

03.02.14 – БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

03.02.14 – BIOLOGICAL RESOURCES

УДК 633.313

DOI 10.18413/2658-3453-2019-1-3-123-130

ИЗУЧЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ *MEDICAGO VARIA* MART. С *MF*-МУТАЦИЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОТОПАХ ЮГА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

A STUDY OF MORPHOMETRIC INDICATORS OF SEED PRODUCTIVITY *MEDICAGO VARIA* MART. WITH *MF*-MUTATION IN DIFFERENT ECOTOPES OF THE SOUTH OF THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND

Ж.А. Бородаева
Zh.A. Borodaeva

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85
Belgorod National Research University, 85 Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: borodaeva@bsu.edu.ru

Аннотация

В 2016–2018 гг. в различных экотопах агрофитоценозов Чернянского района Белгородской области проведено сравнительное изучение продукционного процесса у сортопопуляций *Medicago varia* Mart. с высокой экспрессией *mf*-мутации и исходной сортопопуляции. В агрофитоценозе полевого севооборота семенная продуктивность сортопопуляции *M. varia* Mart. (*st*) составила 47.77 г/м², а *M. varia* Mart. (*mf*) – 63.72 г/м². На песчаной почве семенная продуктивность у особей, изучаемых сортопопуляций снизилась на 56.3 % и 57.2 %, в условиях лугового агрофитоценоза – в 4.9 раз (до 9.63 г/м²) и в 11.8 раз (до 5.39 г/м²) соответственно. Формы с *mf*-мутацией можно рекомендовать использовать в качестве генетического ресурса при проведении отборов на максимальную продуктивность в благоприятных экотопических условиях. Исходные формы люцерны обладают высокой экологической устойчивостью, что проявляется при неблагоприятных условиях их произрастания.

Abstract

In 2016–2018 in different ecotopes of agrophytocenoses of the Chernyansky district of the Belgorod region, a comparative study of the production process in varietal populations of *Medicago varia* Mart. was conducted. with high expression of the *mf* mutation and initial sortopulation. The most favorable conditions, both for the formation of seed productivity elements and for the production process as a whole, are formed under conditions of agrophytocenosis of field crop rotation on chernozem soil: the seed productivity of the initial variety population was 47.77 g/m², and the variety population *M. varia* Mart. (*mf*) – 63.72 g/m². In individuals with the *mf*-mutation, 47.1 % less productive shoots were formed, 16.8 % more beans per one fertility, 42.0 % more fruit shoots per productive shoot, and the weight of 1000 seeds was 8.1 % higher. On sandy soil, seed productivity was 20.86 and 27.27 g/m², respectively. In individuals with the *mf*-mutation, 41.1 % less productive shoots were formed, 18.9 % more beans per one fertility and 29.4 % more number of fertility shoots per productive shoot. Under the conditions of meadow agrophytocenosis in *M. varia* Mart. (*st*) seed productivity was 9.63 g/m², in *M. varia* Mart. (*mf*) – 5.39 g/m². Individuals *M. varia* Mart. (*st*) retained the ability to form a large number of productive shoots. No significant differences were found for the remaining productivity elements. Forms with the *mf* mutation can be recommended to be used as a genetic resource when conducting selections for maximum productivity in favorable ecotopic conditions. The initial forms of alfalfa have high environmental sustainability, which is manifested under unfavorable conditions for their growth.

Ключевые слова: люцерна, многолисточковость, *mf*-мутация, семенная продуктивность, морфометрические показатели, генетические ресурсы.

Keywords: alfalfa, multifolia, *mf*-mutation, seed productivity, morphometric indicators, genetic resources.

Введение

Востребованность исследований биологических ресурсов и продукционного потенциала *Medicago varia* Mart. объясняется важностью культуры, как с точки зрения ее кормовой ценности, так и востребованности в фармацевтической промышленности [Degtyar, Chernyavskikh, 2006; Думачева, Чернявских, 2012; Думачева и др., 2012; Писковацкий, 2012; Bissinger et al., 2014; Косолапов и др., 2015; Бородаева, Беспалова, 2016; Chen et al., 2017].

В последние годы большой интерес у исследователей вызывают многолисточковые формы люцерны. Мутация контролируется рецессивным геном (*mj*) и еще двумя генами, влияющими на ее проявление [Petkova, 2003; Popescu et al., 2016].

Появление многолисточковости у бобовых трав исследователи считают формой возврата к предкам – атавизмом, который наиболее сильно проявляется в условиях нарушенных местообитаний при произрастании вне фитоценозов на бедных каменистых почвах, скальных обнажениях, в местах, удаленных от оптимальных условий [Пленник, 2002; Popescu et al., 2016].

В локальных популяциях люцерны в Белгородской области выявлена высокая встречаемость форм – носителей рецессивной мутации многолисточковости – *mf*-мутации. Внешне она выражается формированием у особей сложных листьев с 4–7 листочками вместо трех. Это характерно для развития естественных локальных популяций на границах ареалов распространения видов [Lisetskii et al., 2011; Dumacheva, Cheriavskih, 2013; Чернявских и др., 2018]. В различных ценопопуляциях доля *mf*-мутантных форм составляет от 3.3 до 53.3 %. При семенном возобновлении доля особей с *mf*-мутацией в семьях (потомстве 1 растения) составляет от 5 до 55 % [Dumacheva et al., 2015, 2018].

Генотипы с высокой экспрессией мутации показывают высокое качество корма, в частности, низкое содержание антипитательных веществ, и высокую продуктивность надземной фитомассы [Streltsina et al., 2001; Petkova, 2003; Odorizzi et al., 2015].

Многолисточковые формы активно изучаются и позиционируются как источники ценного материала для селекции высококачественной культурной люцерны [Bingham, Murphy, 1996; Petkova, 2010; Думачева, Чернявских, 2014; Odorizzi et al., 2015; Cherniavskih et al., 2019a, b].

Целью работы было изучение особенностей продукционного процесса у особей люцерны с *mf*-мутацией в различных экотопах. В задачи исследования входило провести сравнительную оценку формирования элементов семенной продуктивности у исходной сортопопуляции *M. varia* Mart. и сортопопуляции, полученной путем отбора форм с высокой экспрессией *mf*-мутации.

Методы исследования

Исследования проведены в 2016–2018 гг. в агрофитоценозах Чернянского района Белгородской области. Климат умеренно-континентальный. Продолжительность солнечного сияния – около 1800 часов, величина солнечной радиации в среднем 4000 МДж/м². Среднегодовая температура воздуха колеблется от 5.4°C до 6.7°C. Средняя летняя температура увеличивается в юго-восточном направлении от 18.4°C до 19.6°C. Средняя зимняя температура понижается от –6.5°C на юге до –8.0°C на севере. Безморозный период в среднем составляет от 157 дней на севере, до 154 дней на юго-востоке. Средняя влажность воздуха летом составляет 63–70 % на севере и 60–66 % на юго-востоке.

Опыт заложен стандартным способом [Доспехов, 1985]. Площадь учетной делянки – 2 м². Повторность четырехкратная. Делянки двухрядковые. Ширина междурядья в делянке 25 см, между делянками 45 см. Стандарт – сорт ‘Краснояржская 1’ заложен через 4 делянки.

В опыте испытывались сортопопуляции *M. varia* Mart. с выраженной мутацией многолисточковости в различных экотопах Белгородской области.

Сортопопуляции:

- 1) *M. varia* Mart. (*st*) – исходная сортопопуляция районированного сорта люцерны изменчивой ‘Краснояржская 1’;
- 2) *M. varia* Mart. (*mf*) – сортопопуляция, полученная путем отбора из сорта ‘Краснояржская 1’ форм с высокой экспрессией *mf*-мутации (3 и более).

Для эксперимента были выбраны экотопы, в которых в условиях юга Среднерусской возвышенности наиболее часто размещаются посевы люцерны:

- 1 – агрофитоценоз в полевом севообороте, почва – чернозем типичный, тяжелосуглинистый;
- 2 – агрофитоценоз распаханного луга в пойме реки Оскол, почва лугово-глеявая легкосуглинистая;
- 3 – агрофитоценоз в прифермерском севообороте, почва – чернозем выщелоченный супесчаный.

Индекс экспрессии мутации многолисточковости (*mf*-мутации) рассчитывали по методике С.С. Sheaffer et al. [1995] как сумму произведений числа растений (побегов), находящихся в каждой категории *mf* на общее количество растений (побегов) в популяции. Категории *mf*: 0 – отсутствие мутации, 1 – 1 *mf*-лист на 1 побег, 2 – 2–3 *mf*-листа на 1 побег, 3 – 4–5 *mf*-листьев на 1 побег, 4 – 6–7 *mf*-листьев на 1 побег, 5 – более 8 *mf*-листьев на 1 побег.

Для оценки семенной продуктивности отбирали по 50 продуктивных побегов с каждой делянки. Оценивали: количество плодоносящих побегов, шт/м²; количество бобов на 1 соплодие, шт.; количество соплодий на 1 побеге, шт.; количество семян в 1 бобе, шт.; массу 1000 семян, г; семенную продуктивность люцерны, г/м². Массу 1000 семян определяли взвешиванием воздушно-сухих семян и вычислением массы сухого вещества, исходя из массы 1000 воздушно-сухих семян и их влажности [Чернявских и др., 2012; Чернявских, 2016].

Статистическую обработку результатов проводили с использованием формул для расчета средней арифметической и её ошибки. Для оценки тесноты связей использовали коэффициент парной корреляции [Доспехов, 1985; Лакин, 1990].

Результаты и их обсуждение

Управление биологическими ресурсами растений в различных экотопах подразумевает, в первую очередь, оценку их продукционного потенциала. У люцерны образование семян определяется эффективностью формирования таких элементов, как количество продуктивных (плодоносящих) побегов, соплодий на одном побеге, бобов в одном соплодии, семян, образующихся в одном бобе и массы 1000 семян (см. табл.).

Величина коэффициента вариации (C_v , %) позволяет оценить степень изменчивости оцениваемого признака и направление отбора в дальнейших исследованиях.

В экотопе полевого севооборота на черноземной почве у исходной сортопопуляции формировалось на 47.1 % больше продуктивных побегов, чем у *M. varia* Mart. (*mf*). При этом коэффициент вариации у *M. varia* Mart. (*st*) составил 26.8 %, а у формы с *mf*-мутацией – 7.7 %. По количеству бобов на одно соплодие в этих условиях сортопопуляция *M. varia* Mart. (*st*) достоверно (при уровне значимости $P=0.95$) уступала многолисточковой форме на 16.8 % ($C_v= 14.9$ и 3.1 % соответственно), а по количеству соплодий на один продуктивный побег – на 42.0 % ($C_v= 36.3$ и 2.5 % соответственно).

Таблица
Table

Элементы семенной продуктивности у сортопопуляций люцерны
в различных экотопах (в среднем за 2016–2018 гг.)

Elements of seed productivity in varietal populations of alfalfa
in various ecotopes (average for 2016–2018)

Показатели	Экотоп*		
	1	2	3
	Сортопопуляция <i>M. varia</i> Mart. (<i>st</i>)		
Кол-во продуктивных побегов, шт./м ²	81.6±16.6	72.9±13.6	78.1±16.7
Кол-во бобов на 1 соплодие	8.9±0.9	5.7±0.6	7.3±0.6
Кол-во соплодий на 1 продуктивный побег	11.6±3.2	6.1±0.7	7.7±0.8
Кол-во семян в бобах, шт./1 боб	2.9±0.2	1.9±0.03	2.5±0.2
Масса 1000 семян, г	2.1±0.02	2.0±0.1	2.0±0.03
Семенная продуктивность, г/м ²	47.8±10.6	9.6±3.1	20.9±3.0
	Сортопопуляция <i>M. varia</i> Mart. (<i>mf</i>)		
Кол-во продуктивных побегов, шт./м ²	43.2±2.4	36.2±11.9	46.0±6.7
Кол-во бобов на 1 соплодие	10.7±0.3	6.5±1.5	9.0±0.8
Кол-во соплодий на 1 продуктивный побег	20.0±0.3	5.5±0.6	10.9±1.4
Кол-во семян в бобах, шт./1 боб	3.1±0.1	1.9±0.1	2.8±0.2
Масса 1000 семян, г	2.2±0.05	2.0±0.02	2.1±0.06
Семенная продуктивность, г/м ²	63.7±2.3	5.4±2.8	27.3±6.9

Примечание. *Экотопы: 1 – агрофитоценоз в полевом севообороте, почва – чернозем типичный, тяжелосуглинистый; 2 – агрофитоценоз распаханного луга в пойме реки Оскол, почва лугово-глеявая лекосуглинистая; 3 – агрофитоценоз в прифермерском севообороте, почва – чернозем выщелоченный супесчаный.

В условиях лугового агрофитоценоза у исходной сортопопуляции *M. varia* Mart. (*st*) количество продуктивных побегов было выше на 50.3 % ($C_v=25.6$ и 43.6 % соответственно). По показателям количество бобов на одно соплодие и количество соплодий на один продуктивный побег сортопопуляции достоверно не различались. Коэффициенты вариации по признаку количество бобов на одно соплодие составили у *M. varia* Mart. (*st*) 13.3 %, по количеству соплодий на 1 продуктивный побег – 16.1 %. У *M. varia* Mart. (*mf*) – 30.9 и 13.6 % соответственно.

В условиях агрофитоценоза в прифермерском севообороте на песчаной почве особи сортопопуляции *M. varia* Mart. (*mf*) формировали на 41.1 % меньше продуктивных побегов, чем особи исходной сортопопуляции. Уровень варьирования признака составил у исходной популяции 25.6 %, у форм с мутацией многолисточковости – 7.7 %. По количеству бобов на одно соплодие особи сортопопуляция *M. varia* Mart. (*mf*) превысили исходную сортопопуляцию на 18.9 % при равном коэффициенте $C_v=12.3$ %, по числу соплодий на один продуктивный побег – на 29.4 % ($C_v=17.0$ и 14.8 % соответственно).

По количеству семян, образующихся в одном бобе, у особей обеих сортопопуляций люцерны в экотопе полевого севооборота на черноземной почве не выявлено достоверных отличий. При этом коэффициент вариации у *M. varia* Mart. (*st*) составил 9.94 %, а у формы с *mf*-мутацией – 6.55 %.

Масса 1000 семян характеризует их размер и является генетически детерминированным признаком. Чем полновеснее семена, тем лучше их качество. Полновесные и выровненные семена дают дружные всходы, растения в дальнейшем равномерно развиваются, одновременно созревают и дают высокий урожай. В производстве массу 1000 семян используют при расчете нормы высева [Думачева, Чернявских, 2014].

По массе 1000 семян в экотопе полевого севооборота на черноземной почве особи сортопопуляции *M. varia* Mart. (*st*) достоверно уступали многолисточковой форме на 8.1 % ($C_v=1.55$ и 3.01 % соответственно).

По интегративному признаку – семенной продуктивности – особи исходной сортопопуляции в благоприятных условиях изучаемого экотопа уступили форме с *mf*-мутацией на 25.0 % ($C_v=29.2$ и 5.3 % соответственно).

В условиях лугового агрофитоценоза между особями изучаемых сортопопуляций также не было выявлено существенных различий ($C_v=2.07$ % у исходных форм и 8.53 % у мутантных). Масса 1000 семян у двух сортопопуляций также не отличалась на фоне минимальных уровней варьирования признака – $C_v=4.81$ % у *M. varia* Mart. (*st*) и 1.45 % *M. varia* Mart. (*mf*).

Условия лугового агрофитоценоза оказались наименее благоприятными для продукционного процесса люцерны. Условия лугового экотопа способствовали развитию на растениях люцерны пятнистостей – грибных заболеваний различной этиологии [Чернявских и др., 2019].

В результате семенная продуктивность у особей обеих изучаемых сортопопуляций резко снизилась по сравнению с условиями полевого севооборота: в 4.9 раза у исходной формы ($C_v=48.1$ %) и в 11.8 раза у формы с *mf*-мутацией ($C_v=73.9$ %).

В условиях агрофитоценоза прифермерского севооборота на песчаной почве не выявлено достоверных отличий у особей обеих сортопопуляций по количеству семян, образующихся в одном бобе. При этом коэффициент вариации у *M. varia* Mart. (*st*) составил 10.91 %, а у формы с *mf*-мутацией – 8.53 %.

По массе 1000 семян на песчаной почве особи сортопопуляции *M. varia* Mart. (*st*) достоверно уступили многолисточковой форме на 7.0 % ($C_v=1.94$ и 3.73 % соответственно).

Существенных различий по семенной продуктивности между двумя изучаемыми сортопопуляциями в условиях агрофитоценоза прифермерского севооборота не установлено. Однако в данных экотопических условиях семенная продуктивность у обеих изучаемых сортопопуляций была существенно ниже, чем в полевом севообороте – на 56.3 % у особей сортопопуляции *M. varia* Mart. (*st*) ($C_v=19.3$ %), на 57.2 % у особей сортопопуляции *M. varia* Mart. (*mf*) ($C_v=36.5$ %).

Заключение

Изучения особенностей продукционного процесса у люцерны различного генотипического статуса показало, что наиболее благоприятные условия, как для формирования элементов семенной продуктивности, так и для продукционного процесса в целом, складываются в условиях агрофитоценоза полевого севооборота на черноземной почве. В этих условиях семенная продуктивность исходной сортопопуляции составила 47.77 г/м², а сортопопуляции *M. varia* Mart. (*mf*) – 63.72 г/м². У особей с *mf*-мутацией формировалось на 47.1 % меньше продуктивных побегов, на 16.8 % больше бобов на одно соплодие, на 42.0 % – соплодий на один продуктивный побег и на 8.1 % была выше масса 1000 семян.

В условиях агрофитоценоза прифермерского севооборота на песчаной почве семенная продуктивность у обеих изучаемых сортопопуляций снизилась по сравнению с полевым севооборотом на 56.3 % и 57.2 % и составила 20.86 и 27.27 г/м² соответственно. При этом у особей с *mf*-мутацией формировалось на 41.1 % меньше продуктивных побегов, на 18.9 % было выше количество бобов на одно соплодие и на 29.4 % – число соплодий на один продуктивный побег.

Наименее благоприятными для продукционного процесса люцерны оказались условия лугового агрофитоценоза. У особей исходной сортопопуляции *M. varia* Mart. (*st*) семенная продуктивность снизилась по сравнению с условиями полевого севооборота в

4.9 раз и составила 9.63 г/м², у *M. varia* Mart. (mf) – до 5.39 г/м², т. е. в 11.8 раз. В этих условиях особи исходной сортопопуляции сохранили способность к формированию большого числа продуктивных побегов – их было на 50.3 % больше, чем у многолисточковой формы. По остальным элементам продуктивности существенных различий между сортопопуляциями не установлено.

Список литературы References

1. Бородаева Ж.А., Думачева Е.В., Чернявских В.И. 2017. Новые сорта многолетних бобовых трав для Центрального Черноземья. *Плодоводство и ягодоводство России*, 50: 72–75.
Borodaeva Zh.A., Dumacheva E.V., Chernyavskikh V.I. 2017. New varieties of perennial legumes for the Central Black Earth Region. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*, 50: 72–75. (in Russian)
2. Доспехов Б.А. 1985. Методика полевого опыта. М., Колос, 352 с.
Dospikhov B.A. 1985. Metodika polevogo opyta [Field experiment technique]. Moscow, Kolos, 352 p. (in Russian)
3. Думачева Е.В., Чернявских В.И. 2012. Семенная продуктивность разновозрастных посевов многолетних видов Fabaceae на черноземах карбонатных в условиях юга Среднерусской возвышенности России. *Современные проблемы науки и образования*, 3: 393–397.
Dumacheva E.V., Chernyavskikh V.I. 2012. Seed productivity of crops of perennial Fabaceae species of different ages on carbonate chernozems in the south of the Central Russian Upland of Russia. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 3: 393–397. (in Russian)
4. Думачева Е.В., Чернявских В.И. 2014. Влияние способа возделывания люцерны гибридной на семенную продуктивность потомства первого поколения на карбонатных почвах ЦЧР. *Кормопроизводство*, 2: 23–26.
Dumacheva E.V., Chernyavskikh V.I. 2014. The influence of the method of cultivating hybrid alfalfa on the seed productivity of the first generation offspring on carbonate soils of the Central Black Sea. *Kormoproizvodstvo*, 2: 23–26. (in Russian)
5. Думачева Е.В., Чернявских В.И., Тохтарь В.К. 2012. Продуктивность различных сортопопуляций *Medicago varia* Martyn в конкуренции со злаками на карбонатных почвах. *Фундаментальные исследования*, 9 (4): 807–810.
Dumacheva E.V., Chernyavskikh V.I., Tokhtar' V.K. 2012. Productivity of various varieties of *Medicago varia* Martyn in competition with cereals on carbonate soils. *Fundamental'nye issledovaniya*, 9 (4): 807–810. (in Russian)
6. Косолапов В.М., Пилипко С.В., Костенко С.И. 2015. Новые сорта кормовых культур – залог успешного развития кормопроизводства. *Достижения науки и техники АПК*, 4: 35–37.
Kosolapov V.M., Pilipko S.V., Kostenko S.I. 2015. New varieties of feed crops are the key to the successful development of feed production. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 4: 35–37. (in Russian)
7. Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. М., Высшая Школа, 352 с.
Lakin G.F. 1990. Biometriya [Biometrics]. Moscow, Vysshaya Shkola, 352 p. (in Russian)
8. Писковацкий Ю.М. 2012. Люцерна для многовидовых агрофитоценозов. *Кормопроизводство*, 11: 25–26.
Piskovatskiy Yu.M. 2012. Alfalfa for multi-species agrophytocenoses. *Kormoproizvodstvo*, 11: 25–26. (in Russian)
9. Пленник Р.Я. 2002. Стратегии биоморфологической микроэволюции полиморфного вида *Medicago falcata* L. в Сибири. Новосибирск, Наука, 94 с.
Plennik R.Ya. 2002. Strategii biomorfologicheskoy mikroevolyutsii polimorfnoogo vida *Medicago falcata* L. v Sibiri [Strategies for the biomorphological microevolution of the polymorphic species *Medicago falcata* L. in Siberia]. Novosibirsk, Nauka, 94 p. (in Russian)
10. Чернявских В.И. 2016. Рекуррентная селекция как основа повышения продуктивности люцерны в Центрально-Чернозёмном Регионе. *Кормопроизводство*, 12: 40–44.
Chernyavskikh V.I. 2016. Recursive selection as the basis for increasing alfalfa productivity in the Central Black Earth Region. *Kormoproizvodstvo*, 12: 40–44. (in Russian)

11. Чернявских В.И., Бородаева Ж.А., Думачева Е.В. 2019. Устойчивость сортопуляций *Medicago varia* Mart. к листовым пятнистостям в экотопах юга Среднерусской возвышенности. *Аграрная наука*, 1: 109–113.

Cherniavskikh V.I., Borodaeva Zh.A., Dumacheva E.V. 2019. Sustainability of *Medicago varia* Mart varieties. to leaf spots in the ecotopes of the south of the Central Russian Upland. *Agrarnaya nauka*, 1: 109–113. (in Russian)

12. Чернявских В.И., Думачева Е.В., Бородаева Ж.А., Беспалова Е.Н. 2018. Поиск ценного исходного материала для селекции многолетних бобовых трав. В кн.: Современные проблемы адаптации (Жученковские чтения IV). Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции (г. Белгород, 24–26 сентября 2018 г.). Часть II. Белгород: 330–332.

Cherniavskikh V.I., Dumacheva E.V., Borodaeva Zh.A., Bepalova E.N. 2018. Search for valuable source material for breeding perennial legumes. In: *Sovremennye problemy adaptatsii (Zhuchenkovskie chteniya IV)* [Modern Problems of Adaptation (Zhuchenkov Readings IV)]. Collection of scientific papers of the International scientific-practical conference (Belgorod, 24–26 September 2018). P. 2. Belgorod: 330–332. (in Russian)

13. Чернявских В.И., Титовский А.Г., Шарко Р.А., Шинкаренко О.В., Думачева Е.В. 2012. Опыт селекции и семеноводства люцерны и других трав в ЗАО «Краснояржская зерновая компания». *Достижения науки и техники АПК*, 12: 14–18.

Cherniavskikh V.I., Titovskiy A.G., Sharko R.A., Shinkarenko O.V., Dumacheva E.V. 2012. The experience of selection and seed production of alfalfa and other herbs in ZAO Krasnoyruzhskaya Grain Company. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 12: 14–18. (in Russian)

14. Чернявских В.И., Ткаченко И.К., Думачева Е.В. и др. 2016. Люцерна изменчивая ‘Краснояржская 1’. Патент РФ на селекционное достижение №8320.

Chernyavskikh V.I., Tkachenko I.K., Dumacheva E.V. et al. 2016. Lucerne variable ‘Krasnoyruzhskaya 1’. RF patent for selection achievement No. 8320. (in Russian)

15. Bingham E.T., Murphy R.P. 1965. Breeding and morphological studies on Multifoliolate selections of alfalfa, *Medicago sativa* L. *Crop. Sci.*, 5: 233–235.

16. Bissinger R., Modicano P., Alzoubi K., Honisch S., Abed M., Lang F., Faggio C. 2014. Effect of saponin on erythrocytes. *International Journal of Hematology*, 100 (1): 51–59.

17. Chen Y., Liu Y., Xu J., Xie Y., Zheng Q., Yue P., Yang M. 2017. A natural triterpenoid saponin as multifunctional stabilizer for drug nanosuspension powder. *AAPS PharmSciTech.*, 18 (7): 2744–2753.

18. Cherniavskikh V.I., Dumacheva E.V., Lisetskii F.N., Tsugkiev B.G., Gagieva L.Ch. 2019b. Floral variety of Fabaceae Lindl. family in gully ecosystems in the south-west of the Central Russian Upland. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 12 (2): 203–210.

19. Cherniavskikh V.I., Dumacheva E.V., Sidelnikov N.I., Lisetskii F.N., Gagieva L.Ch. 2019a. Use of *Hissopus officinalis* L. culture for phytomelioration of carbonate outcrops of anthropogenic origin the South of European Russia. *Indian Journal of Ecology*, 46 (2): 221–226.

20. Degtyar O.V., Chernyavskikh V.I. 2006. The environment-forming role of endemic species in calciphilous communities of the southern central Russian upland. *Russian Journal of Ecology*, 37 (2): 143–145.

21. Dumacheva E.V., Cheriavskikh V.I. 2013. Particular qualities of micro evolutionary adaptation processes in cenopopulations *Medicago* L. on carbonate forest-steppe soils in European Russia. *Middle East Journal of Scientific Research*, 17 (10): 1438–1442.

22. Dumacheva E.V., Cherniavskikh V.I., Gorbacheva A.A., Vorobyova O.V., Borodaeva Z.A., Bepalova E.N. Ermakova L.R. 2018. Biological resources of the Fabaceae family in the cretaceous south of Russia as a source of starting material for drought-resistance selection. *International Journal of Green Pharmacy*, 12 (2): 354.

23. Dumacheva E.V., Cherniavskikh V.I., Markova E.I., Klimova T.B., Vishnevskaya E.V. 2015. Spatial pattern and age range of cenopopulations *Medicago* L. in the conditions of gullying of the southern part of the central Russian Upland. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 6 (6): 1425–1429.

24. Lisetskii F.N., Chernyavskikh V.I., Degtyar O.V. 2010. Pastures in the zone of temperate climate: trends for development, dynamics, ecological fundamentals of rational use. *Pastures: Dynamics, Economics and Management*: 51–84.

25. Odorizzi A., Mamani E.M.C., Sipowicz P., Julier B., Gioco J., Basigalup D. 2015. Effect of phenotypic recurrent selection on genetic diversity of non-dormant multifoliolate lucerne (*Medicago sativa* L.) populations. *Crop and Pasture Science*, 66 (11): 1190–1196.
26. Petkova D. 2003. Morphological and economical characteristics of alfalfa multifoliolate variety. *Plant Science*, 40: 190–192.
27. Petkova D. 2010. Multifoliolate Alfalfa line with 23-24 leaves on a leaf stalk. *Journal of Crop and Weed*, 6 (1): 1–5.
28. Popescu S., Boldura O.-M., Ciulca S., 2016. Evaluation of the genetic variability correlated with multileaflet trait in alfalfa. *AgroLife Scientific Journal*, 5 (2): 125–130.
29. Sheaffer C.C., McCaslin M., Volenec J.J., Cherney J.H., Johnson K.D., Woodward W.T., Viands D.R. 1995. Multifoliolate Leaf Expression (Leaves With Greater Than 3 Leaflets Leaf).
30. Streltsina S. A., Zhukova M. A., Chachko E. V., Dzyubenko N.I. and Konarev A.V. 2001. Comparative analysis of intra-population variability of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and Eastern goat (*Galega orientalis* L.) by biochemical quality traits. *Agricultural biology*, 5: 37–47.

Поступила в редакцию 10.08.2019 г.