

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ (*MEDICAGO VARIA MAR.*)

I. A. Volodina, I. S. Abramenko

THE ASSESSMENT OF PROSPECTIVE POPULATIONS OF VARIABLE ALFALFA
(*MEDICAGO VARIA MAR.*)

Володина Ирина Александровна – канд. с.-х. наук, науч. сотр. лаб. инновационных технологий в сфере селекции, семеноводства и семеноведения Поволжского НИИ селекции и семеноводства им. П.Н.Константинова – филиала Самарского федерального исследовательского центра РАН, Самарская обл., Кинельский р-н, п.г.т. Усть-Кинельский.

E-mail: Volodinalrina1980@yandex.ru

Абраменко Ирина Степановна – науч. сотр. лаб. интродукции, селекции кормовых и масличных культур Поволжского НИИ селекции и семеноводства им. П.Н.Константинова – филиала Самарского Федерального исследовательского центра РАН, Самарская обл., Кинельский р-н, п.г.т. Усть-Кинельский.

E-mail: gnu_pniiss@mail.ru

Volodina Irina Alexandrovna – Cand. Agr. Sci., Staff Scientist, Lab. of Innovative Technologies in the Sphere of Selection, Seed Farming and Seed Science, Volga Region Research and Development Institute of Selection and Seed Farming named after P.N. Konstantinov – Branch RAS, Samara Federal Research Center, Samara Region, Kinelsky District, Ust-Kinelsky.

E-mail: Volodinalrina1980@yandex.ru

Abramenko Irina Stepanovna – Staff Scientist, Lab. of Innovative Technologies in the Sphere of Selection, Seed Farming and Seed Science, Volga Region Research and Development Institute of Selection and Seed Farming named after P.N. Konstantinov – Branch RAS, Samara Federal Research Center, Samara Region, Kinelsky District, Ust-Kinelsky. E-mail: gnu_pniiss@mail.ru

Цель исследования – дать теоретическое и практическое обоснование комплексу признаков у современных сортов – популяций люцерны изменчивой отвечающим требованиям агропромышленного комплекса. Задачи исследования: изучить продуктивность образцов по выходу сухого вещества в контрольном питомнике (КП); оценить сортообразцы по высоте и облиственности; выявить сорта – популяции люцерны, наиболее адаптированные к экологическим условиям региона; использовать полученный материал для создания высокопродуктивных сортов, чтобы компенсировать их недостаток в сельскохозяйственном производстве. Закладка опытов и наблюдения проводились согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и Методических указаний по проведению полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов в 2017–2019 гг. В качестве объекта исследования выступили 20 популяций люцерны изменчивой в кон-

трольном питомнике, созданные методом поликросса. В качестве стандарта выбраны два сорта: Куйбышевская и Изумруда. Различные по степени тепло- и влагообеспеченности годы позволили более полно изучить комплекс показателей, влияющих на урожайность сухого вещества у высевных образцов. Наивысшая урожайность сухого вещества за 3 года жизни и 2 года пользования в контрольном питомнике была отмечена у образцов: Синтетик 4Д32, Диана 21-1, Смесь отборов 1, Плодовитая, Биотип 1-16, Смесь отборов 4, которая составила 0,63–0,75 кг/м². Наиболее продуктивным был образец Синтетик 4Д5, средняя урожайность которого в сумме за 2 укоса за 2 года пользования составила 1,05 кг/м². Высота растений люцерны в первом укосе варьировала у выделенных образцов от 78,75 до 89,45 см. Наибольшая облиственность, отмечена у образцов: Биотип 1-16 (42,4 %); Синтетик 4Д5 (42,7); Плодовитая (42,8) и Смесь отборов 1 (43,9 %). Доля 1 укоса

в среднем за годы исследования составила 64,5–73,0 %, отавы – 27,0–36,6 %. Отмеченные популяции могут быть рекомендованы в качестве нового исходного материала для использования в селекции данной культуры.

Ключевые слова: люцерна изменчивая, популяция, облиственность, 1-й укос, 2-й укос, отава, сухое вещество.

The research objective was to give theoretical and practical justification to a complex of signs of modern varieties – populations of alfalfa meeting the requirements of agrarian and industrial complex. The research problems were to study the efficiency of the output on dry matter in the control nursery (CN); to estimate a variety sample on height and leafiness; to reveal the varieties – alfalfa populations most adapted to ecological conditions of the region; to use the received material for the creation of highly productive varieties to compensate their lack of agricultural production. Laying the experiments and observations was made according to the technique of the State variety testing of crops and Methodical instructions on carrying out field experiments with forage crops of All-Russia Research Institute of Forages in 2017–2019. The research objects were 20 populations of variable alfalfa in a control nursery, generated by the method of polycross. Two varieties were chosen as the standard: Kuybyshevskaya and Izumruda. Different years of heat and moisture availability allowed studying more fully the set of indicators affecting the yield of dry matter in seeded samples. The highest yield of dry matter for 3 years of life and 2 years of use in the control nursery was noted in the samples: Synthetic 4D32, Diana 21-1, Smes otborov 1, Plodovitaya, Biotype 1-16, Synthetic 4, which was 0.63–0.75 kg/sq.m. The sample Synthetic 4D5 which average productivity in the sum for 2 hay crops for 2 years of using made 1.05 kg/sq.m was the most productive. The height of the plants of alfalfa in the first hay crop varied at the allocated samples from 78.75 to 89.45 cm. The greatest leafiness was noted in the samples: Biotype 1–16 (42.4 %); Synthetic 4D5 (42.7); Plodovitaya (42.8) and Smes otborov 1 (43.9 %). The share of 1 mowing in the average over the years of research was 64.5–73.0 %, from the second - 27.0–36.6 %. Noted populations can be recommended as new initial material for using in the selection of this culture.

Keywords: *variable alfalfa, population, leafiness, 1-st mowing, 2-nd mowing, otava, dry matter.*

Введение. В числе важнейших особенностей адаптивной системы селекции – тесная взаимосвязь этапов мобилизации генофонда растений, селекции, сортоиспытания и семеноводства, а также реализация сортовой агротехники. Причем на каждом из указанных этапов существует опасность потери ценных свойств и признаков [1]. Непрерывно наполняющийся новыми, все более продуктивными сортами люцерны рынок требует создания новых конкурентоспособных сортов для разных зон. На сегодняшний момент в Госреестре селекционных достижений находится 77 сортов люцерны изменчивой и всего 13 из них рекомендованы для Средневолжского региона [2].

Важнейшим моментом процесса создания сорта является получение объективной оценки его биологических и адаптационных способностей [3]. Перед окончательной отправкой образцов в питомник конкурсного испытания закладывается контрольный питомник (КП), в который поступают все лучшие номера, отобранные в селекционном питомнике. Тестируемые номера оценивают как по отдельным признакам, так и по их комплексу, среди которых главный урожайность. Лучшие из них, выделяющиеся по наиболее пригодным признакам, переводят в питомник конкурсного или станционного испытания [4, 5].

Цель исследования: дать теоретическое и практическое обоснование комплексу признаков у современных сортов – популяций люцерны изменчивой, отвечающих требованиям агропромышленного комплекса.

Задачи исследования: изучить продуктивность образцов по выходу сухого вещества в контрольном питомнике; оценить сортообразцы по высоте и облиственности; выявить сорта – популяции люцерны, наиболее адаптированные к экологическим условиям региона; использовать полученный материал для создания высокопродуктивных сортов, чтобы компенсировать их недостаток в сельскохозяйственном производстве.

Методы исследования. Исследование проводилось в лесостепной зоне Среднего Поволжья на полях экспериментального кормового

севооборота Поволжского НИИСС в Кинельском районе Самарской области. Почвенный покров здесь представлен типичным среднегумусным черноземом тяжелосуглинистого механического состава. Содержание легкогидролизуемого азота в пахотном слое – 11,6–13,2 мг, подвижного фосфора – 15,8–19,5 и калия – 14,5–20,1 мг на 100 г почвы. Предшественник – пар. Обработка почвы: отвальная вспашка на глубину пахотного слоя, ранневесеннее боронование, две предпосевные культивации: первая на глубину 7–10 см, вторая на глубину заделки семян в день посева, обязательное послепосевное прикатывание. Контрольный питомник заложили 16 мая 2017 г. В качестве объекта исследования были использованы 20 популяций люцерны, полученные в результате многолетнего (2007–2016 гг.) изучения и селекционной проработки материала, созданных методом поликросса с последующим биотипическим отбором, т. е. объединением поликроссных потомств по специфическим признакам: типу корневой системы, габитусу растений, форме бобов и т. д. Наблюдения

и учеты проводились согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и Методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов [5–7]. В качестве стандарта были взяты два сорта: Куйбышевская – как наиболее распространенный в производстве и Изумруда – созданный в Поволжском НИИСС, районированный с 2014 г. Посев участков провели сплошным способом, с нормой высева 15 кг/га, рекомендованной при рядовом посеве для лесостепной зоны [8, 9], площадью 13,5 м² (1,5 × 9,0 м) в 2-кратной повторности, с рендомизированным размещением. Статистическая обработка данных выполнена по Б.А. Доспехову, при помощи программы Excel из пакета Microsoft Office [5, 10].

Результаты исследования и их обсуждение. Во время проведения исследования погодные условия существенно различались по степени тепло- и влагообеспеченности. Метеоданные представлены на рисунке 1 и в таблице 1.

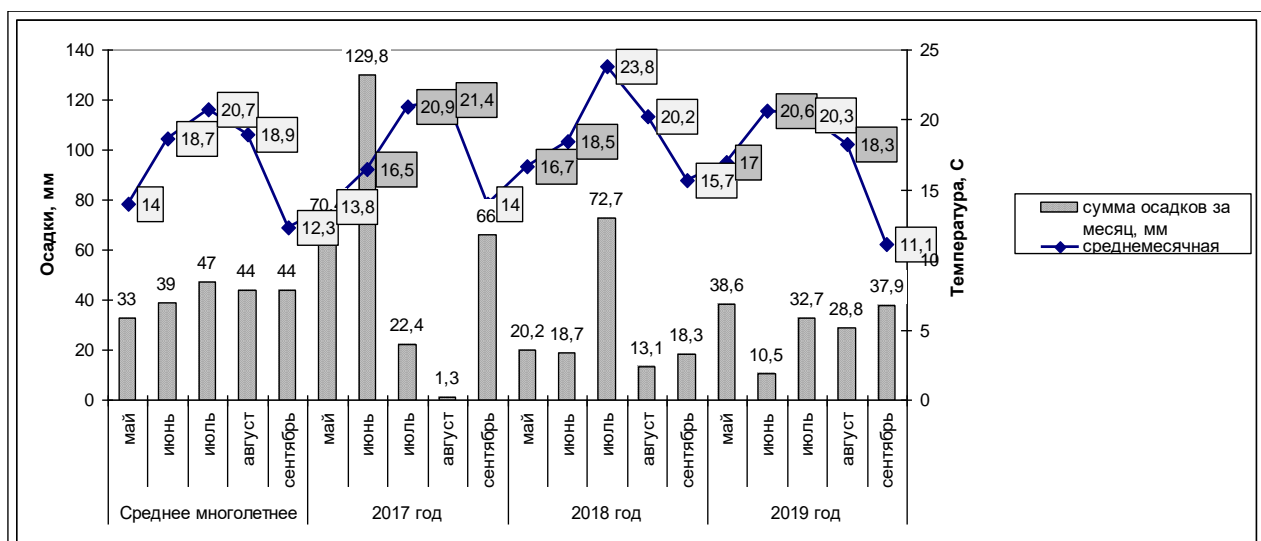


Рис.1. Метеорологические данные за 2017 – 2019 гг.

За исследуемый период сумма осадков составляла 200–312 мм, сумма активных температур выше 10 °C – 2572–2953 °C. Сумма осадков за вегетационный период в 2017 г. составила

312 мм; в 2018 г. – 200; в 2019 г. – 214 мм. Среднемесячная температура воздуха за апрель – сентябрь в 2017 г. была 15,5 °C; в 2018 г. – 16,8; в 2019 г. – 16,5 °C при норме 15,9 °C.

Характеристика метеоусловий за годы исследований (2017–2019 гг.)

Месяц	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднегодовое
Сумма активных температур, °С				
Апрель	58,7	49,3	106,0	109,0
Май	365,1	516,5	533,2	436,0
Июнь	485,6	554,0	618,0	561,0
Июль	648,0	737,2	630,3	642,0
Август	644,0	624,1	560,9	584,0
Сентябрь	370,5	472,0	250,0	370,0
Сумма за вегетацию	2 571,9	2 953,1	2 698,4	2 702,0
ГТК за вегетацию				
Апрель	3,8	2,2	0,7	3,1
Май	1,9	0,4	0,7	0,8
Июнь	2,7	0,3	0,2	1,0
Июль	0,4	1,0	0,5	0,8
Август	0,0	0,2	0,5	0,7
Сентябрь	1,8	0,4	2,8	1,2
Среднее за вегетацию	1,8	0,8	0,9	1,3

В закладке контрольного питомника (посева 2017 г.) на основании комплексной оценки сортопопуляций люцерны за 2 года пользования и 3 года вегетации выделены перспективные сортообразцы по наиболее ценным селекционным параметрам. Для получения более точных данных при изучении нового селекционного материала люцерны с повышенной урожайностью кормовой массы особое внимание уделялось исследованию продуктивности сухого вещества, высоте и облиственности. Изучение новых по-

пуляций люцерны показало, что продуктивность сухого вещества в первом укосе в среднем за два года пользования составила 105,7–130,7 % к стандартному сорту Куйбышевская и 102,1–127,1 % к новому районированному сорту Изумруда. Из созданного селекционного материала выделены образцы с высокой продуктивностью по выходу сухого вещества в первом укосе: Смесь отборов 1 – 0,75 кг/м²; Диана 21-1 – 0,75; Гюзель Д18 – 0,73; Синтетик 4Д5 и Плодовитая – по 0,72 кг/м² (табл. 2).

Таблица 2

Хозяйственно-биологические признаки популяций люцерны, среднее за 2018–2019 гг., посев 2017 г.

Сорт, популяция	Урожайность сухого вещества, кг/м ²	Высота, см	Облиственность, %
1	2	3	4
1-й укос			
Куйбышевская, st	0,57	83,8	41,4
Изумруда, st	0,59	84,8	40,3
Смесь отборов 1	0,75	82,2	43,9
ТП №19	0,62	86,9	38,0
Биотип 1-16	0,69	82,3	42,4
Синтетик 4Д5	0,72	88,4	42,7
Смесь отборов 3	0,61	84,4	37,4
Смесь отборов 4	0,63	83,2	36,3

Окончание табл. 2

1	2	3	4
Плодовитая	0,72	78,8	42,8
Гюзель Д 18	0,73	80,8	40,3
Диана 21-1	0,75	84,6	41,3
Синтетик 4Д32	0,60	89,5	40,1
НСР _{0,5} (2018 г.)	0,04	1,93	2,98*
НСР _{0,5} (2019 г.)	1,10	4,01	3,00
2-й укос			
Куйбышевская st	0,27	69,9	34,8
Изумруда st	0,27	68,8	35,5
Смесь отборов 1	0,29	61,1	41,7
ТП №19	0,34	69,8	37,0
Биотип 1-16	0,31	75,4	42,1
Синтетик 4Д5	0,33	73,4	37,1
Смесь отборов 3	0,30	69,5	39,5
Смесь отборов 4	0,26	67,2	40,8
Плодовитая	0,27	63,8	40,0
Гюзель Д 18	0,27	73,3	39,9
Диана 21-1	0,29	72,5	39,5
Синтетик 4Д32	0,34	70,2	39,1
НСР _{0,5} (2018 г.)	0,03	1,83	1,84
НСР _{0,5} (2019 г.)	0,04	3,97	2,90

*Математические различия в опыте не существенны.

По мнению К.А. Тимирязева, рост – «наиболее выдающаяся черта в жизни растения» – является главным при формировании урожая. Рост растений в биологии стали рассматривать как одно из основных взаимоотношений их индивидуального развития, отражающих многие стороны жизнедеятельности растений, и, в известной мере, баланс процессов синтеза и распада веществ в организме при его взаимодействии с условиями внешней среды [11]. Исследованиями выявлено, что высота растений люцерны за 2017–2019 гг. в первом укосе (24.06.18 г., 20.06.19 г.) варьировала у выделенных по сухому веществу образцов от 78,8 до 89,5 см. Относительная высота растений достоверно превышала оба стандарта у популяций ТП №19, Синтетик 4Д5 и Синтетик 4Д32.

Для лучшей поедаемости зеленой массы необходим высокий процент облиственности. Облиственность номеров люцерны в различных по влагообеспеченности условиях 2018–2019 гг. находилась в пределах 36,3–43,9 %. По этому признаку у образцов Биотип 1-16 (42,4 %); Синтетик 4Д5 (42,7); Плодовитая (42,8) и Смесь от-

боров 1 (43,9 %) наблюдались самые высокие показатели.

Люцерна является многоукосной культурой и в условиях юга лесостепи Среднего Поволжья стабильно формирует за период вегетации два укоса зеленой массы [12]. Надземную биомассу, отросшую после очередного выпаса скота или укоса, называют отавой. Отавность обычно измеряют отношением нарощенной массы к первому срезанию или укосу и выражают в процентах. Соответственно доля 1-го укоса в суммарной урожайности сухого вещества в среднем за годы исследований составила 64,5–73,0 %, отавы – 27,0–36,6 %.

По урожайности сухого вещества второго укоса отмечены популяции: Смесь отборов 1 (0,29 кг/м²); Смесь отборов 3 (0,30); Биотип 1-16 (0,31); Синтетик 4Д5 (0,33), ТП №19 и Синтетик 4Д32 (по 0,34 кг/м²). Средняя высота выделенных образцов была в диапазоне 61,1–75,4 см.

В конце эксперимента номера Синтетик 4Д5, Смесь отборов 1 и Диана 21-1 проявили резкое повышение суммарного сбора сухого вещества с достоверным превышением над стандартами 20–25 % (табл. 3).

Выделившиеся популяции люцерны по суммарной продуктивности в КП 2017, за 2018–2019 гг.

Сорт, популяция	Сумма двух укосов, среднее за 2018–2019 гг., кг/м ²	Прибавка к st Куйбышевская, %	Прибавка к st Изумруда, %	Сбор сухого вещества за 2018–2019 гг., т/га	Прибавка к st Куйбышевская, %	Прибавка к st Изумруда, %
Куйбышевская st	0,84	–	–	16,7	–	–
Изумруда st	0,86	–	–	17,2	–	–
Смесь отборов 1	1,04	23,2	20,3	20,7	23,4	19,8
ТП №19	0,96	13,7	11,0	19,1	14,1	10,8
Биотип 1-16	1,00	19,0	16,3	20,0	19,5	16,0
Синтетик 4Д5	1,05	25,0	22,1	21,0	25,4	21,8
Смесь отборов 3	0,90	7,1	4,7	18,0	7,2	4,1
Смесь отборов 4	0,89	6,0	3,5	17,8	6,3	3,2
Плодовитая	0,99	17,9	15,1	19,8	18,0	14,5
Гюзель Д 18	1,00	18,5	15,7	19,9	19,2	15,7
Диана 21-1	1,04	23,2	20,3	20,7	23,7	20,1
Синтетик 4Д32	0,93	10,7	8,1	18,6	11,1	7,8
НСР _{0,5}	0,08			1,58		

Важной хозяйственной характеристикой многолетней культуры является суммарный урожай с единицы площади за годы пользования травостоя. Наиболее продуктивные популяции люцерны обеспечили суммарный сбор сухого вещества от 17,8 до 21,0 т с 1 гектара. Максимальный сбор сухого вещества отмечен у трех номеров: Синтетик 4Д5, Диана 21-1, Смесь отборов 1.

При выращивании люцерны изменчивой без орошения не подверженная колебаниям продуктивности позволяет считать выделившиеся образцы ценным исходным материалом и помогает разнообразить сортимент сортов, приспособленных к возделыванию в зоне рискованного земледелия.

Выводы. В результате исследования популяций люцерны изменчивой в условиях Средневолжского региона, выделены ценные источники стабильной урожайности сухого вещества: Синтетик 4Д5 (1,05 кг/м²), Диана 21-1 и Смесь отборов 1 (по 1,04 кг/м²). Мощностью растений, выражающейся показателем «высота» отличались ТП № 19 (86,9 см), Синтетик 4Д5 (88,4) и Синтетик 4Д32 (89,5 см), при этом обладающие высокой облиственностью Биотип 1-16 (42,4 %), Синтетик 4Д5 (42,7), Плодовитая (42,8) и Смесь

отборов 1 (43,9 %). Данные образцы можно рекомендовать как новый исходный материал для использования в селекции этой культуры.

Литература

1. Жученко А.А. Роль мобилизации генетических ресурсов цветковых растений, их идентификации и систематизации в формировании адаптивно-интегрированной системы защиты агроценозов, агроэкосистем и агроландшафтов. Саратов, 2012.
2. Сорта растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (А). Сорта культуры Люцерна изменчивая. URL: <http://reestr.gossortrf.ru/reestr/l/10.html>.
3. Куркова И.В., Фокин С.А. Оценка адаптивной способности и экологической пластичности сортов и сортообразцов ярового ячменя Амурской селекции // Вестник КрасГАУ. 2018. № 2. С. 16–21.
4. Селекция и семеноводство культивируемых растений: учеб. пособие для вузов / под ред. Ю.Л. Гужова, А. Фукс, П. Валичек. 2-е изд., доп. и пер. М.: Изд-во Рос. ун-та дружбы народов, 1999. 342 с.

5. Володина И.А., Абраменко И.С. Результаты селекционной работы с популяциями люцерны изменчивой (*Medicago Varia Mar.*) // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 12-2 (39). С. 33–40.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. Вып. 2. 194 с.
7. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. М., 1997. 134 с.
8. Епифанова И.В. Приемы возделывания многолетних бобовых трав на семена и кормовые цели в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Пенза, 2004. 19 с.
9. Байкалова Л.П., Власова Т.С., Коваленко Е.В. Влияние нормы высева на семенную продуктивность люцерны гибридной в условиях Красноярской степи // Вестник КрасГАУ. 2019. № 12. С. 23–31.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
11. Высота растений, площадь листьев, накопление воздушно-сухого вещества. URL: <http://racechrono.ru/risovye-sevooboroty/4338-vysota-rasteniy-ploschad-listev-nakoplenie-vozdushno-suhogo-veschestva.html>.
12. Курьянович А.А., Володина И.А., Абраменко И.С. Полевая оценка продуктивности и адаптивности люцерны изменчивой (*Medicago varia Mart.*) в конкурсном сортоиспытании // АгроЭкоИнфо. 2017. № 4. URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/4/st_425.doc.
3. Kurkova I.V., Fokin S.A. Ocenka adaptivnoj sposobnosti i jekologicheskoj plastichnosti sortov i sortoobrazcov jarovogo jachmenja Amurskoj selekcii // Vestnik KrasGAU. 2018. № 2. S. 16–21.
4. Selekcija i semenovodstvo kul'tiviruemyh rastenij: ucheb. posobie dlja vuzov / pod red. Ju.L. Guzhova, A. Fuks, P. Valichek. 2-e izd., dop. i per. M.: Izd-vo Ros. un-ta družby narodov, 1999. 342 s.
5. Volodina I.A., Abramenko I.S. Rezul'taty selekcionnoj raboty s populjacijami ljucerny izmenchivoj (*Medicago Varia Mar.*) // Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk. 2019. № 12-2 (39). S. 33–40.
6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozjajstvennyh kul'tur. M., 1989. Vyp. 2. 194 s.
7. Metodicheskie ukazanija po provedeniju polevyh opytov s kormovymi kul'turami VNII kormov im. V.R. Vil'jamsa. M., 1997. 134 s.
8. Epifanova I.V. Priemy vozdeljvanija mnogoletnih bobovyh trav na semena i kormovye celi v uslovijah lesostepi Srednego Povolzh'ja: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. Penza, 2004. 19 s.
9. Bajkalova L.P., Vlasova T.S., Kovalenko E.V. Vlijanie normy vyseva na semennuju produktivnost' ljucerny gibridnoj v uslovijah Krasnojarskoj stepi // Vestnik KrasGAU. 2019. № 12. S. 23–31.
10. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Kolos, 1979. 416 s.
11. Vysota rastenij, ploshhad' list'ev, nakoplenie vozdushno-suhogo veshhestva. URL: <http://racechrono.ru/risovye-sevooboroty/4338-vysota-rasteniy-ploschad-listev-nakoplenie-vozdushno-suhogo-veschestva.html>.
12. Kur'janovich A.A., Volodina I.A., Abramenko I.S. Polevaja ocenka produktivnosti i adaptivnosti ljucerny izmenchivoj (*Medicago varia Mart.*) v konkursnom sortoispytanii // AgroJekolInfo. 2017. № 4. URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/4/st_425.doc.

Literatura

1. Zhuchenko A.A. Rol' mobilizacii geneticheskikh resursov cvetkovyh rastenij, ih identifikacii i sistematizacii v formirovanii adaptivno-integrirovannoj sistemy zashhity agrocinozov, agrojekosistem i agrolandshaftov. Saratov, 2012.
2. Sorta rastenij, vkljuchennye v Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushhennyh k ispol'zovaniju (A). Sorta kul'tury Ljucerna izmenchivaja. URL: <http://reestr.gossortrf.ru/reestr/1/10.html>.
12. Kur'janovich A.A., Volodina I.A., Abramenko I.S. Polevaja ocenka produktivnosti i adaptivnosti ljucerny izmenchivoj (*Medicago varia Mart.*) v konkursnom sortoispytanii // AgroJekolInfo. 2017. № 4. URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/4/st_425.doc.