоячие, у основания восходящие, ветвистые, средней грубости; листья 6-12-парные, нижние на длинных черешках, прилистники яйцевидные, заостренные, облиственность 47-52 %; соцветие — кисть (длинная, многоцветковая), венчик цветка ярко- и фиолетово-розовый; плод — боб односемянный, сплюснутый с боков, с сильно выраженной сетчаткой, шиповатый; семена фасолевидные, бурые или коричневые, масса 1000 семян 10-12 г. Растения пастбищного экотипа формируют полуразветвленный куст, стебли достигают высоты 55,3-88,6 см, имеют небольшое опушение, хорошо ветвятся, продолжительное время остаются мягкими; листочки зеленые, эллиптические, со слабо выраженным опушением, облиственность составляет 51,7-55,0 %; соцветие — кисть (веретеновидная, рыхлая), окраска венчиков розовая; бобы коричневые, сетчатые, длиной 5-6 мм; семена фасолевидные.

В условиях Новгородской области сроки наступления основных фаз вегетации *Onobrychis arenaria* в значительной степени зависели от экотипа, места репродукции использованных для посева семян и метеорологических условий года. Оригинальные семена в 2005 году прорастали медленно, всходы появились только на 12-18-е сут. Более дружному прорастанию способствовало сочетание высоких положительных температур и запасов почвенной влаги (весной 2006 года на фоне повышенной температуры воздуха и большого количества осадков в апреле и мае появление всходов отмечали 10 мая), что на 2 нед раньше, чем у клевера. При высеве в 2006 году семенного потомства растений, выращенных из завезенных семян в местных условиях, дружные и ранние всходы отмечали уже на 7-12-е сут. Через 5-7 сут после прорастания появлялся 1-й настоящий лист из одной пластинки на длинном черешке, еще через 1 нед — 2-й лист, состоящий уже из трех пластинок, и т.д. В это же время формировалась прикорневая розетка листьев и основная массы корней. В пазухах нижних листьев закладывались боковые почки, начиналось кущение. Спустя 10-14 сут от появления всходов корневая шейка (зона кущения) начинала втягиваться в почву (этот процесс продолжался в течение первых 3 лет жизни, у неакклиматизированных растений корневая шейка при этом погружалась в почву на глубину 4,0-4,5 см, у акклиматизированных — на 2,5-3,0 см). Ювенильные растения формировали розетку листьев, затем куст из укороченных побегов. В 1-й год жизни в благоприятных условиях наступал переход в генеративное состояние, при этом из поминальной почки укороченного побега образовывался удлиненный цветonoсные побег с зелеными листьями. В 1-й мес вегетации значительно интенсивнее, чем надземная масса, росли корни. Клубеньки на корнях формировались на 20-30-е сут после появления всходов. У некоторых растений, полученных при высеве оригинальных семян, в 1-й год жизни в фазу семядольных листьев начиналось стебление, а при благоприятных условиях (2005 и 2006 годы) наблюдалось даже цветение и плодоношение.

На 2-й год жизни (2007 год) весеннее отрастание (начало вегетации) отмечали 25 апреля при переходе суточных температур через значе-

ние 8-10 °С (намного раньше, чем у клеверов и люцерны). Оригинальные образцы *Onobrychis arenaria* в фазу бутонизации характеризовались приростом в среднем 3,2 см/сут, репродуцированные — 4,6 см/сут.

По срокам цветения и общей продолжительности вегетационного периода оригинальные растения характеризовались как раннеспелые, репродуцированные — как среднеспелые. В условиях Новгородской области *Onobrychis arenaria* зацвел на 2 нед раньше люцерны. Даты цветения и последующих фаз развития у *Onobrychis arenaria* значительно различались по годам жизни растений. На каждом стебле развивалось не менее 3-5 кистей, цветение каждой длилось 8-12 сут, всего растения — около 25 сут.

Период укосной спелости от весеннего отрастания до цветения у раннеспелых форм составлял 49 сут, у среднеспелых — 54 сут. Оригинальные сенокосные образцы после формирования семян начали интенсивно отрастать, и спустя месяц отава достигла высоты 30-38 см. В 2006 году у оригинального сенокосного экотипа созревание семян в условиях Новгородской области наступало в I декаде июля, начиная с бобиков, расположенных в нижней части. В этом же порядке (снизу вверх) происходило созревание семян по отдельным кистям на каждом стебле. Продолжительность вегетационного периода у ранне- и среднеспелых форм равнялась соответственно 87-90 и 92-95 сут.

Скорость роста растений от отрастания до фазы цветения варьировала в зависимости от метеорологических условий года, экотипа и эколого-географического происхождения (места семенной репродукции). Оригинальные и репродуцированные экотипы относились к высокорослым формам. Высота растений к началу укосной спелости достигала в среднем 98,5 см, энергия отрастания весной и после укоса была высокой. Наибольшую изменчивость по габитусу отмечали у всех изученных образцов (независимо от экотипа) в 1-й год жизни: коэффициент вариации (C_v) по высоте растений достигал 42 %, по числу стеблей — 58 %. Растения, полученные из репродуцированных семян, на 2-й и последующие годы жизни меньше варьировали по высоте ($C_v = 15$ %), однако по габитусу надземной массы этот показатель оставался высоким ($C_v > 45$ %). До фазы бутонизации динамика среднесуточного прироста в высоту составила 1,3 см, максимальный прирост наблюдали в фазу бутонизации—начала цветения (3,6-3,8 см). В начальные фазы развития эспарцета песчаного медленный рост наблюдали при низких температурах в конце апреля и начале мая. Рост стебля в фазу массового цветения значительно замедлялся (для большинства бобовых культур характерно такое подавление роста при наступлении репродуктивной фазы), а в период созревания генеративных органов фактически прекращался.

1. Морфологические признаки у растений эспарцета *Onobrychis arenaria* в зависимости от экотипа и места репродукции семян (Новгородская обл., 2007-2008 годы)

Экотип	Высота, см	Число стеблей, шт.	Число ветвей на стебле, шт.	Облиственность, %	Урожайность, кг/м ²	Форма куста
СС	88,6	13	1,3	51,7	2,9	Прямостоячий
СП	65,4	22	1,0	55,1	3,3	Полуразвалистый
СР	95,2	14	1,8	50,4	3,4	Раскидистый
ПР	70,1	30	1,4	54,8	3,7	Развалистый
НСР ₀₅					0,2	

П р и м е ч а н и е. СС и СП — соответственно растения сенокосного и пастбищного экотипа из семян американского происхождения (оригинальные), СР и ПР — растения сенокосного и пастбищного экотипа из семян местной репродукции (репродуцированные).

У всех образцов выявили прямую зависимость урожайности фитомассы от кустистости, высоты и толщины стебля, густоты стеблестоя и

облиственности (табл. 1).

Урожайность репродуцированных экотипов *Onobrychis arenaria* в условиях Новгородской области оказалась выше, чем в регионе их происхождения, так как на территории США в период летнего побегообразования культуры в почве отмечается недостаток влаги. Растения были толстостебельными и слабо облиственными, преобладали двуукосные формы. В 2007 году у репродуцированного сенокосного экотипа число прямостоячих стеблей, которые развивались из боковых пазушных побегов, могло составлять до 75 шт. на одно растение, у репродуцированного пастбищного экотипа этот показатель достигал меньших значений. Растения пастбищного экотипа отличались дружным отрастанием (через 30-38 сут после первого укоса и формировали равноценный второй укос), для сенокосного экотипа были характерны одноукосные, реже двуукосные формы (на второй укос приходилось 30-40 % общего урожая).

Облиственность существенно влияет на кормовое достоинство выращиваемых трав и косвенно характеризует интенсивность фотосинтеза, от которой зависит продуктивность. Высокую степень облиственности отмечали в фазу бутонизации—начала цветения, тогда как в период массового цветения—начала созревания семян она значительно снижалась (табл. 2). Растения обоих экотипов, выращенные из семян местной репродукции, имели повышенную облиственность. На этот признак у изучаемых образцов влияли как внешние, так и возрастные факторы.

2. Динамика облиственности (%) у растений эспарцета *Onobrychis arenaria* в зависимости от экотипа и места репродукции семян (Новгородская обл., 2007-2008 годы)

Экотип	Фаза вегетации				
	отрастание	бутонизация	начало цветения	массовое цветение	созревание
СС	54,2	58,9	48,4	44,2	38,8
СП	58,7	62,4	53,7	48,3	40,1
СР	56,8	59,5	52,7	48,4	43,7
ПР	63,9	65,7	56,4	53,2	47,3

П р и м е ч а н и е. СС и ПС — соответственно растения сенокосного и пастбищного экотипа из семян американского происхождения (оригинальные), СР и ПР — растения сенокосного и пастбищного экотипа из семян местной репродукции (репродуцированные).

У изучаемых экотипов проявилось сложное взаимовлияние морфологических признаков. Так, связь между облиственностью и числом листьев на стебле оказалась отрицательной ($r > -0,6$), что, по-видимому, обусловлено неодинаковой морфологией листовых пластинок у разных экотипов. У растений, характеризующихся крупными листьями, в формировании признака облиственности основную роль играют размеры листовой пластинки, тогда как у сенокосного экотипа эспарцета песчаного американского происхождения с мелкими листьями — их число. Оказалось также, что длина и ширина листовой пластинки менее зависят от других морфологических признаков, чем число листьев на растении, а площадь листовой пластинки не связана с высотой растения и ветвистостью, тогда как число листьев положительно сопряжено с ветвистостью, высотой растений и толщиной стебля. Если прирост массы листьев происходил в арифметической прогрессии, то стебля — в геометрической. В отличие от показателя облиственности, который зависел от массы листьев и стебля, индекс листовой поверхности тесно коррелировал с длиной и шириной пластинки, а также числом листьев на стебле. Следует при этом подчеркнуть, что хорошо развитая вегетативная масса положительно влияла на число генеративных побегов на растении.

Полученные нами результаты подтверждают данные о высокой и ус-

тойчивой по годам урожайности семян (6,0-7,5 ц/га) у *Onobrychis arenaria* по сравнению с другими видами бобовых трав, полученные ранее (8). Более интенсивное цветение и образование вегетативных побегов наблюдалось на 2-й и в последующие годы жизни растений. Большое число цветков в соцветии как на отдельном побеге, так и на растении в целом обуславливало растянутый характер цветения. Число цветков в соцветии изменялось в зависимости от экотипа (в среднем от 65 до 84 шт.). Число кистей у разных экотипов *Onobrychis arenaria* было неодинаковым и зависело от степени ветвления растений. Нами установлено, что длина кисти определялась возрастом особи и уменьшалась на 3-м году жизни, в результате чего возрастала плотность кисти, причем длинные многоцветковые кисти и цветоносы способствовали формированию высоких урожаев семян. Изучая семенную продуктивность у растений *Onobrychis arenaria*, Д.М. Панков (8) показал, что у форм с короткими и густыми кистями цветение и созревание семян происходят раньше и более дружно, благодаря чему можно оптимизировать сроки уборки семян и снизить их потери. В наших опытах цветочные кисти на отдельных стеблях формировались не одновременно: когда в верхнем ярусе продолжалось образование бутонов и цветение, в нижнем созревали полноценные семена с высокими посевными качествами. Для *Onobrychis arenaria* (как и для большинства бобовых растений) характерно осыпание бутонов, цветков, завязей, в связи с чем важный признак, определяющий семенную продуктивность, — число завязавшихся бобов в соцветии. При этом в более плотных кистях завязываемость бобов выше. По нашим наблюдениям, наибольшее число завязавшихся бобов отмечалось у растений сенокосного экотипа, адаптированных в Новгородской области.

Погодные условия в годы учета семенной продуктивности (2006-2008) были благоприятными. Как известно, продолжительность формирования семян на растении зависит от положения цветка в соцветии и погодных условий. При среднесуточной температуре 15-16 °С период от опыления до созревания семян составлял 12-20 сут, общая продолжительность цветения одного цветка — 2-3 сут. В холодную дождливую и очень жаркую погоду этот процесс затягивался (32-45 сут и более). Завязывание бобов зависело от срока цветения: в соцветиях, раскрывшихся 10 июня, завязалось 20-93 % бобов, 25 июня — 28-83 % и 10 июля — 59 %. Более крупные семена с высокими посевными качествами созревали во второй половине июля. Кроме того, площадь питания растения влияла на завязываемость семян: самый высокий показатель (85-96 %) был получен при квадратно-гнездовом способе посева. Репродуцированные экотипы эспарцета песчаного дали семена на 2-й год жизни (первой укос). Крупносемянностью характеризовались пастбищные экотипы. Семенная продуктивность в условиях Новгородской области оказалась значительно ниже и варьировала от 85 до 125 г/м² (в обычных условиях произрастания культуры в США она составляет 220 г/м²). И у оригинальных, и у репродуцированных экотипов доля твердокаменных семян была высокой (77-81 %).

Анализ выявил слабую вариабельность массы 1000 семян у изученных образцов *Onobrychis arenaria* (от 9,1 до 11,2 г). При этом наибольший показатель отмечали у растений пастбищного экотипа, акклиматизированного в Новгородской области.

Таким образом, в условиях Северо-Западного региона России интродукция американских экотипов *Onobrychis arenaria* сопровождается его натурализацией, что проявилось в повышении способности формировать вегетативную массу и устойчивости к неблагоприятным условиям переэ-

мовки. Проведенные исследования интродуцентов позволили уточнить описание их морфологических признаков, оценить вариабельность последних, выявить корреляции между этими признаками и продуктивностью, а также обосновать возможность промышленного выращивания американских экотипов *Onobrychis arenaria* в Нечерноземной зоне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цвелев Н.Н. Определитель сосудистых растений Северо-Запада России (Ленинградская, Псковская, Новгородская области). СПб, 2000.
2. Виткус А. Биологические особенности эспарцета посевного (*Onobrychis arenaria* (Kit.) Ser. Scop.) и химический состав зеленой массы. Автореф. канд. дис. Вильнюс, 1970.
3. Овчаренко И.Я. Разработка приемов повышения качества и питательности кормов в процессе заготовки. В сб.: Интенсификация кормопроизводства Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1990: 3-7.
4. Чекедь Е.И. Эспарцет. В сб. науч. мат. Института земледелия и селекции НАН Беларуси: Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси. Минск, 2005: 248-251.
5. Игнатьев С.А., Грязева Т.В., Чесноков И.М. Технология возделывания эспарцета в Ростовской области. Ростов-на-Дону, 2010.
6. Левахин Г.И., Мещеряков А.Г. Сравнительный анализ технологических свойств люцерны и эспарцета. Кормопроизводство, 2002, 10: 31-32.
7. Парахин Н.В. Экологостабилизирующее значение кормовых культур в растениеводстве. М., 1997.
8. Панков Д.М. Совершенствование технологии возделывания эспарцета песчаного на семена в Бийской лесостепи. Автореф. канд. дис. Барнаул, 2004.
9. Goplen B.P., Howarth R.E., Sarkar S.K., Lesins R. A search for condensed tannins in annual and perennial species of *Medicago*, *Trigonella*, *Onobrychis*. Crop Sci., 1980, 20(6): 801-804.
10. Tonnet M.L., Snudden P.M. Oil and protein content of the seed of some pasture legumes. Austral. J. Agr. Res., 1974, 25(5): 767-774
11. Панков Д.М. Пчелы и урожай семян бобовых трав. Пчеловодство, 2009, 6: 18-19.
12. Методические указания по изучению коллекции многолетних кормовых трав. Л., 1979.
13. Ходачек Е.А. Популяционный и ценоотический аспекты изучения репродукции растений в условиях Арктики. В кн.: Эмбриология цветковых растений: терминология и концепция. Т. 3. Системы репродукции /Под ред. Т.Б. Батыгиной. СПб, 2000: 432-439.

*1*ГНУ Всероссийский НИИ растениеводства
им. Н.И. Вавилова Россельхозакадемии,
190000 г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 44;
*2*ФГБОУ ВПО Новгородский государственный
университет им. Ярослава Мудрого,
173003 г. Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, 41,
e-mail: yaroslava-66@mail.ru

Поступила в редакцию
15 июля 2009 года

ADAPTATION OF THE AMERICAN ECOTYPES OF *Onobrychis arenaria* (Kit.) Ser. IN THE NOVGOROD REGION

N.I. Dzyubenko¹, Ya.M. Abdushaeva²

S u m m a r y

The data are represented on investigations of biological characteristics, growth and development parameters, morphological characteristics, variability and the correlations between these traits and productivity in *Onobrychis arenaria*, imported from the United States and adapted to the conditions of the Novgorod region. It is found out that the adapted *Onobrychis arenaria* plants could produce a large vegetative mass and were more resistant to diseases and unfavorable conditions of the overwintering.

Новые книги

Плакунов В. **Основы энзимологии**. М.: изд-во «Логос», 2011, 128 с.

биохимии ферментов и других посредников биохимических процессов. Специальные разделы посвящены вопросам регуляции метаболизма и физиологических функций клеток.

Рассмотрены основные положения