

ARTICLE

УДК 582.736 (571.1)

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН АСТРАГАЛА НУТОВОГО
НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИТ.В. Корниевская¹, С.И. Михайлова²¹Алтайский государственный университет, 656049, г. Барнаул, пр-т Ленина, 61.

Email: galtsovatu@yandex.ru

²Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050,
г. Томск, пр-т Ленина, 36. Email: mikhailova.si@yandex.ru

В статье приведены основные итоги трехлетних наблюдений за интродуцируемыми растениями астрагала нутового в условиях сухостепной зоны Кулунды (юг Западной Сибири). Подсчитаны элементы семенной продуктивности разновозрастных генеративных побегов. Оценена лабораторная всхожесть и жизнеспособность семян *A. cicer*.

Ключевые слова: *Astragalus cicer* L., семенная продуктивность, интродукция, лабораторная всхожесть, качество семян, твердосемянность.

SEED PRODUCTIVITY AND QUALITY OF SEEDS OF AN ASTRAGALUS CICER MILKVETCH
IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIAT.V. Kornievskaya¹, S.I. Mikhaylova²¹Altai State University, 656049, Barnaul, Lenin Ave, 61. Email: galtsovatu@yandex.ru²National Research Tomsk State University, 634050, Tomsk, Lenin Ave, 36.

Email: mikhailova.si@yandex.ru

The main results of three years' observations of the introduced plants of an astragalus cicer milkvetch in the conditions of dry steppe zone of Kulunda (the South of Western Siberia) are given in article. Elements of seed productivity of uneven-age generative escapes are counted. Laboratory germination and viability of seeds of *A. cicer* is estimated.

Keywords: *Astragalus cicer* L., seed production, introduction, laboratory viability, germinative quality, seed hardness.

Следует цитировать / Citation:

Корниевская Т.В., Михайлова С.И. (2016). Семенная продуктивность и качество семян астрагала нутового на юге Западной Сибири. *Acta Biologica Sibirica*, 2 (4), 5–108.

Kornievskaya, T.V., Mikhaylova, S.I. (2016). Seed productivity and quality of seeds of an Astragalus Cicer milkvetch in the South of Western Siberia. *Acta Biologica Sibirica*, 2 (4), 5–10.

Поступило в редакцию / Submitted: 13.10.2016

Принято к публикации / Accepted: 15.11.2016

crossref <http://dx.doi.org/10.14258/abs.v2i4.1626>

© Корниевская, Михайлова, 2016

Users are permitted to copy, use, distribute, transmit, and display the work publicly and to make and distribute derivative works, in any digital medium for any responsible purpose, subject to proper attribution of authorship.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 License

ВВЕДЕНИЕ

Астрагал нутовый является одной из перспективных кормовых культур семейства бобовые. Это экологически пластичный, полиморфный вид, зеленая масса которого имеет высокую питательную ценность, не содержит алкалоидов, обладает рядом ценных биологических свойств, играющих важное значение в земледелии, кормопроизводстве и растениеводстве (Иванов, Разживина, 2009).

Astragalus cicer L. – широко распространенный европейско-кавказо-уральский вид, ареал которого распространяется от Атлантического океана до Урала (Тахтаджян, 1972; Гейдеман, 1954). По отношению к влагообеспеченности, астрагал нутовый является ксеромезофитом. Произрастает на суходольных, пойменных лугах, в долинах крупных рек, луговых степях, на опушках лесов и лесных полянах, редколесьях, в зарослях кустарников, в степях и на степных склонах, на залежах, на железнодорожных путях и насыпях, вдоль дорог (Табака, 1988; Губанов и др., 1995).

A. cicer испытан в культуре в Карелии (Холопцева, 2001), Белоруссии (Кухарева, 2012), Московской (Вавилов, Кондратьев, 1975), Новосибирской в 1977 г. (Пленник, 1998), Томской (Михайлова, 1997), Пензенской (Иванов, Разживина, 2009; 2012) областях, в Ставрополье (Самсонова, 2003; Белоус, Самсонова, 2005), Горном Алтае (Мандаева, 2009). Канадскими учеными выведены несколько сортов астрагала нутового «Monarch», «Lutana», «Oxley» и «АС Oxley II» (Acharya, 2009).

В России на сегодняшний день сорта *A. cicer* пока не зарегистрированы. В Сибири (Алтайский край, Курганская область) отмечен сравнительно недавно (Шауло, 2010).

В Алтайском крае является адвентивным видом как беглец из культуры (опытные поля АНИИСХ), встречается в окрестностях г. Барнаула (Научный городок) (Силантьева, 2013).

Этот вид – многолетний длинностержнекорневой корнеотпрысковый безрозеточный поликарпик, с длинными подземными горизонтально расположенными корневищами. Высота растения достигает 80 см. У *A. cicer* процент облиственности стебля выше по сравнению с люцерной, особенно в условиях засухи. Цветки бледно-желтого цвета, приспособлены к перекрестному опылению насекомыми, например, такими, как медоносные пчелы и шмели. Плоды в молодом возрасте зеленоватые, зрелые – черной или фиолетово-черной окраски, густо коротко, прижатоволосистые (Разживина, 2008; Мандаева, 2012).

Семена *A. cicer* имеют жесткую семенную оболочку, которая с одной стороны, защищает зародыш от высыхания, а с другой – ухудшает прорастание семян. Всходы характеризуются медленным развитием и низкой конкурентоспособностью в первые годы жизни. Поэтому для увеличения скорости роста семена с твердой оболочкой необходимо скарифицировать (Basalma, 2008). Семенная продуктивность является одним из важнейших показателей репродуктивной способности и адаптации вида в условиях местообитания.

Цель данного исследования – оценка элементов семенной продуктивности и качества семян астрагала нутового в условиях интродукции на юге Западной Сибири.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение элементов семенной продуктивности астрагала нутового проводилось в 2014–2016 гг. на интродукционных участках (окрестности с. Полуямки, Михайловского района Алтайского края). Исследовались растения астрагала нутового второго–четвертого годов развития. Для расчета средних показателей элементов продуктивности использовали выборку из 30 растений. Оценка семенной продуктивности осуществлялась в соответствии с методикой И.В. Вайнагий (1973).

В качестве основных элементов семенной продуктивности были отобраны: количество генеративных побегов, соцветий, плодов в соцветии, число семян в плоде, масса 1000 семян. Вычислялась потенциальная и фактическая семенная продуктивность, а также коэффициент семенной продуктивности (КП) – среднее число семян, образовавшихся в плоде, деленное на потенциальную семенную продуктивность.

Оценка степени варьирования изучаемых признаков осуществлялась с использованием коэффициента вариации C_v .

Определение лабораторной всхожести, энергии прорастания и массы 1000 семян выполнялись в соответствии с ГОСТ 12038-84 и ГОСТ 12042-80. В эксперименте использовались семена астрагала нутового, скарифицированные концентрированной серной кислотой в течение 40 минут. Проращивание семян осуществлялось в климатических камерах при температуре +25°C. Для растений астрагала нутового четвертого года жизни определялась жизнеспособность семян и их твердосемянность экспресс-способом по методике Ю.Д. Ахламова (2011).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С целью оценки перспективности астрагала нутового для дальнейшей интродукции и селекции, был изучен диапазон изменчивости некоторых морфометрических признаков его генеративных побегов. Для характеристики образцов использовались мерные (длина и ширина соцветия) и счетные признаки (количество генеративных побегов на 1 м², количество соцветий на генеративном побеге, число цветков в соцветии и плодов в соплодии, число семян в плоде). Изучались особи второго–четвертого годов жизни (табл. 1).

Расчет коэффициентов вариации показал значительную степень изменчивости признаков – количества соцветий на генеративном побеге, числа цветков и плодов в соцветии.

Количество генеративных побегов было наибольшим у растений астрагала нутового в 2015 г. (312 шт./м²), а в 2016 г. число побегов сократилось на 140 шт./м². Фаза цветения астрагалов в условиях Кулундинской зоны в среднем длится 37–39 дней, однако плоды формируются не из всех цветков.

Так, в 2014 г. доля цветков, образовавших плоды, составила 89,1%, в 2015 г. – 55,5%, а в 2016 г. – 94,2%. Такая неоднородность признака объясняется внутренними и, возможно, в большей мере, внешними факторами, действующими на растения в период цветения, образования плодов и созревания семян.

К числу главных внешних факторов можно отнести температуру воздуха и сумму осадков.

Таблица 1. Элементы семенной продуктивности астрагала нутового в условиях сухой степи

Год	Возраст растений, лет	Кол-во генерат. побегов шт./м ²	Кол-во соцветий на генерат. побеге, шт.	Длина соцветия, см	Ширина соцветия, см	Число в соцветии, шт.		Плодоцветение (доля цветков, давших плоды), %
						Цветков	Плодов	
			$\frac{M \pm m}{Cv}$	$\frac{M \pm m}{Cv}$	$\frac{M \pm m}{Cv}$	$\frac{M \pm m}{Cv}$	$\frac{M \pm m}{Cv}$	
2014	2	112	$3,33 \pm 0,3$	$3,39 \pm 0,3$	$1,94 \pm 0,1$	$16,3 \pm 1,01$	$14,53 \pm 0,87$	89,1
			49,0	27,43	20,10	34,23	32,97	
2015	3	312	$8,92 \pm 1,4$	$4,47 \pm 0,4$	$2,06 \pm 0,1$	$35,9 \pm 2,6$	$20,2 \pm 1,98$	55,5
			52,80	28,60	16,53	25,49	33,90	
2016	4	172	$7,47 \pm 0,6$	$3,98 \pm 0,2$	$1,68 \pm 0,1$	$18,9 \pm 1,64$	$17,8 \pm 0,87$	94,2
			45,67	33,40	44,55	30,08	23,62	

По результатам исследований, показатели всех элементов семенной продуктивности астрагала нутового, за исключением плодоцветения, были выше в 2015 г. Низкий процент плодоцветения у растений трехлетнего возраста связан с появлением большого количества насекомых-вредителей, а именно шпанской мушки (*Lytta vesicatoria* L.), которая уничтожала не только вегетативные побеги, но и соцветия. Однако отдельно учет потерь урожая и численности насекомых нами не проводилось.

Количество плодов, приходящееся на генеративный побег, заметно отличалось в годы исследований (табл. 2). В возрасте двух лет растения *A. cicer* впервые образовали генеративные побеги 48,3 шт./м². В 2015 г. на трехлетних особях развилось наибольшее количество генеративных побегов (178,4 шт./м²), а в 2016 г. их количество сократилось.

Таблица 2. Семенная продуктивность *Astragalus cicer* в сухостепной зоне Кулунды (окрестности с. Полуямки, Михайловский район) 2014–2016 гг.

Год	Возраст растений, лет	Среднее к-во плодов на генеративном побеге, шт.	Число семян в плоде, шт.	Масса 1000 семян, г	ПСП, шт. / (г)	ФСП, шт. / (г)	КП, %
2014	2	48,3	$4,73 \pm 0,42$	3,59	28 755 / (103)	25632 / (92)	0,89
			49,26				
2015	3	178,4	$7,73 \pm 0,7$	4,32	778 307 / (3 346)	430 257 / (1877)	0,55
			31,80				
2016	4	133	$8,27 \pm 0,31$	3,88	200 824 / (779)	189 185 / (734)	0,94
			50,85				

Примечание: ПСП – потенциальная семенная продуктивность, ФСП – фактическая семенная продуктивность, КП – коэффициент продуктивности.

Формирование жизнеспособных семян зависит от внутренних и внешних факторов, влияющих на стадии формирования и развития зародыша. Количество семян на особь или генеративный побег отражает потенциальную семенную продуктивность (ПСП), а реальное число образовавшихся семян является фактической семенной продуктивностью (ФСП). Как правило, число жизнеспособных, полноценных семян формируется меньше, чем закладывается семян. Сильная изменчивость ПСП и ФСП обусловила появление такого показателя, как КП. Именно он отражает благополучие и надежность как популяции, так и вида в целом. Число семян в бобе было неодинаковым в 2014–2016 гг. Среднее число семян в плоде у растений второго года жизни составило $4,73 \pm 0,42$ шт. при коэффициенте семенной продуктивности: 0,89 %. На третий год среднее число семян в бобе было выше практически вдвое: $7,73 \pm 0,7$ шт. при коэффициенте семенной продуктивности 0,55%. У растений четвертого года жизни в плоде сформировалось $8,27 \pm 0,31$ шт. семян и наибольший коэффициент семенной продуктивности – 0,94%.

Масса 1000 семян является важнейшим элементом структуры урожая семян на последнем этапе роста и развития растения. Именно от величины семян зависит урожай и продуктивность популяции в целом.

На этапе формирования семян в бобе важным абиотическим условием является влагообеспеченность растения. При достаточной влагообеспеченности происходит увеличение массы семян. А для периода созревания, напротив, наиболее благоприятна сухая погода. У астрагала нутового в условиях сухой степи период плодоношения длится 33–38 дней. Семена формируются с середины июля. Оформленные, зрелые семена образуются в первой половине августа. В целом, за три года исследований, у астрагала сформировались семена размером, соответствующим литературным данным.

Определение лабораторной всхожести разновозрастных семян *A. cicer* показало, что все исследуемые семена были качественными, обладали высоким процентом всхожих семян. Единичное прорастание семян астрагала нутового начинается на третий день. Массовое прорастание скарифицированных семян наблюдалось на пятнадцатые сутки. Всхожесть семян в 2015 г. была выше (93% здоровых проростков), чем в 2014 г. (83%) (табл. 3).

Таблица 3. Определение лабораторной всхожести* семян астрагала нутового

Год сбора семян	Всхожесть, сутки	Количество всходов, %					Энергия прорастания, сутки	Энергия прорастания, %				
		повторности				среднее		повторности				среднее
		I	II	III	IV			I	II	III	IV	
2014	15	83	80	87	83	83	5	67	60	73	63	66
2015	15	91	98	91	–	93	8	79	74	75	–	76

Примечание: * – семена хранили в условиях лаборатории; «–» – отсутствие данных.

В октябре 2016 г проведен лабораторный опыт по определению жизнеспособности и количества твердых семян астрагала нутового. Использовались семена особой четырехлетнего возраста, собранные во второй половине августа 2016 г на интродукционном участке. Семена находились стадии физиологического покоя, поэтому определение лабораторной всхожести таких семян не могло дать достоверных результатов. Для оценки качества семян использовался экспресс-метод, разработанный Ю.Д. Ахламовым. Согласно результатам исследования, приведенным в табл. 4, для *A. cicer* характерен высокий процент твердосемянности. Из проращиваемых семян в среднем 84% из них были твердосемянными. Отмечено 94% жизнеспособных семян астрагала нутового. Доля поврежденных, нежизнеспособных семян составила 6%.

Таблица 4. Определение жизнеспособности и твердосемянности семян астрагала нутового (по методике Ю.Д. Ахламова, 2011)

Год сбора семян	Учитываемые параметры	Повторности				ср. знач.
		I	II	III	IV	
2016	Количество жизнеспособных семян, %	91	97	91	96	94
	Количество нежизнеспособных семян, %	9	3	9	4	6
	Количество твердых семян, %	79	95	84	78	84

ВЫВОДЫ

Оценка элементов семенной продуктивности астрагала нутового продемонстрировала положительные результаты. На разновозрастных генеративных побегах сформировалось 92–1877 г семян (собранных с 1 м²) на при среднем коэффициенте продуктивности – 0,79%. Семена обладают высоким процентом жизнеспособности (94%) и лабораторной всхожести (83–93%), являются твердосемянными и нуждаются в скарификации перед посевом. Таким образом, проведенные исследования позволяют считать астрагал нутовый перспективным видом для введения в культуру в условиях юга Западной Сибири.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках научного проекта № 16-34-50149_мол_нр Российского фонда фундаментальных исследований

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Ахламов, Ю.Д. Способ определения жизнеспособности и количества твердых семян бобовых трав / Ю.Д. Ахламов. – Москва, 2011.

Белоус, В.Н. Виды рода *Astragalus* L. и их роль в растительном покрове Предкавказья: автореф. дисс. на соискание к.б.н. / В.Н. Белоус. – Ставрополь, 2005. – 172 с.

- Вавилов, П.П. Новые кормовые культуры / П.П. Вавилов, А.А. Кондратьев. – М.: Россельхозиздат, 1975. С. 16.
- Вайнагий, В.И. О методике изучения семенной продуктивности растений / В.И. Вайнагий // Ботан. журнал, 1974, Т.59. № 6. С. 826–831.
- Гейдеман, Т.С. Определитель растений Молдавской ССР / Т.С. Гейдеман. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – С. 80.
- ГОСТ 12038–84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.
- ГОСТ 12038–80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян.
- Губанов, И.А. Определитель сосудистых растений центра Европейской России / И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. – М.: Аргус, 1995. – С. 334–335.
- Иванов, А.И. Возможности использования дикорастущих видов рода *Astragalus* L. как исходного материала в селекционной работе / А.И. Иванов, Т.В. Разживина // Нива Поволжья № 2(11), май 2009. – С. 16–18.
- Иванов, А.И. Дикорастущие популяции астрагала нутового (*Astragalus cicer* L.) как исходный материал для селекционной работы / А.И. Иванов, Т.В. Разживина // Нива Поволжья, №1 (22) февраль, 2012. – С. 9–13.
- Кухарева, Л.В. Роль интродукции в увеличении ассортимента кормовых культур / Л.В. Кухарева, С.Е. Лобан, Б.Ю. Анощенко, В.В. Титок // «Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры»; Материалы Международной конференции, посвященной 80-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. (19–22 июня 2012, Минск, Беларусь). В 2 ч. Ч. 1. – Минск: Нац. акад. Наук Беларуси, Централ. ботан. сад, 2012. – С. 183–188.
- Мандаева, С.А. К вопросу интродукции бобовых растений местной флоры Горного Алтая / С.А. Мандаева // Вестник молодых ученых : сборник научных трудов. – Горно-Алтайск : РИО ГАГУ «Универ-Принт», №6, 2009. – С. 251–254.
- Михайлова, С.И. Малораспространенные виды бобовых трав для Томской области / С.И. Михайлова // Кормопроизводство, № 10 (октябрь), 1997. – С. 19–20.
- Пленник, Р.Я. Астрагал нутовый – перспективное бобовое кормовое растение для восстановления эродированных почв и рекультивации техногенных земель / Р.Я. Пленник // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, №3–4(138), 1998. С. 66–69.
- Разживина, Т.В. Астрагал нутовый – перспективная культура в Пензенской области / Т.В. Разживина // Кормопроизводство, №1 (январь), 2008. – С. 25–26.
- Самсонова, О.Е. Астрагалы Ставрополя как перспективные источники биологически активных соединений / О.Е. Самсонова // Успехи современного естествознания, №6, 2003. – С. 111.
- Силантьева, М.М. Конспект флоры Алтайского края (монография). Изд. 2-е, доп. и перераб. / М.М. Силантьева. – Барнаул: Изд-во Алтайского госун-та, 2013. – С. 151, 153–154.
- Табака, Л. Флора сосудистых растений Латвийской ССР / Л. Табака, Г. Гаврилова, И. Фатаре. – Рига: Зинатне, 1988. – С. 75.
- Тахтаджян, А.Л. Флора Еревана. Определитель дикорастущих растений Араратской котловины / А.Л. Тахтаджян, А.А. Федоров. – Л.: Наука, 1972. – С. 160.
- Холощцева, Е.С. Эколого-физиологическая характеристика ряда видов астрагалов: автореф. дисс. на соискание ученой степени к.б.н. / Е.С. Холощцева. – Петрозаводск, 2001. – 25 с.
- Шауло, Д.Н. Флористические находки в Западной и Средней Сибири / Д.Н. Шауло, Е.Ю. Зыкова, Н.С. Драчев, И.В. Кузьмин, В.М. Доронькин // Turczaninowia 13 (3), 2010. С. 77–91.
- Acharya, S.N. Veldt cicer milkvetch / S.N. Acharya // Canadian Journal of Plant Science, 89(3), 2009. – P. 511–513.
- Basalma, D. TDZ-induced plant regeneration in *Astragalus cicer* L. / D. Basalma, S. Uranbey, D. Gürlek, S. Özcan // African Journal of Biotechnology, Vol. 7 (8), 2008. – P. 955–959.

REFERENCES

- Acharya, S.N. (2009). Veldt cicer milkvetch. *Canadian Journal of Plant Science*, 89(3), 511–513.
- Ahlamov, Yu.D. (2011). Sposob opredelenija zhiznesposobnosti i kolishestva tverdyh semjan bobovyh trav. Moscow (in Russian).
- Basalma, D., Uranbey, S., Gürlek, D., Özcan, S. (2008). TDZ-induced plant regeneration in *Astragalus cicer* L. *African Journal of Biotechnology*, 7(8), 955–959.
- Belous, V.N. (2005). Vidy roda *Astragalus* L. I ih rol v rastitelnom pokrove Predkavkasja. Thesis of Doctoral Dissertation. Stavropol (in Russian).
- Geydeman, T.S. (1954). Opredelitel rasteniy Moldavskoy SSR. Moscow, Leningrad: Academy of Science of USSR (in Russian).
- GOST 12038–84. Semena selskohosyaystvennyh kultur. Metody opredeleniya vshozhesti (in Russian).
- GOST 12038–80. Semena selskohosyaystvennyh kultur. Metody opredeleniya massy 1000 semyan (in Russian).

- Gubanov, I.A. *Opredelitel sosudistyh rasteniy centra Evropeyskoy Rossii* / I.A. Gubanov, K.V. Kisileva, V.S. Novikova, V.N. Tihomirov. – M.: Argus (in Russian), 1995. – S. 334–335.
- Holopceva, E.S. (2001). *Ekologo–fiziologicheskaja karakteristika pjada vidov astragalov*. Thesis of Doctoral Dissertation. Petrozavodsk (in Russian).
- Ivanov, A.I., Raszhivina, T.V. (2009). *Vozmozhnosti ispolsovanija dikorastuschis vidov roda Astragalus L. kak ishodnogo materiala v selekcionnoj rabote*. *Niva povolzhja*, 2(11), 16–19 (in Russian).
- Ivanov, A.I., Raszhivina, T.V. (2012). *Dikorastuschiepopuljacji astragala nutovogo (Astragalus cicer L.) kak ishodnyj material dlja selekcionnoj raboty*. *Niva povolzhja*, 1(22), 9–13 (in Russian).
- Mandaeva, S.A. (2009). *K voprosu introdukcii bobovyh rasteniy mestnoj flory Gornogo Altaja*. *Vestnik molodyh ushenyh: sbornik naushnyh trudov*. Gorno–Altajsk: Rio GAGU Univer–Print, 6, 251–254 (in Russian).
- Mihajlova, S.I. (1997). *Malorasprostranennye vidy bobovyh trav dlja Tomskoj oblasti*. *Kormoproisvodstvo*, 10, 19–20 (in Russian).
- Plennik, R.Ya. (1998). *Astragal nutovyj – perspektivnoe bobovoe kormovoe rastenie dlja vosstanovlenija erodirovannyh poshv i rekultivacii tehnogennyh zemel*. *Sibirskiy vestnik sel'skohosyaystvennoj nauki*, 3–4(138), 66–69 (in Russian).
- Raszhivina, T.V. (2008). *Astragal nutovyj – perspektivnaja kultura v Pensenskoj oblasti*. *Kormoproisvodstvo*, 1, 25–26 (in Russian).
- Samsonova, O.E. (2003). *Astragaly Stavropolja kak perspektivnyje istoshniki biologicheski aktivnyh soedinenij. Uspuhi sovremennogo estestvoznanija*, 6, 111 (in Russian).
- Schauro, D.N., Zykova, E.Yu., Dratshev, N.S., Kusmin, I.V., Doronkin, V.M. (2010). *Floristicheskie nahodki v Zapadnoj i Sredney Sibiri*. *Turczaninowia*, 13(3), 77–91 (in Russian).
- Silantjeva, M.M. (2013). *Konspekt flory Altajskogo kraja (monografija)*. Barnaul: Izdatelstvo Altajskogo gosudarstvennogo universiteta. (in Russian).
- Tabaka, L., Gavrilova, G., Fatara, I. (1988). *Flora sosudistyh rasteniy Latviyskoy SSR*. Riga: Zinatne (in Russian).
- Tahtadzhan, A.L., Fedorov, A.A. (1972). *Flora Erevana. Opredelitel dikorastuschih rasteniy Araratskoj kotloviny*. Leningrad: Nauka (in Russian).
- Vajnagiy, V.I. (1974). *O metodike isutchenia semennoy produktivnosti rasteniy*. *Botanicheskiy zhurnal*, 59(6), 826–831 (in Russian).
- Vavilov, P.P., Kondratjev, A.A. (1975). *Novye kormovye kultury*. Moscow: Rosselkhozizdat (in Russian).