

ОЦЕНКА СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ

Н.И. Касаткина, Ж.С. Нелюбина

Реферат. Клевер луговой – основная кормовая культура в Среднем Предуралье, обладающая большими потенциальными возможностями. Актуальной проблемой остается разработка и совершенствование технологии ее возделывания, в том числе поиска адаптированных сортов. Исследования по оценке урожайности зеленой и сухой массы, а также семян рекомендованных оригинаторами сортов клевера лугового российской и иностранной селекции ВИК 77, Дипло, Лестрис, Ранний 2, Кудесник в условиях Среднего Предуралья выполняли в 2017–2019 гг. на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве в лесостепной зоне Удмуртской Республики. В качестве стандарта использовали включенный в Государственный реестр селекционных достижений по Волго-Вятскому региону сорт Дымковский. Посев проводили в 2017 г., всестороннее изучение – в 2018–2019 гг. Метеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований были различными: 2017 и 2019 гг. – переувлажненные (ГТК – 1,97 и 1,73), 2018 г. – засушливый (ГТК – 0,89). Зимостойкость сортов клевера лугового была равна 4,5 баллам. Укосной спелости сорта Дипло, Лестрис и Ранний 2 достигали за 58...63 дня, Дымковский, ВИК 77 и Кудесник – за 66...70 дней. В среднем за 2 года пользования травостоем клевера лугового по урожайности сухой массы (6,2...6,8 т/га) выделились сорта Дипло, Ранний 2 и Кудесник. Наибольший выход обменной энергии (51,2 и 55,0 ГДж/га), переваримого протеина (0,44 и 0,46 т/га) и кормовых единиц (3,79 и 4,09 тыс. корм. ед./га) в первом укосе отмечен соответственно у стандарта Дымковский и тетраплоидного сорта Кудесник. Семенная продуктивность сортов клевера лугового 1 г.п. находилась на уровне 137...314 кг/га, наибольшей она была у стандарта Дымковский.

Ключевые слова: клевер луговой (*Trifolium pratense*), сорт, урожайность сухой массы, урожайность семян, питательная ценность.

Введение. В Среднем Предуралье, в том числе в Удмуртской Республике, очень развито молочное животноводство. В связи с этим одна из основных задач отрасли растениеводства сельскохозяйственных предприятий – его обеспечение качественными кормами собственного производства. Для этого необходимо совершенствование технологии возделывания кормовых культур, в том числе поиск адаптированных к местным условиям новых сортов и гибридов. Основной кормовой культурой в регионе остается клевер луговой, обладающий большими потенциальными возможностями [1, 2, 3]. В последние годы отмечен интенсивный завоз в хозяйства Среднего Предуралья, в том числе Удмуртской Республики, семян клевера зарубежной селекции. В то же время при возделывании сортов, не адаптированных к местным агрометеорологическим условиям, растения выпадают во время перезимовки, поражаются болезнями и вредителями [4, 5], снижается урожай и долгодетие травостоя [6, 7]. Актуальным остается определение семенной продуктивности кормовых культур, поскольку роль, которая отводится клеверу луговому, как в создании кормовой базы, так и в биологизации земледелия, может быть выполнена только при достаточном обеспечении семенами [8, 9, 10].

Цель исследований – оценка кормовой и семенной продуктивности сортов клевера лугового российской и иностранной селекции в условиях Среднего Предуралья.

Условия, материалы и методы. Работу осуществляли в 2017–2019 гг. в Удмуртском НИИСХ Удмуртского ФИЦ УрО РАН, расположенном в лесостепной зоне Удмуртской Республики. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая слабокислая (рНКС1 – 6,13 ед.) с содержанием гумуса (по И.В. Тюрину в модификации ЦИНАО,

ГОСТ 26213-91) – 2,2 %, подвижного фосфора и калия (по А.Т. Кирсанову в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26207-91) – соответственно 346 мг/кг почвы и 101 мг/кг почвы. Объект исследования – шесть рекомендованных оригинаторами сортов клевера лугового российской и иностранной селекции: Дымковский и Кудесник – ФАНЦ Северо-Востока, ВИК 77 и Ранний 2 – ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», Дипло и Лестрис – Франция. В качестве стандарта использовали включенный в Государственный реестр селекционных достижений по Волго-Вятскому региону двуукосный сорт клевера лугового Дымковский, который служит стандартом в Государственном сортоиспытании на госсортоучастках Удмуртской Республики. Посев провели в 2017 г. под покров яровой пшеницы Свеча сеялкой СН-16, способ посева – обычный рядовой, норма высева – 7,0 млн всх. семян на 1 га. Общая площадь делянки 36 м², учетная на зеленую массу – 10 м², на семена – 26 м². Метеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований были различными: 2017 и 2019 гг. выдались переувлажненными (ГТК – 1,97 и 1,73), 2018 г. – засушливым (ГТК – 0,89). При проведении исследований в 2018–2019 гг. использовали общепринятые методики [11, 12]. Учет урожайности зеленой массы сортов клевера лугового (с последующим пересчетом на сухое вещество) проводили в период бутонизации–начала цветения, семян – в фазе 90...95 % побуревших головок. В связи с тем, что в среднем по сортам основная часть сухой массы была сформирована в первом укосе (в 2018 г. – 70 %, в 2019 г. – 84 %), учет структуры урожая второго укоса не осуществляли. Анализ растительных проб на питательную ценность выполняли в лаборатории биохимического анализа Удмуртского НИИСХ по классическим и модифицированным методикам [13].

Таблица 1 – Урожайность сухой массы сортов клевера лугового, т/га

Сорт	1 г.п. (2018 г.)			2 г.п. (2019 г.)		
	1 укос	2 укос	в сумме	1 укос	2 укос	в сумме
Дымковский (ст.)	4,7	0	4,7	6,5	0	6,5
ВИК 77	4,8	1,7	6,5	5,1	0	5,1
Дипло	4,1	2,7	6,7	3,6	2,1	5,7
Лестрис	3,4	2,8	6,2	3,8	2,2	6,1
Ранний 2	4,1	2,4	6,5	4,7	1,9	6,6
Кудесник	5,4	1,7	7,1	6,6	0	6,6
НСР ₀₅	0,8	0,5	1,0	0,2	0,1	0,2

Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием программы Microsoft Excel [14].

Результаты и обсуждение. Начало отрастания сортов клевера лугового 1 года пользования (1 г.п.) в 2018 г. отмечено 26 апреля. Зимостойкость была оценена на 4,5 балла, устойчивость к полеганию и засухе – по 4,0...5,0 баллов. Укосной спелости сорта Дипло, Лестрис и Ранний 2 достигли за 63 дня, сорта Дымковский, ВИК 77 и Кудесник – за 70 дней. Урожайность сухой массы большинства изучаемых сортов в первом укосе (4,1...5,4 т/га) находилась на уровне стандартного сорта Дымковский (4,7 т/га). Только у клевера сорта Лестрис она оказалась существенно ниже на 1,3 т/га (НСР₀₅ – 0,8 т/га). Засушливые условия июля (ГТК – 0,61) привели к тому, что стандартный сорт Дымковский второй укос не сформировал. У остальных изучаемых сортов урожайность сухой массы составила 1,7...2,8 т/га, наибольшей она была у сортов Дипло и Лестрис – соответственно 2,7 и 2,8 т/га. В сумме за два укоса сбор сухого вещества у изучаемых сортов достиг 6,2...7,1 т/га, что существенно (НСР₀₅ – 1,0 т/га) выше, чем у стандарта Дымковский, на 1,5...2,4 т/га (табл. 1).

В 2019 г. отрастание клевера лугового 2 г.п. началось 23 апреля, зимостойкость была оценена на 4,5 баллов. Устойчивость к полеганию составила 4,5...5,0 баллов с наименьшей величиной этого показателя у сортов Дымковский, ВИК 77 и Кудесник. На сортах французской селекции Дипло и Лестрис отмечали поражение антракнозом – 30 и 20 % соответственно. Укосной спелости Дипло, Лестрис и Ранний 2 достигли за 58 дня, Дымковский, ВИК 77 и Кудесник – за 66 дней. Урожайность сухой массы большинства сортов в первом укосе была существенно (НСР₀₅ – 0,2 т/га) ниже, чем у стандарта Дымковский (6,5 т/га), на 1,4...2,9 т/га. Исключение составил тетраплоидный сорт Кудес-

ник, сбор сухой массы которого находился на уровне стандарта. Второй укос сортов Дымковский, ВИК 77 и Кудесник не проводили по причине низкого травостоя и слабого развития растений (не достигли фазы бутонизации) в связи с недостатком тепла (в июле и августе среднесуточная температура воздуха была ниже средне-многолетней на 2 и 1 0С соответственно). Сорта Дипло, Лестрис и Ранний 2, как более скороспелые, успели сформировать второй укос. Урожайность их сухой массы составляла 1,9...2,2 т/га. В сумме за два укоса величина этого показателя на уровне стандарта Дымковский отмечена у сортов Ранний 2 и Кудесник. У остальных генотипов она была достоверно (НСР₀₅ – 0,2 т/га) ниже на 0,4...1,4 т/га.

В среднем за два года пользования травостоем существенную (НСР₀₅ – 0,5 т/га) прибавку сбора сухой массы к стандарту на уровне 0,6...1,2 т/га обеспечило выращивание сортов Дипло, Ранний 2 и Кудесник. Повышению урожайности, относительно стандарта, способствовало увеличение количества стеблей и их облиственности в первом основном укосе (табл. 2). Тетраплоидный сорт Кудесник сформировал травостой с густотой стеблестоя 562 шт./м², масса одного стебля составила 9,1 г, что существенно выше показателей стандартного сорта на 77 шт./м² (НСР₀₅ – 22 шт./м²) и 1,9 г (НСР₀₅ – 1,1) соответственно.

Содержание сырого протеина в сухом веществе первого укоса сортов клевера лугового составляло 12,1...13,4 % (при норме 10...15 % по ОСТ 10243-2000), наибольшим оно было у сортов иностранной селекции Дипло и Лестрис – соответственно 13,2 % и 13,4 %, что на 1,0 и 1,2 % больше величины аналогичного показателя у стандарта. Концентрация обменной энергии (КОЭ) в сухом веществе изучаемых сортов находилось на уровне 8,89...9,37 МДж/кг, обеспеченность 1 корм. ед. переваримым протеином – 111...136 г при норме 9,0...9,5 МДж/кг и

Таблица 2 – Сбор сухого вещества и структура урожайности (1 укос) сортов клевера лугового, в среднем за 2018–2019 гг.

Сорт	Сбор сухого вещества в сумме за два укоса, т/га	Стеблей, шт./м ²	Высота стеблей, см	Облиственность, %	Масса 1 стебля, г
Дымковский (ст.)	5,6	485	62	44	7,2
ВИК 77	5,8	580	58	39	7,1
Дипло	6,2	512	53	50	6,2
Лестрис	6,1	442	46	52	6,1
Ранний 2	6,5	472	55	40	6,4
Кудесник	6,8	562	59	42	9,1
НСР ₀₅	0,5	26	6		1,1

Таблица 3 – Продуктивность сортов клевера лугового (1 укос, в среднем за 2018–2019 гг.)

Сорт	Сырой протеин, %	КОЭ, МДж/кг сухого вещества	Выход обменной энергии ГДж/га	Сбор переваримого протеина, т/га	Выход корм. ед., тыс./га	Содержание переваримого протеина в 1 корм. ед., г
Дымковский (ст.)	12,2	9,14	51,2	0,44	3,79	115
ВИК 77	12,1	9,00	44,5	0,38	3,25	118
Дипло	13,2	8,89	34,2	0,34	2,47	136
Лестрис	13,4	9,37	33,7	0,32	2,56	124
Ранний 2	12,6	9,00	39,6	0,36	2,89	124
Кудесник	12,0	9,17	55,0	0,46	4,09	111

Таблица 4 – Урожайность семян и ее структура сортов клевера лугового 1 г.п. (2018 г.)

Сорт	Урожайность семян, кг/га	Стеблей, шт./м ²	Головок, шт./м ²	Масса семян с головки, г	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, г/м ²
Дымковский (ст.)	314	460	1448	0,049	1,76	91,8
ВИК 77	258	420	1460	0,056	1,70	81,4
Дипло	137	252	1148	0,037	1,84	42,0
Лестрис	206	280	1012	0,052	1,84	52,6
Ранний 2	255	384	1328	0,049	1,88	64,5
Кудесник	182	384	1116	0,018	2,24	20,6
НСР ₀₅	27	82	196		0,15	

100...110 г соответственно. Наибольшими величинами этих показателей были у сортов Лестрис (9,37 МДж/кг) и Дипло (136 г), что на 0,23 МДж/кг и 21 г выше, чем у стандарта. Стандартный сорт Дымковский и тетраплоидный сорт Кудесник характеризовались наибольшим выходом обменной энергии – 51,2 и 55,0 ГДж, переваримого протеина – 0,44 и 0,46 т и кормовых единиц – 3,79 и 4,09 тыс. на 1 га соответственно (табл. 3).

Теплая и засушливая погода вегетационного периода 2018 г. (ГТК – 0,89) отразилась на семенной продуктивности сортов клевера лугового 1 г.п. Урожайность семян составляла 137...314 кг/га, с наибольшей величиной этого показателя у стандарта (табл. 4). У сортов клевера лугового российской селекции ВИК 77 и Ранний 2 она была на 56...59 кг/га ниже, чем у Дымковского, но одновременно существенно (НСР₀₅ – 27 кг/га) выше на 49...121 кг/га, по сравнению с сортами иностранной селекции Дипло и Лестрис. Такое значительное снижение семенной продуктивности сортов Дипло и Лестрис, по сравнению со стандартом, было обусловлено уменьшением числа стеблей соответственно на 208 и 180 шт./м² (НСР₀₅ – 82 шт./м²) и головок – на 300 и 436 шт./м² (НСР₀₅ – 196 шт./м²). Достоверное снижение семенной про-

дуктивности тетраплоидного сорта Кудесник, по сравнению с Дымковским, на 132 кг/га, связано с относительно низкой массой семян в головке (0,018 г). В то же время следует отметить, что масса 1000 семян у тетраплоидного сорта Кудесник 2,24 г была существенно (НСР₀₅ – 0,15 г) выше, чем у стандарта, на 0,48 г.

Выводы. Таким образом, в среднем за два года пользования травостоем клевера лугового сорта Дипло, Ранний 2 и Кудесник формировали урожайность сухой массы на уровне 6,2...6,8 т/га, которая была достоверно выше, чем у стандарта Дымковский. Наибольший выход обменной энергии (51,2 и 55,0 ГДж), переваримого протеина (0,44 и 0,46 т) и кормовых единиц (3,79 и 4,09 тыс.) с 1 га в первом укосе отмечен у стандартного сорта Дымковский и тетраплоидного сорта Кудесник. Семенная продуктивность изучаемых сортов клевера лугового в 1 г.п. составила 137...258 кг/га и была существенно ниже, чем у стандартного сорта Дымковский (314 кг/га).

Благодарности. Исследования проведены в рамках Государственного задания ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук».

Литература

1. Золотарев В.Н., Косолапов В.М., Переprawo Н.И. Состояние травосеяния и перспективы развития семеноводства многолетних трав в России и Волго-Вятском регионе // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 1 (56). С. 28–34.
2. Agro-energy efficiency of using new zoned varieties to create cultivated pastures in the forest zone of the european part of Russia / A.A. Kutuzova, E.E. Provornaya, E.G. Sedova, et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. С. 012031. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/663/1/012031> (дата обращения: 10.05.2021)
3. Создание и характеристика нового сорта клевера лугового ППТТ-Ранний / В. И. Бушуева, Л. И. Ковалевская, М. Ю. Новоселов и др. // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 28-32.
4. Донских Н.А., Михайлова А.Г., Пивень М.Г. Сравнительная оценка разных сортов клевера лугового при возделывании на кормовые и семенные цели // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2020. № 60. С. 9-16. doi: 10.24411/2078-1318-2020-13009
5. Effect of soil and growth climatic conditions on vitamin content of red clover (*Trifolium pratense* L.) / A.L. Mikhailov, O.A. Timofeeva, U.A. Ogorodnova, N.S. Stepanov // Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 2020. Т. 8. № 2. С.292-297. doi: 10.18006/2020.8(Spl-2-AABAS).S292.S297
6. Мазин А.М. Урожайность сортов клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) иностранной селекции // Изве-

стия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии, 2019. № 4. С. 7-12.

7. Спиридонова А.М., Мазин А.М. Сортовые особенности клевера лугового в условиях Северо-Запада России // *Аграрная Россия*. 2020. № 7. С. 11-16. doi: 10.30906/1999-5636-2020-7-11-16.

8. Тимошкина О.Ю., Тимошкин О.А. Селекция клевера ползучего в условиях лесостепи Среднего Поволжья // *Вестник Казанского ГАУ*, 2020. №4 (60). С. 55-60. doi: 10.12737/2073-0462-2021-55-60.

9. Полюдина Р.И., Новоселов М.Ю. Изучение сортов клевера лугового различного типа спелости и плоидности // *Адаптивное кормопроизводство*. 2019. № 2. С. 17-25. doi: 10.33814/AFP-2222-5366-2019-2-17-25.

10. Zabarna T. Characteristics of linear growth of meadow clover varieties // *The Scientific Heritage*. 2021. № 61-2 (61). С. 5-9. doi: 10.24412/9215-0365-2021-61-2-5-9.

11. Методические указания по проведению исследований в семеноводстве многолетних трав / М.А. Смургин, Б.П. Михайличенко, Н.И. Переправо и др. М.: ВИК, 1986. 135 с.

12. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю.К. Новоселов, В.Н. Киреев, Г.П. Кутузов и др. М.: Россельхозакадемия, 1997. 156 с.

13. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа: монография / В.М. Косолапов, В.А. Чуйков, Х.К. Худякова и др. М.: ООО «Угрешская типография», 2019. 272 с.

14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 416 с.

Сведения об авторах

Касаткина Надежда Ивановна – ведущий научный сотрудник, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru

Нелюбина Жанна Сергеевна – ведущий научный сотрудник, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru

Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Ижевск, Россия.

ESTIMATION OF MEADOW CLOVER VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE URALS

N.I. Kasatkina, Zh.S. Nelyubina

Abstract. Meadow clover remains the main forage crop in the middle Urals with great potential. An urgent problem is the development and improvement of the technology of this crop cultivation, including the search for adapted varieties. The aim of the research is to estimate the fodder and seed productivity recommended by the originators of meadow clover varieties of Russian and foreign selection VIK 77, Diplo, Lestris, Ranniy 2, Kudesnik in the Middle Urals region. The studies were carried out in 2017-2019 in the forest-steppe zone of the Udmurt Republic on sod-medium-podzolic medium loamy soil. The Dymkovsky variety included in the State Register of Breeding Achievements in the Volga-Vyatka region was used as a standard. Clover varieties were sown in 2017, comprehensive study in 2018-2019. The meteorological conditions of the growing seasons during the study years were different: 2017 and 2019 - over moistened (hydrothermal coefficient – 1.97 and 1.73), 2018 - dry (hydrothermal coefficient – 0.89). Winter hardiness of meadow clover varieties was estimated at 4.5 points. Varieties Diplo, Lestris and Ranniy 2 reached mowing ripeness in 58-63 days, varieties Dymkovsky, VIK 77 and Kudesnik – in 66-70 days. The varieties Diplo, Ranniy 2 and Kudesnik provided a dry matter yield of 6.2-6.8 t/ha, on average for two years of using meadow clover grass-stand. The highest yield of metabolizable energy (51.2 and 55.0 GJ/ha), digestible protein (0.44 and 0.46 t/ha) and feed units (3.79 and 4.09 thousand feed units/ha) was found in the standard variety Dymkovskiy and the tetraploid variety Kudesnik. Seed productivity of cultivars of meadow clover of the 1st year of use was at the level of 137-314 kg/ha, the highest - 314 kg/ha in the standard variety Dymkovsky.

Key words: meadow clover (*Trifolium pratense*), variety, dry matter yield, seed productivity, nutritional value.

References

1. Zolotarev VN, Kosolapov VM, Perepravo NI. [The state of grass growing and prospects for the development of seed production of perennial grasses in Russia and the Volga-Vyatka region]. *Agramaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2017; 1 (56). 28-34 p.

2. Kutuzova AA, Provornaya EE, Sedova EG. Agro-energy efficiency of using new zoned varieties to create cultivated pastures in the forest zone of the European part of Russia. [Internet]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021; 012031 p. [cited 2021, May 10]. Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/663/1/012031>

3. Bushueva VI, Kovalevskaya LI, Novoselov MYu. [Creation and characteristics of a new variety of meadow clover GPTT-Early]. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2018; 1. 28-32 p.

4. Donskikh NA, Mikhailova AG, Piven' MG. [Comparative evaluation of different varieties of meadow clover when cultivated for fodder and seed purposes]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020; 60. 9-16 p. doi: 10.24411/2078-1318-2020-13009

5. Mikhailov AL, Timofeeva OA, Ogorodnova UA, Stepanov NS. Effect of soil and growth climatic conditions on vitamin content of red clover (*Trifolium pratense* L.). *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. 2020; Vol. 8. 2. 292-297 p. doi: 10.18006/2020.8(Spl-2-AABAS),S292.S297

6. Mazin AM. [Productivity of foreign varieties of meadow clover (*Trifolium pra-tense* L.)]. *Izvestiya Velikolukskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2019; 4. 7-12 p.

7. Spiridonova AM, Mazin AM. [Varietal features of meadow clover in the North-West of Russia]. *Agramaya Rossiya*. 2020; 7. 11-16 p. doi: 10.30906/1999-5636-2020-7-11-16.

8. Timoshkina OYu, Timoshkin OA. [Breeding of creeping clover in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region]. *Vestnik Kazanskogo GAU*. 2020; 4 (60). 55-60 p. doi: 10.12737/2073-0462-2021-55-60.

9. Polyudina RI, Novoselov MYu. [Study of varieties of meadow clover of various types of ripeness and ploidy]. *Adaptivnoe kormoproduzvodstvo*. 2019; 2. 17-25 p. doi: 10.33814/AFP-2222-5366-2019-2-17-25.

10. Zabarna T. Characteristics of linear growth of meadow clover varieties. *The scientific heritage*. 2021; 61-2 (61). 5-9 p. doi: 10.24412/9215-0365-2021-61-2-5-9.

11. Smurygin MA, Mikhailichenko BP, Perepravo NI. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu issledovaniy v semenovodstve mnogoletnikh trav*. [Guidelines for research in seed production of perennial grasses]. Moscow: VIK. 1986; 135 p.

12. Novoselov YuK, Kireev VN, Kutuzov GP. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kulturami*. [Guidelines for conducting field experiments with fodder crops]. Moscow: Rossel'khozakademiya. 1997; 156 p.

13. Kosolapov VM, Chuikov VA, Khudyakova KhK. *Mineral'nye elementy v kormakh i metody ikh analiza: monografiya*. [Mineral elements in feed and methods of their analysis: monograph]. Moscow: ООО «Угрешская типография». 2019; 272 p.

14. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta*. [Field experiment technique]. Moscow: Kolos. 1985; 416 p.

Authors

Kasatkina Nadezhda Ivanovna - Senior Researcher, Ph.D. of Agricultural Sciences, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru

Nelyubina Zhanna Sergeevna - Senior Researcher, Ph.D. of Agricultural Sciences, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru

Federal Federal State Budgetary Institution of Science “Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences”