

ЭСПАРЦЕТ (*ONOBRYCHIS ADANS.*): ВЫГОДНАЯ КУЛЬТУРА В ОРГАНИЧЕСКОМ ЛУГОПАСТБИЩНОМ ХОЗЯЙСТВЕ (ОБЗОР)

Н.Н. ЛАЗАРЕВ, А.В. ШИТИКОВА, Е.М. КУРЕНКОВА, О.В. КУХАРЕНКОВА,
С.А. ДИКАРЕВА, А.А. КЛИМОВ, С.Н. ШЕВЕЛЕВА

(Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

*Многолетние бобовые травы являются наиболее выгодными культурами в системе органического лугопастбищного хозяйства. К таким культурам относится эспарцет, который должен занять достойное место на кормовых угодьях, особенно в современных условиях повышения засушливости климата. В России выращивают три его вида: эспарцет песчаный, виколистный и закавказский. Возделывание эспарцета имеет большое экологическое значение, обусловленное его особыми экологическими свойствами и химическим составом. Он имеет глубокую и сильно разветвленную корневую систему, способную усваивать элементы питания из глубоких слоев почвы. Корневая система эспарцета усваивает минеральные вещества из труднодоступных соединений почвы, поэтому он мало отзывчив на внесение удобрений и может успешно использоваться в системе органического лугопастбищного хозяйства. В отличие от других бобовых трав, за исключением люцерны, эспарцет не вызывает заболевания жвачных животных вздутием рубца. Это обусловлено наличием в растении конденсированных танинов (КТ) в количестве 30–80 г в 1 кг сухого вещества. КТ увеличивают количество нерасщепляемого протеина в рубце, что предотвращает вздутие рубца жвачных животных, сокращает выбросы метана и соединений азота с мочой, и это в свою очередь снижает воздействие парниковых газов на тепловой баланс земли. КТ проявляют антипаразитарную активность против гельминтов *in vivo* у овец и коз, способствуют улучшению использования питательных веществ кормов и, следовательно, повышают продуктивность животных. Эспарцет фиксирует атмосферный азот в количестве до 150 кг/га и не требует внесения азотных удобрений, которые могут загрязнять грунтовые воды и атмосферный воздух. Обогащая почву азотом и другими элементами питания за счет их биологического накопления в верхнем слое почвы, он способствует повышению плодородия почвы. Эспарцет обеспечивает урожаи от 4 до 7 т/га сухой массы при продуктивном долголетии травостоев в течение 4–7 лет, что позволяет снижать затраты на повторное перезалужение.*

Ключевые слова: эспарцет, урожайность, конденсированные танины, вздутие рубца, органическое лугопастбищное хозяйство

Введение

Системы органического земледелия полагаются на биоудобрения, навоз, севооборот, механические обработки для поддержания плодородия почвы, повышения биоразнообразия и борьбы с вредителями [61]. В системах органического лугопастбищного хозяйства этим требованиям в наибольшей степени соответствуют многолетние бобовые травы. Они не требуют внесения азотных удобрений, способствуют повышению плодородия почв, характеризуются длительным долголетием и выращиваются, как правило, в многокомпонентных травосмесях без применения пестицидов [2, 13].

Проблемы производства органической продукции могут усложниться в связи с повышением засушливости климата. Прогнозируется, что изменение климата приведет к увеличению частоты и интенсивности засухи во многих регионах мира [71].

В связи с этим настоящей необходимостью является более широкое использование в травосеянии засухоустойчивых культур. Одними из таких растений являются различные виды эспарцета.

Род эспарцет (*Onobrychis* Adans.) включает в себя большое количество видов, встречающихся в различных регионах Евразии [37, 87], но в культуре возделываются только три вида: эспарцет виколистный (посевной) (*Onobrychis viciifolia* Scop.), эспарцет песчаный (*O. arenaria* (Kit.) DC) и эспарцет закавказский (*O. transcaucasica* Grossh.) [17].

В издании «Флора СССР» А.А. Гроссгеймом выделено свыше 50 видов эспарцета [7]. В России на природных кормовых угодьях наиболее часто встречается эспарцет песчаный. Это весьма полиморфный вид, который в разных частях ареала рассматривался как 4 разных вида (*O. arenaria*, *O. tanaitica*, *O. sibirica* Turcz. ex Besser и *O. ferganica* Širj. Grossh.), которые сейчас считаются синонимами типового подвида *O. arenaria* subsp. *arenaria* [84].

Эспарцет виколистный выращивается в широком диапазоне климатических условий в Европе, Азии, Северной Америке, Австралии на нейтральных и щелочных почвах с pH 6 или выше, в засушливых и орошаемых районах. В Великобритании он всегда был связан с известково-меловой или известняковой почвой [33]. Эспарцет виколистный – самый распространенный вид. Он имеет долгую историю традиционной культуры во всем мире, но ее использование в западных странах сократилось за последние десятилетия. У него низкая продуктивность, и уход за ним сложнее, чем за другими бобовыми культурами, но известно, что эспарцет обладает ценными характеристиками – такими, как вкусовые качества и засухоустойчивость [30, 64].

Биологические особенности. В России в настоящее время наиболее окультуренными являются такие виды эспарцета, как виколистный, песчаный и закавказский, которые используются в виде местных сортов, улучшенных отбором селекционных и межвидовых гибридов [17]. Эспарцет виколистный по типу развития является озимым растением. В год посева он не формирует генеративных побегов, а в последующие годы цветет только в первом укосе. У яровых форм (песчаного и закавказского) удлиненные побеги образуются уже в год посева, и они превосходят по отавности эспарцет виколистный [17]. Отрастание растений всех видов весной начинается раньше, чем у люцерны (*Medicago sativa* L.). Период от начала отрастания до начала цветения составляет 60–65 дней [24], а до полной спелости – 89–116 дней в зависимости от погоды [10].

В посевах эспарцет зацветает на 1–2 недели раньше синегибридной и желтой люцерны, в Центрально-Черноземной зоне – в конце мая, в первых числах – середине июня. Поэтому при наличии в почве запасов зимней влаги в годы с засухой в начале лета эспарцет песчаный по урожаям сена нередко превосходит люцерну. В отличие от люцерны посевы данной культуры в степной части Воронежской области не поражаются микоплазмозом [10, 20].

Эспарцет имеет стержневую корневую систему с небольшим количеством главных ветвей, и у него вдвое больше мелких боковых корней, чем у люцерны [27]. Стержневой корень эспарцета проникает в почву на глубину более 1 м, чем обеспечивается его хорошая засухоустойчивость [18, 24, 69]. Надсемядольная осевая часть растения разрастается в зону побегообразования – корневую коронку, которая обладает способностью углубляться в почву. Это свойство наиболее выражено у эспарцета песчаного, глубина залегания коронки которого достигает 4,5 см. Углубление коронки в почву способствует повышению зимостойкости эспарцета. После отчуждения надземной массы эспарцет отрастает из почек корневой коронки и из пазушных почек, расположенных на основаниях скошенных побегов, поэтому низкая высота

скашивания может отрицательно сказаться на отавности и долголетию растения [17]. Эспарцет не выносит постоянной пастьбы и частого скашивания [14].

Эспарцет сохраняется в травостоях до 5–8 лет [22, 23]. По мнению А. Ozbilgin и В. Coskun, экономически выгодно использовать эспарцет 5–6 лет [69]. В исследованиях в Саскачеване (Канада) эспарцет в травосмесях сохранялся лучше при посеве с чередованием рядов, но недостаточно долго (3 или 4 года). Наблюдения показали, что в более влажных условиях интенсивный выпас снижал сильную конкуренцию злакового компонента и это, по-видимому, позволяло эспарцету быть более устойчивым [46].

На третий год эспарцет лучше сохранялся в смесях с райграсом пастбищным (*Lolium perenne* L.) (38%), чем с ежой сборной (*Dactylis glomerata* L.) (17%) [55].

Эспарцет плохо выносит затенение. Урожай зависит не только от уровня затенения, но и от его продолжительности [24]. Он обычно считается неагрессивной культурой с медленным отрастанием после скашивания, поэтому необходимо свести к минимуму конкуренцию сорняков при посеве. При создании новых травостоев засоренность эспарцета была меньше при посеве под покров гороха (*Pisum sativum* L.). Бобово-злаковые травосмеси были меньше засорены по сравнению с одновидовыми посевами эспарцета и люцерны, за исключением бинарных смесей бобовых трав с ежой сборной [56].

Эспарцет – аутбредный вид, опыляемый насекомыми. Он является богатым источником пыльцы и нектара для многих видов насекомых-опылителей, но наиболее важные из них – медоносные пчелы, шмели, и в меньшей степени – осмии [31, 80]. Эспарцетовый мед относится к лучшим сортам меда [1].

Эспарцет виколистный может подвергаться перекрестной инокуляции – в частности, с ризобиями, выделенными из арктических бобовых (виды *Astragalus* и *Oxytropis*). Исследования по изучению влияния низких температур на нитрогеназную активность арктических ризобий показали, что она была выше, чем у ризобий умеренного климата [72]. По данным J.A. Oliveira с соавт., при инокуляции урожайность и содержание сырого протеина в эспарцете возрастали [68].

Поступление азота за счет симбиотической азотфиксации не всегда обеспечивает получение хороших урожаев, особенно во втором укосе [65]. Относительная скорость роста всего растения и скорость накопления азота были существенно ниже у растений, зависящих от фиксации N_2 , по сравнению с растениями, обеспеченными 210 мг/л нитрата азота. Способ питания азотом влиял на распределение сухого вещества с пропорционально большим развитием корневой массы у растений, зависящих от симбиотической фиксации N_2 [41].

По данным А. Проворова и И. Тихоновича, у астрагала и эспарцета показатели биологической азотфиксации составляли 130 и 160 кг N на 1 га в год, что находится в пределах диапазона других кормовых бобовых, но ниже уровня люцерны [73].

В опыте с N_{15} процент азота, полученного из атмосферы, изменялся в следующем порядке: люцерна (92%) > астрагал нутовый (*Astragalus cicer* L.) (87%) > эспарцет (81%), а предполагаемая фиксация азота могла составить соответственно 200, 128 и 65 кг N на 1 га в год [43].

Эспарцет является хорошим предшественником для других культур в севооборотах, накапливая в почве 6–10 т/га сухой массы корней [9, 11] и 100–150 кг/га биологического азота [5, 9]. При использовании эспарцета в качестве сидеральной культуры количество органических веществ, поступающих в почву, составляет 8–12 т/га [8].

Экологические особенности. Многолетние пастбищные растения с глубокими корнями могут сыграть важную роль в решении экологических проблем, связанных с повышением уровня грунтовых вод, засолением засушливых земель и подкислением почвы. Существуют значительные возможности для расширения использования

люцерны, однако имеется также потребность в альтернативных многолетних видах для увеличения биоразнообразия и заполнения ниш, где люцерна является менее подходящей культурой [32].

Эспарцет является менее требовательным к почве, чем люцерна, а по устойчивости и урожайности сена превосходит ее на песчаных, щебнистых и смытых почвах склонов. Лучше других бобовых он растет на склонах с близким залеганием от поверхности мела и известняков [20, 21]. Эспарцет особенно перспективен для щелочных и склонных к засухе почв, которые покрывают большую часть центральной и южной Европы [10, 78, 79], неспособен расти на кислых и переувлажненных местообитаниях [14, 15, 24].

Эспарцет песчаный за счет корневых выделений способен усваивать из глубоких горизонтов почвы труднодоступные для других культур кальциевые и фосфорные соединения и обогащать ими верхний горизонт почвы, то есть может выступать в роли биологического мелиоранта [5, 17, 25]. На бедных почвах потребление фосфора из почвы улучшается за счет симбиоза эспарцета с микоризообразующими грибами [48].

Оптимальная температура для формирования кормовой массы эспарцета составляет 18–20°C. При возвратных заморозках его листья могут выдерживать температуру до –12°C [24].

Урожайность. В условиях Пермского края в зависимости от элементов технологии эспарцет формирует от 4 до 7 т/га сухого вещества, в котором содержится от 12 до 17% сырого протеина. При внесении извести в дозах, рассчитанных по гидролитической кислотности от 0 до 2,0 (с интервалом 0,5 Нг), урожайность возрастала с 4,83 до 5,92 т/га сухого вещества. Наибольшее содержание сырого протеина обеспечил сорт СибНИИК 30 (17,7%), остальные сорта ниже на 1,88–3,19% [5].

В условиях южной степи Украины урожайность эспарцета песчаного 1–2 годов пользования составляла 5,22–6,76 т/га сухого вещества. При инокуляции семян ризобифитом сбор корма возрастал на 0,25–0,92 т/га [6]. Эспарцет имеет слабую отавность и по этому показателю уступает люцерне [13]. При отрастании на 48 день после скашивания эспарцет уступал люцерне по накоплению сухой массы, индексу листовой поверхности, скорости роста в высоту [76]. При орошении эспарцет песчаный превзошел по урожайности люцерну в первом укосе на 10–18%, однако в целом за вегетационный период его урожай был в 1,6–1,7 раза меньше [3]. Обычно эспарцет дает примерно на 5–20% меньше сухого вещества, чем люцерна [28, 45].

Для изучения изменчивости и взаимосвязи между морфологическими и качественными признаками были оценены в течение трех лет 12 популяций эспарцета. Результаты комбинированного анализа показали, что по годам были значительные различия по всем признакам, кроме густоты растений. На основании этих результатов были получены средние значения урожайности: 6,47 и 10,31 т/га сухого вещества (СВ) в первый и второй годы соответственно [63]. В условиях Ирана при сравнении 38 генотипов 5 из них имели высокий стабильный выход сухого вещества (от 7,18 до 7,85 т/га) и широкую общую адаптивность. Другие испытанные сорта характеризовались нестабильной урожайностью и узкой адаптивностью [74].

Наиболее часто бобовые травы высеваются в смеси со злаками. В среднем за 3 года урожайность монокультуры эспарцета составила 7,53 т/га СВ, а урожайность эспарцето-злаковой смеси – 8,33 т/га. Как эспарцет, так и эспарцето-злаковые смеси, имели более высокие урожаи сухого вещества, чем злаковые монокультуры. От смеси эспарцета и овсяницы луговой (*Festuca pratensis* L.) был получен самый высокий среднегодовой урожай (9,07 т/га СВ). В смесях с райграсом пастбищным сохранялась более высокая доля эспарцета, чем с овсяницей луговой [51]. С.С. Malisch с соавт. также выявили преимущества по урожайности травосмесей по сравнению

с одновидовыми посевами эспарцета. Урожайность смеси превысила среднюю урожайность монокультуры на 31%, снизила долю несеяных видов на 65% и увеличила симбиотическую фиксацию азота до 158 кг/га [54].

При исследованиях в Турции смеси эспарцета со злаками давали до 8,36 т/га сухого вещества, что выше, чем люцерно-злаковые травосмеси, которые имели более высокие уровни сырого протеина и более низкие значения содержания кислотнo-детергентной клетчатки (КДК) и (нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) [26].

72 генотипа эспарцета виколистного изучали в условиях орошения в Альбурзе (Иран) в течение 2009–2010 гг. Устойчивость к болезням имела отрицательную достоверную связь с позднеспелостью, высотой растений, густотой стебля и выходом корма [62].

По мере перехода стадии роста от вегетативной к цветению урожайность сухого вещества увеличивалась с 0,5 до более 8 т/га. Отношение листьев к стеблям уменьшилось с 8 до 0,3; содержание сырого протеина – с 280 до 130 г/кг; НДК – с 230 до 502 г/кг сухого вещества [29].

Сроки посева оказывают большое влияние на формирование урожая как в год закладки травостоев, так и в последующие годы. В Великобритании выявлено, что при посеве в апреле и мае урожайность эспарцета в первый год жизни составила соответственно 2,8 и 3,3 т/га СВ, что выше, чем от посевов в июне и июле. Посевы с апреля по июль давали на второй и третий годы жизни по 10,9–12,5 и 9,5–11,5 т/га СВ соответственно. Урожайность травостоев, заложенных в августе и сентябре, составила только 5 т/га СВ [50].

Относительно высокая стоимость семян по сравнению с другими кормовыми бобовыми травами является одним из препятствий для широкого использования эспарцета в производстве [77].

При исследованиях в Иране средняя урожайность семян эспарцета варьировалась от 678 до 737 кг/га. Ее величина положительно коррелировала с урожаем сухого вещества и соломы, а отрицательно – с датой цветения [39]. Обычно выход семян эспарцета с 1 га составляет 500–900 кг, некоторые же сорта в Канаде давали до 1100 кг/га [34].

В Центрально-Черноземной зоне России согласно статистическим данным средняя урожайность семян эспарцета составляет от 300 до 430 кг/га, что не соответствует потенциалу этой культуры. По сравнению с другими многолетними бобовыми травами, в первую очередь с люцерной, клевером, лядвенцем, семеноводство эспарцета является значительно более технологичным и может быть легко организовано в хозяйствах разной специализации, в том числе для внутреннего потребления [16].

Химический состав. Эспарцет не уступает люцерне по питательности и химическому составу [12]. При уборке в ранние фазы вегетации получаемые корма характеризуются высокой питательностью. В то же время, по данным О.В. Рябининой, содержание в сухом веществе сырых питательных веществ (зола, протеина, жира, клетчатки) в период цветения и в начале плодообразования существенно не различалось. Данные показатели составляли в фазе цветения 8,8; 18,4; 3,1; 27,8%, в фазе начала плодообразования – 9,0; 14,6; 3,6; 30,1% соответственно. Сдвинув сроки скашивания эспарцета на конец фазы цветения, можно получать корм хорошего качества [19]. При этом пчелы смогут максимально использовать свой потенциал для сбора пыльцы и нектара на длительно цветущих травостоях [20].

Эспарцет имеет высокую энергетическую питательность. По данным В.А. Волошина, в первом укосе в эспарцете содержалось 9,1–10,1 МДж обменной энергии, во втором – 10,2–11,2 МДж в 1 кг СВ [4].

Эспарцет в меньшей степени, чем другие травы, реагирует на внесение минеральных удобрений. Тем не менее в исследованиях, выполненных в Турции,

увеличение дозы фосфора с 30 до 90 кг/га д.в. способствовало повышению урожайности с 4,9 до 7,61 т/га сухого вещества. Получаемый корм характеризовался высокой концентрацией сырого протеина (18,56–19,79% от СВ) и кальция (1,59–1,99%), а содержание КДК и НДК варьировалось в пределах 28,30–32,18% и 37,35–42,48% от СВ соответственно. Содержание N, P, K, Mg снижалось по мере роста, тогда как сбор сухого вещества, содержание Ca, КДК и НДК увеличивались [63].

Конденсированные танины и усвоение протеина. При поедании зеленой массы люцерны и клевера на пастбищах у жвачных животных возможно возникновение тимпании (вздутие рубца). Этому заболеванию больше подвержен крупный рогатый скот. Вздутие рубца считается результатом быстрого накопления высоких уровней растворимого протеина в рубце и нарушением отрыжки газов, образующихся в результате ферментации. Это может происходить либо в виде пенистой тимпании, когда газы задерживаются в устойчивой пене, которая предотвращает отрыжку, либо в виде вздутия свободным газом, когда газ отделяется от содержимого рубца, но отрыжка не возникает [53]. В эспарцете содержится от 30 до 80 г на 1 кг сухого вещества конденсированных танинов (КТ), которые представляют собой вторичные растительные полифенольные соединения. КТ содержит также лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.), но в меньшем количестве – 10–40 г в 1 кг сухого вещества [52].

КТ уменьшают расщепление протеина и смещают место переваривания протеина из рубца в кишечник, что предотвращает заболевание животных тимпанией. L.R. McMahon с соавт. установили, что замена люцерны на повышенный уровень эспарцета в рационе крупного рогатого скота (10% против 20%) снижает деградацию рубцового белка и приводит к снижению заболеваемости тимпанией на 26 и 82% соответственно [58].

КТ также способствуют сокращению выбросов метана в атмосферу и азота с мочой. В тонком кишечнике при более высоком рН нерасщепленный (обходной) протеин успешно переваривается. При увеличении доли нерасщепляемого белка в рубце снижается образование аммиака, который выводится в виде мочевины с мочой. При переваривании протеина в тонком кишечнике большая часть азота выводится с фекалиями в виде неаммиачного азота [44, 60, 67, 85, 86]. Снижение выделения азота с мочой по причине уменьшения протеолиза в рубце и повышение содержания азота в фекалиях могут иметь благоприятное воздействие на окружающую среду. При внесении фекалий в виде навоза в почву для удобрения сельскохозяйственных культур уменьшаются потери азота от выщелачивания и улетучивания в атмосферу по сравнению с подвижным и летучим азотом, содержащимся в моче [67].

КТ обладают биологической активностью как в зеленых, так и в консервированных кормах из эспарцета (сено, силос, травяные гранулы). Лучшим периодом для заготовки сена из эспарцета является фаза полного цветения, когда корм сочетает в себе высокую усвояемость органического вещества, низкое образование CH_4 и более эффективное микробное брожение [36, 59].

Метан – второй по значимости парниковый газ, оказывающий влияние на потепление климата, поэтому важной задачей является поиск путей снижения выбросов метана в атмосферу. Следует отметить, что роль КТ в сокращении производства метана значительно меньше, чем выбросов аммиака. В одном из исследований снижение выбросов NH_3 составляло 42%, метана – только 14% [82], а в других опытах не обнаружено влияние эспарцета на производство метана [85]. Это обусловлено тем, что дубильные вещества в травах имеют значительные количественные и качественные различия: их содержание варьировалось в 5 раз, средний размер полимера – в 7 раз, продельфинидины составляли от 53 до 95%, а транс-флаванолы – от 12 до 34% [66]. Необходимо также учитывать, что стандартный спектрофотометрический анализ

определения конденсированных танинов в растительном материале может давать заниженные результаты. Использование ацетона в стандартном методе определения позволило значительно увеличить экстракцию конденсированных танинов [35].

КТ содержатся преимущественно в листьях. По мере прохождения фаз вегетации доля листьев в урожае снижается, что сопровождается уменьшением концентрации КТ в эспарцете [81].

Качество продукции животноводства. Устойчивое животноводство, основанное на использовании танинсодержащих трав, позволяет повысить продуктивность жвачных животных [52]. КТ придают кормам терпкий вкус, тем не менее животные нередко лучше поедают эспарцет, чем другие травы [57, 75, 77]. В эксперименте продолжительностью 7 недель включение в рационы молочных коз гранул из эспарцета в количестве 25% от рациона не оказало отрицательного влияния на молочную продуктивность, состав молока и эффективность кормового белка по сравнению с использованием гранул из люцерны в условиях пастбищного содержания животных [49].

В опыте с молочными коровами включение силоса из эспарцета в рационы снижало образование CH_4 на 1 кг потребляемого сухого вещества. Кроме того, силос из эспарцета улучшал выработку молока и, по-видимому, перенаправлял метаболизм в сторону прироста белка за счет жировых отложений [42].

Установлено, что КТ могут улучшить полезные свойства молока, хотя КТ эспарцета были менее полезными, чем экстракты КТ из других растений, в увеличении концентрации полиненасыщенных жирных кислот в молоке [47].

Антигельминтное действие конденсированных танинов. Конденсированные танины с более высоким процентным содержанием продельфинидинов, содержащихся в эспарцете, показали антигельминтное действие *in vivo* у овец и коз [67], при этом количество фекальных яиц гельминтов снижалось при использовании как силоса, так и сена из эспарцета [38, 70]. Считается, что конденсированные танины действуют или непосредственно против паразитов ввиду их способности образовывать прочные комплексы с богатыми пролином белками, которые присутствуют на поверхности нематод, или косвенным эффектом благодаря более отзывчивой иммунной системы хозяина в результате улучшения использования протеина [40, 67].

Эспарцет является наиболее перспективным среди испытанных видов дубильных кормовых растений благодаря своей пригодности для возделывания, высокому содержанию танина, высоким вкусовым качествам и антипаразитарной активности даже в высушенном или силосованном видах [38]. Его можно классифицировать как «сиротскую культуру» с весьма небольшими генетическими улучшениями или агрономическими исследованиями за последние 60 лет. Однако в последние 5–10 лет интерес к данной культуре возродился, и это привело к расширению научных исследований, к началу ее систематического улучшения, что необходимо для ее реинтродукции в сельскохозяйственное производство [64].

Выводы

Эспарцет является ценным кормовым растением, которое должно найти более широкое использование в травосеянии. Он характеризуется высокой засухоустойчивостью и зимостойкостью, может эффективно усваивать почвенные соединения фосфора. Другой его особенностью является способность накапливать конденсированные танины в количестве от 30 до 80 г на 1 кг сухого вещества, которые снижают риск заболевания тимпанией, способствуют лучшему усвоению жвачными животными протеина, что в свою очередь уменьшает поступление в атмосферу парниковых газов – метана и аммиака. Благодаря симбиозу с азотфиксирующими клубеньковыми

бактериями эспарцет увеличивает запасы азота и органического вещества в почве и дает корма, богатые протеином, без дополнительного внесения азотных удобрений. Эти биологические и экологические особенности эспарцета позволяют рекомендовать данную культуру для использования в органическом лугопастбищном хозяйстве.

Библиографический список

1. Бирюля Н.М., Богомолов К.В. Медоносные, лекарственные, декоративные растения естественной флоры Сибири, Урала и европейской части России: Справочное издание: в 2 т. – Рязань: Рязанская областная типография; Новосибирск, 2017. – Т. 1. – 351 с.
2. Благовещенский Г.В., Конончук В.В., Соболев С.В. Современное кормопроизводство в европейском сельском хозяйстве // Известия ТСХА. – 2019. – № 3. – С. 33–47.
3. Василенко Р.Н., Яворский С.В. Формирование многолетних агроценозов на малопродуктивных землях Украины // Кормопроизводство. – 2015. – № 3. – С. 16–20.
4. Волошин В.А. Предварительные итоги изучения эспарцета песчаного в Пермском крае // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 1. – С. 49–54.
5. Волошин В.А., Майсак Г.П., Терентьева Л.С. Эспарцет песчаный и его агроэкологическая роль в земледелии // Кормопроизводство. – 2021. – № 5. – С. 21–25.
6. Голобородько С.П., Гальченко Н.Н. Эспарцет песчаный в южной степи Украины // Кормопроизводство. – 2012. – № 10. – С. 32–33.
7. Гроссгейм А.А. Эспарцет – *Onobrychis* Adans. // Флора СССР. – Т. 13. – М. – Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1948. – С. 319–325.
8. Дедов А.В., Несмеянова М.А., Хрюкин Н.Н. Приемы биологизации и воспроизводство плодородия черноземов // Земледелие. – 2012. – № 6. – С. 4–5.
9. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Экология азотфиксации. – М.: РАН, 2019. – 252 с.
10. Золотарев В.Н., Иванов И.С., Сапрыкин С.В., Чекмарёва А.В. Биологические особенности и технология возделывания эспарцета песчаного на семена в степной зоне Центрально-Черноземного региона в условиях аридизации климата // Кормопроизводство. – 2019. – № 8. – С. 19–27.
11. Игнатьев С.А., Грязева Т.В., Чесноков И.М. Сорты эспарцета для выращивания в засушливых условиях // Зерновое хозяйство России. – 2000. – № 9. – С. 9–12.
12. Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Рожанская О.А., Железнов А.В. Селекция эспарцета (*Onobrychis* Mill.) для кормопроизводства Сибири // Кормопроизводство. – 2013. – № 9. – С. 22–24.
13. Лазарев Н.Н., Прудников А.Д., Куренкова Е.М., Стародубцева А.М. Многолетние бобовые травы в Нечерноземье: М. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2017. – 263 с.
14. Лазарев Н.Н., Михалев С.С. Луговое и полевое кормопроизводство: М. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2020. – 269 с.
15. Нагибин А.Е., Тормозин М.А., Зырянцева А.А. Травы в системе кормопроизводства Урала: Монография. – Екатеринбург: Изд-во ИПП Уральский рабочий, 2018. – 783 с.
16. Научные основы селекции и семеноводства многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе России: Научное издание / С.В. Сапрыкин, В.Н. Золотарев, И.С. Иванов, Г.В. Степанова и др. – Воронеж: ОАО «Воронежская областная типография», 2020. – 496 с.
17. Новоселова А.С. Эспарцет (*Onobrychis* Adans.) // Основные виды и сорта кормовых культур. – М.: Наука, 2015. – С. 98–104.
18. Панков Д.М. Эффективность возделывания эспарцета песчаного в условиях лесостепи Алтая // Кормопроизводство. – 2012. – № 10. – С. 34–36.

19. *Рябинина О.В.* Эспарцет песчаный – резерв кормовой базы Иркутской области // *Аграрная наука.* – 2002. – № 2 – С. 10–11.
20. *Сапрыкин С.В., Золотарев В.Н., Иванов И.С., Степанова Г.В. и др.* Научные основы селекции и семеноводства многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе России. Научное издание. – Воронеж: ОАО «Воронежская областная типография», 2020. – 496 с.
21. *Сафин Х.М., Зотов А.А.* Сенокосы и пастбища Урала: М. – Уфа: Гилем, 2009. – 359 с.
22. *Слободяник Т.М., Слободяник Н.С., Чепелев Г.П.* Эспарцет песчаный – перспективная культура для кормопроизводства Амурской области // *Инновационные процессы и технологии в современном сельском хозяйстве: Материалы Международной научно-практической конференции.* – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2014. – Ч. 1. – С. 129–134.
23. *Шабанова Г.А., Изверская Т.Д., Гендов В.С.* Дикорастущие хозяйственно-ценные растения заповедника «Ягорлык» / Под ред. И. Тромбицкого. – Кишинев: Есо-ТИ-RAS, 2012. – 260 с.
24. *Шнаар Д., Гибелхаузен Г., Гинапп К., Дрегер Д. и др.* Кормовые культуры (Производство, уборка, консервирование и использование грубых кормов): М. – М.: ИД ООО «Агродело», 2009. – 784 с.
25. *Шпаков А.С.* Системы кормопроизводства Центральной России: молочно-мясное животноводство [Текст] / А.С. Шпаков; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса». – Москва: РАН, 2018. – 270, [1] с.: табл.; 25 см.; ISBN978–5–906906–75–5: 300 экз.
26. *Albayrak S., Turk M., Uksel O., Yilmaz M.* Forage Yield and the Quality of Perennial Legume Grass Mixtures under Rainfed Conditions // *Not Bot Hort Agrobot Cluj.* – 2011. – Vol. 39 (1). – Pp. 114–118.
27. *Barnes R.F., Miller D.A., Nelson Forages C.J.* Vol. 1: An Introduction to Grassland Agriculture, 5th ed // Iowa State University Press: Ames, IA, USA, 1995.
28. *Bolger T., Matches A.* Water-Use Efficiency and Yield of Sainfoin and Alfalfa // *Crop Science.* – 1990. – 30 (1). – Pp. 143–148.
29. *Borreani G., Peiretti P.G., Tabacco E.* Evolution of yield and quality of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) in the spring growth cycle // *Agronomie.* – 2003. – Vol. 23. – Pp. 193–201.
30. *Carbonero C.H., Mueller-Harvey I., Brown T.A. and Smith Sainfoin L.* (*Onobrychis viciifolia*): a beneficial forage legume // *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization.* – 2011. – Vol. 9 (1). – Pp. 70–85.
31. *Clement S.L., Griswold T.L., Rust R.W., Hellier B.C. et al.* Bee associates of flowering *Astragalus* and *Onobrychis* genebank accessions at a Snake River site in Eastern Washington // *Journal of the Kansas Entomological Society.* – 2006. – Vol. 79. – Pp. 254–260.
32. *Dear B.S., Moore G.A. and Hughes S.J.* Adaptation and potential contribution of temperate perennial legumes to the southern Australian wheatbelt: a review // *Australian Journal of Experimental Agriculture.* – 2003. – Vol. 43 (1). – Pp. 1–18.
33. *Frame J., Charlton J.F.L., Laidlaw A.S.* Temperate Forage Legumes – Wallingford: CAB International, 1998. – 327 с.
34. *Goplen B.P., Richards K.W., Moyer J.R.* Sainfoin for western Canada // *Agriculture Canada Publication 1470/E.* – Ottawa, Ont., 1991. – 23 p.
35. *Grabber J.H., Zeller W.E.* Mueller-Harvey Acetone enhances the direct analysis of procyanidin- and prodelphinidin-based condensed tannins in *Lotus* species by the butanol-HCl-iron assay // *J. Agric. Food Chem.* – 2013. – Vol. 61. – Pp. 2669–2678.

36. *Guglielmelli A., Calabrò S., Primi R., Carone F. et al.* In vitro fermentation patterns and methane production of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) hay with different condensed tannin contents // *Grass and Forage Science*. – 2011. – Vol. 66 (4). – Pp. 488–500.
37. *Guner A., Ozhatay N., Ekim T. and Baser K.* Flora of Turkey and East Aegean Islands // Press EU (ed.). – 2000. – Vol. 11. – Pp. 98–99.
38. *Haring D.A., Scharenberg A., Heckendorn F., Dohme F.* Tanniferous forage plants: agronomic performance, palatability and efficacy against parasitic nematodes in sheep // *Renewable Agriculture and Food Systems*. – 2008. – Vol. 23. – Pp. 19–29.
39. *Hosaininejadmir F., Jafari A., Nakhjavan S.* Seed and forage yield in populations of Sainfoin (*Onobrychis sativa*) grown as swards // *Journal of Food, Agriculture and Environment* – 2011. – Vol. 9 (1). – Pp. 404–408.
40. *Hoste H., Martinez-Ortiz-De-Montellano C., Manolaraki F., Brunet S. et al.* Direct and indirect effects of bioactive tannin-rich tropical and temperate legumes against nematode infections // *Vet. Parasitol.* – 2012. – Vol. 186. – Pp. 19–27.
41. *Hume L.J.* Nitrogen fixation in sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) 1. Responses to changes in nitrogen nutrition // *New Zealand Journal of Agricultural Research*. – 1985. – Vol. 28 (3). – Pp. 325–335.
42. *Huyen N.T., Desrués O., Alferink S.J.J., Zandstra T. et al.* Inclusion of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) silage in dairy cow rations affects nutrient digestibility, nitrogen utilization, energy balance, and methane emissions // *Journal of Dairy Science*. – 2016. – Vol. 99, Is. 5. – Pp. 3566–3577.
43. *Issah G., Schoenau J.J., Lardner H.A. and Knight J.D.* Nitrogen Fixation and Resource Partitioning in Alfalfa (*Medicago sativa* L.), Cicer Milkvetch (*Astragalus cicer* L.) and Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) Using ¹⁵N Enrichment under Controlled Environment Conditions // *Agronomy*. – 2020. – Vol. 10. – P. 1438.
44. *Kelln B.M., Penner G.B., Acharya S.N., McAllister T.A. and Lardner H.A.* Impact of condensed tannin-containing legumes on ruminal fermentation, nutrition, and performance in ruminants: a review // *Canadian Journal of Animal Science*. – 2020. – Vol. 101, № 2. – Pp. 210–223.
45. *Kielly G.A., Jeerson P.G., Lawrence T., Irvine R.B.* Evaluation of sainfoin-alfalfa mixtures for forage production and composition at a semi-arid location in southern Saskatchewan // *Can. J. Plant Sci.* – 1994. – Vol. 74. – Pp. 785–791.
46. *Kilcher M.* Persistence of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) in semiarid prairie region of southwestern Saskatchewan // *Canadian Journal of Plant Science*. – 1982. – Vol. 62 (4). – Pp. 1049–1051.
47. *Khiaosa-Ard R., Bryner S.F., Scheeder M.R.L., Wettstein H. – R. et al.* Evidence for the inhibition of the terminal step of ruminal α -linolenic acid biohydrogenation by condensed tannins // *Journal of Dairy Science*. – 2009. – Vol. 92. – Pp. 177–188.
48. *Kong J., Pei Z., Du M., Sun G. et al.* Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the drought resistance of the mining area repair plant Sainfoin // *International Journal of Mining Science and Technology*. – 2014. – Vol. 24. – Pp. 485–489.
49. *Leiber F., Arnold N., Heckendorn F.* Assessing effects of tannin-rich sainfoin supplements for grazing dairy goats on feed protein efficiency // *Journal of Dairy Research*. – 2020. – Vol. 87 (4). – Pp. 397–399.
50. *Liu Z., Lane G.P.F., Davies W.P.* Establishment and production of common sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) in the UK. 1. Effects of sowing date and autumn management on establishment and yield // *Grass and Forage Science*. – 2008. – Vol. 63, Is. 2. – Pp. 234–241.
51. *Liu Z., Lane G.P.F., Davies W.P.* Establishment and production of common sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) in the UK. 2. Effects of direct sowing and undersowing

- in spring barley on sainfoin and sainfoin-grass mixtures // *Grass and Forage Science*. – 2008. – Vol. 63, Is. 2. – Pp. 242–248.
52. *MacAdam J.W., Villalba J.J.* Beneficial Effects of Temperate Forage Legumes that Contain Condensed Tannins // *Agriculture*. – 2015. – Vol. 5. – Pp. 475–491.
53. *Majak W., Hall J.W., McAllister T.A.* Practical measures for reducing risk of alfalfa bloat in cattle // *Rangeland Ecology & Management: Journal of Range Management Archives*. – 2001. – Vol. 54. – № 4. – Pp. 490–493.
54. *Malisch C.S., Lüscher A., Baert N., Engström M.T. et al.* Large variability of proanthocyanidin content and composition in sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) // *Journal of Agricultural and Food Chemistry* – 2015. – Vol. 63. – Pp. 10234–10242.
55. *Malisch C.S., Suter D., Studer B., Lüscher A.* Multifunctional benefits of sainfoin mixtures: Effects of partner species, sowing density and cutting regime // *Grass and Forage Science*. – 2017. – Vol. 72, Is. 4. – Pp. 794–805.
56. *Marinov-Serafimov P., Golubinova L., Vasileva V.* Dynamics and distribution of weed species in weed associations // *Indian Journal of Agricultural Sciences*. – 2019. – Vol. 89 (1). – Pp. 105–110.
57. *Maughan B., Provenza F.D., Tansawat R., Maughan C. et al.* Importance of grass-legume choices on cattle grazing behavior, performance, and meat characteristics // *Journal of Animal Science*. – 2014. – Vol. 92. – Pp. 2309–2324.
58. *Mc Mahon L.R., Majak W., McAllister T.A., Hall J.W. et al.* Effect of sainfoin on in vitro digestion of fresh alfalfa and bloat in steers // *Can. J. Anim. Sci.* – 1999. – Vol. 79. – Pp. 203–212.
59. *Mc Sweeney C.S., Palmer B., Mcneil D.M., Krause D.O.* Microbial Interactions With Tannins: Nutritional Consequences For Ruminants // *Animal Feed Science And Technology*. – 2001. – Vol. 91. – Pp. 83–93.
60. *Min B.R., Solaiman S.* Comparative aspects of plant tannins on digestive physiology, nutrition and microbial community changes in sheep and goats: a review // *Journal of animal physiology and animal nutrition*. – 2018. – Vol. 102. – № 5. – Pp. 1181–1193.
61. *Mishra P., Singh P.P., Singh S.K., Verma H.* Sustainable agriculture and benefits of organic farming to special emphasis on PGPR // *In Role of Plant Growth Promoting Microorganisms in Sustainable Agriculture and Nanotechnology*; Woodhead Publishing: Cambridge, UK. – 2019. – Pp. 75–87.
62. *Mohajer S., Jafari A., Taha R.* Evaluation of yield and morphology traits in 72 genotypes of sainfoin (*onobrychis viciifolia scop*) through factor analysis // *Legume Research*. – 2012. – Vol. 35 (2). – Pp. 132–137.
63. *Mohajer S., Jafari A., Taha R., Yaacob J. et al.* Genetic diversity analysis of agro-morphological and quality traits in populations of sainfoin (*Onobrychis sativa*) // *Australian Journal of Crop Science*. – 2013. – Vol. 7 (7). – Pp. 1024–1031.
64. *Mora-Ortiz M., Smith L.* *Onobrychis viciifolia*; a comprehensive literature review of its history, etymology, taxonomy, genetics, agronomy and botany // *Plant genetic resources*. – 2018. – Vol. 16 (5). – Pp. 403–418.
65. *Mowrey D.P., Volesky J.D.* Feasibility of grazing sainfoin on the southern Great Plains // *Journal of Range Management*. – 1993. – Vol. 46. – Pp. 539–541.
66. *Mueller-Harvey I.* Breeding for ‘HealthyHay’: Can We Optimise Plant Polyphenols in Legumes for Ruminant Nutrition, Animal Health and Environmental Sustainability? // *Quantitative Traits Breeding for Multifunctional Grasslands and Turf*. – 2014. – Pp. 299–311.
67. *Mueller-Harvey I., Bee G., Dohme-Meier F., Hoste H. et al.* Benefits of condensed tannins in forage legumes fed to ruminants: Importance of structure, concentration, and diet composition // *Crop Science*. – 2019. – Vol. 59. – № 3. – Pp. 861–885.

68. *Oliveira J.A., Palencia P., Afif E., Delgado I. et al.* Effects of Rhizobium inoculation and sowing date on yield and nutritive value of sainfoin in Asturias (Spain) // ITEA. – 2017. – Vol. 113. – № 2. – Pp. 117–121.
69. *Ozbilgin A., Coskun B.* Use of sainfoin in ruminant nutrition // Scientific Works. Series C. Veterinary Medicine. – 2018. – Vol. 64. – № 1. – Pp. 100–105.
70. *Paolini V., De La Farge F., Prevot F., Dorchie P.H. et al.* Effects of the repeated distribution of sainfoin hay on the resistance and the resilience of goats naturally infected with gastrointestinal nematodes // Veterinary Parasitology. – 2005. – Vol. 127. – Pp. 277–283.
71. *Phillips B.B., Shaw R.F., Holland M.J., Fry E.L. et al.* Drought reduces floral resources for pollinators // Global Change Biology. – 2018. – Vol. 24, Is. 7. – Pp. 3226–3235.
72. *Prévost D., Antoun H., Bordeleau L.* Effects of low temperatures on nitrogenase activity in sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) nodulated by arctic rhizobia // FEMS Microbiology Letters. – 1987. – Vol. 45 (4). – Pp. 205–210.
73. *Provorov N., Tickhonovich I.* Genetic Resources for improving nitrogen fixation in legume-rhizobia symbiosis // Gen. Res. Crop Evol. – 2003. – Vol. 50. – Pp. 89–99.
74. *Rasoli M., Jafari A., Tabaei-Aghdaei S., Shanjani P.* Herbage yield stability of 38 genotypes of sainfoin (*Onobrychis sativa*) across five environments of Iran // Legume Research. – 2014. – Vol. 37 (3). – Pp. 245–252.
75. *Scharenberg A., Kreuzer M., Dohme F.* Suitability of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) hay as a supplement to fresh grass in dairy cows // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. – 2009. – Vol. 22. – Pp. 1005–1015.
76. *Sheehy J.E., Popple C.S.* Photosynthesis, Water Relations, Temperature and Canopy Structure as Factors Influencing the Growth of Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) and Lucerne (*Medicago sativa* L.) // Annals of Botany. – 1981. – Vol. 48, Is. 2. – Pp. 113–128.
77. *Sheppard S.C., Cattani D.J., Ominski K.H., Biliget B.* Sainfoin production in western Canada: A review of agronomic potential and environmental benefits // Grass and Forage Science. – 2019. – Vol. 74, Is. 1. – Pp. 6–18.
78. *Smith L.* Optimising plant polyphenols in legumes for ruminant nutrition plus health plus environmental sustainability // Legume Plus. – 2011. – URL: http://www.niab.com/pages/id/385/Legume_Plus.
79. *Sölter U., Hopkins A., Sitzia M., Goby J.P. et al.* Seasonal changes in herbage mass and nutritive value of a range of grazed legume swards under Mediterranean and cool temperate conditions // Grass and Forage Science. – 2007 – Vol. 62. – Pp. 372–388.
80. *Taki H., Okabe K., Makino S., Yamaura Y. et al.* Contribution of small insects to pollination of common buckwheat, a distylous crop // Annals of Applied Biology. – 2009. – Vol. 155. – Pp. 121–129.
81. *Theodoridou K., Aufrère J., Andueza D., Le Morvan A. et al.* Effect of plant development during first and second growth cycle on chemical composition, condensed tannins and nutritive value of three sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) varieties and lucerne // Grass and Forage Science. – 2011. – Vol. 66. – Pp. 402–414.
82. *Theodoridou K., Aufrère J., Niderkorn V., Andueza D.* In vitro study of the effects of condensed tannins in sainfoin on the digestive process in the rumen at two vegetation cycles // Animal Feed Science and Technology. – 2011. – Vol. 170. – Pp. 147–159.
83. *Turk M., Albayrak S., Tuzun C., Yuksel O.* Effects of fertilisation and harvesting stages on forage yield and quality of sainfoin (*Onobrychis sativa* L.) // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2011. – Vol. 17 (6). – Pp. 789–794.
84. *Verkhovina A.V., Chernysheva O.A., Ebel A.L., Erst A.S. et al.* Findings to the flora of Russia and adjacent countries: New national and regional vascular plant records, 2 Botanical Pacifica // A journal of plant science and conservation. – 2020. – Vol. 9 (1). – Pp. 139–154.

85. Williams C.M., Eun J.S., MacAdam J.W., Young A.J. et al. Effects of forage legumes containing condensed tannins on methane and ammonia production in continuous cultures of mixed ruminal microorganisms // *Animal Feed Science and Technology*. – 2011. – Vol. 166. – Pp. 364–372.

86. Woodward S.L., Waghorn G.C., Watkins K.A., Bryant M.A. Feeding birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) reduces the environmental impacts of dairy farming // *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. – New Zealand Society of Animal Production. – 2009. – Vol. 69. – Pp. 179–183.

87. Yildiz B., Ciplak B., Aktoklu E. Fruit morphology of sections of the genus *Onobrychis* Miller (Fabaceae) and its phylogenetic implications // *Israel J. Plant Sci.* – 1999. – Vol. 47. – Pp. 269–282.

SAINFOIN (ONOBRYCHIS ADANS.): A BENEFICIAL CROP IN ORGANIC GRASSLAND FARMING (REVIEW)

N.N. LAZAREV, A.V. SHITIKOVA, E.M. KURENKOVA, O.V. KUKHARENKOVA,
S.A. DIKAREVA, A.A. KLIMOV, S.N. SHEVELEVA

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

Perennial legumes are the most beneficial crops in the organic grassland farming. These crops include sainfoin, which should take its rightful place in forage lands, especially in modern conditions of increasing aridity. Three species are cultivated in Russia: Onobrychis viciifolia Scop., O. arenaria (Kit.) DC and O. transcaucasica Grossh. The cultivation of sainfoin is of great ecological importance due to its special ecological properties and chemical composition. It has a deep and highly branched root system, capable of absorbing nutrients from deep soil layers. The root system of sainfoin absorbs minerals from hard-to-reach soil compounds, so it is little responsive to fertilisation, and can be successfully used in organic grassland farming. Unlike other leguminous grasses, with the exception of the birdsfoot trefoil, sainfoin does not cause bloat in ruminants. This is due to the presence of condensed tannins (CTs) in the plant in the amount of 30–80 g per 1 kg of dry matter. CTs increase the amount of non-degradable protein in the rumen, which prevents bloat in ruminants, reduces methane emissions and nitrogen compounds in urine, which in turn reduces the impact of greenhouse gases on the heat balance of the Earth. CTs have shown in vivo anti-parasitic activity against helminths in sheep and goats, improving feed nutrient utilisation and increasing animal productivity. Sainfoin fixes atmospheric nitrogen in an amount up to 150 kg/ha and does not require the application of nitrogen fertilisers, which can pollute groundwater and atmospheric air. Enriching the soil with nitrogen and other nutrients due to their biological accumulation in the upper soil layer, sainfoin contributes to soil fertility. Sainfoin provides yields from 4 to 7 t/ha of dry matter with a productive longevity of herbage for 4–7 years reducing the cost of reseeding.

Key words: sainfoin, yield, condensed tannins, bloat, organic grassland farming.

References

1. Biryulya N.M., Bogomolov K.V. Honey-bearing, medicinal and ornamental plants of the natural flora of Siberia, the Urals and the European part of Russia: Reference book: in two volumes. Ryazan: Ryazanskaya obl. tip.; Novosibirsk: [b. i.], 2017; 1: 351. (In Rus.)
2. Blagoveshchenskiy G.V., Kononchuk V.V., Sobolev S.V. Modern forage production in European agriculture. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2019; 3: 33–47. (In Rus.)

3. *Vasilenko R.N., Yavorskiy S.V.* Shaping perennial agrocenoses on low-yielding land in Ukraine. *Kormoproizvodstvo*. 2015; 3: 16–20. (In Rus.)
4. *Voloshin V.A.* Preliminary results of the sainfoin study in Perm Krai. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2015; 1: 49–54. (In Rus.)
5. *Voloshin V.A., Maysak G.P., Terent'eva L.S.* Sandy sainfoin and its agro-ecological role in farming. *Kormoproizvodstvo*. 2021; 5: 21–25. (In Rus.)
6. *Goloborod'ko S.P., Gal'chenko N.N.* Sainfoin sainfoin in the southern steppe of Ukraine. 2012; 10: 32–33. (In Rus.)
7. *Grossgeym A.A.* Sainfoin – *Onobrychis adans.* *Flora SSSR*. T. 13. M. – L.: Izd-vo Akademii nauk SSSR, 1948: 319–325. (In Rus.)
8. *Dedov A.V., Nesmeyanova M.A., Shryukin N.N.* Bioprospecting and reproduction of chernozem fertility. *Zemledelie*. 2012; 6: 4–5. (In Rus.)
9. *Zavalin A.A., Sokolov O.A., Shmyreva N.Ya.* Ecology of nitrogen fixation. M.: RAN, 2019: 252. (In Rus.)
10. *Zolotarev V.N., Ivanov I.S., Saprykin S.V., Chekmarova A.V.* Biological features and technology of sainfoin cultivation for seeds in the steppe zone of the Central Black Earth Region under conditions of climate aridization. *Kormoproizvodstvo*. 2019; 8: 19–27. (In Rus.)
11. *Ignat'ev S.A., Gryazeva T.V., Chesnokov I.M.* Sainfoin cultivars for growing in arid conditions. *Zernovoe khozyaystvo Rossii*. 2000; 9: 9–12. (In Rus.)
12. *Kashevarov N.I., Polyudina R.I., Rozhanskaya O.A., Zheleznov A.V.* Breeding sainfoin (*Onobrychis mill.*) for forage production in Siberia. *Kormoproizvodstvo*. 2013; 9: 22–24. (In Rus.)
13. *Lazarev N.N., Prudnikov A.D., Kurenkova E.M., Starodubtseva A.M.* Perennial leguminous grasses in the Non-Black Earth region. M.: Izdatel'stvo RGAU-MSKhA imeni K.A. Timiryazeva, 2017: 263. (In Rus.)
14. *Lazarev N.N., Mikhalev S.S.* Meadow and field fodder production. M.: Izdatel'stvo RGAU-MSKhA imeni K.A. Timiryazeva, 2020: 269. (In Rus.)
15. *Nagibin A.E., Tormozin M.A., Zyryantseva A.A.* Grasses in the forage production system of the Urals: A monograph. Ekaterinburg: Izd-vo IPP Ural'skiy rabochiy, 2018: 783. (In Rus.)
16. *Saprykin S.V., Zolotarev V.N., Ivanov I.S., Stepanova G.V. et al.* Scientific basis for breeding and seed production of perennial grasses in the Central Black Earth Region of Russia. Nauchnoe izdanie. Voronezh: OAO “Voronezhskaya oblastnaya tipografiya”, 2020: 496. (In Rus.)
17. *Novoselova A.S.* Sainfoin (*Onobrychis adans.*). Osnovnye vidy i sorta kormovykh kul'tur. M.: Nauka, 2015: 98–104. (In Rus.)
18. *Pankov D.M.* Effectiveness of sainfoin cultivation in the Altai forest-steppe. *Kormoproizvodstvo*. 2012; 10: 34–36. (In Rus.)
19. *Ryabinina O.V.* Sainfoin sainfoin – the Irkutsk region's fodder reserve. *Agrarnaya nauka*. 2002; 2: 10–11. (In Rus.)
20. *Saprykin S.V., Zolotarev V.N., Ivanov I.S., Stepanova G.V. et al.* Scientific basis for breeding and seed production of perennial grasses in the Central Black Earth Region of Russia. Voronezh: OAO “Voronezhskaya oblastnaya tipografiya”, 2020: 496. (In Rus.)
21. *Safin Kh.M., Zotov A.A.* Hayfields and pastures in the Urals. Ufa: Gilem, 2009: 359. (In Rus.)
22. *Slobodyanik T.M., Slobodyanik N.S., Chepelev G.P.* Sainfoin is a promising crop for fodder production in the Amur region. Innovacionnyye processy i tekhnologii v sovremennom sel'skom khozyaystve: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Blagoveshchensk: Dal'nevostochniy gosudarstvenniy agrarniy universitet. 2014; 1: 129–134. (In Rus.)

23. *Shabanova G.A., Izverskaya T.D., Gendov V.S.* Wild plants of economic value in the Yagorlyk Nature Reserve. Ed. by I. Trombickogo. Kishinev: Eco-TIRAS, 2012: 260. (In Rus.)
24. *Shpaar D., Gibelhauzen G., Ginapp K., Dreger D. et al.* Forage crops (Production, harvesting, preservation and use of roughage). M.: ID OOO "Agrodelo", 2009: 784. (In Rus.)
25. *Shpakov A.S.* Forage production systems in Central Russia: Dairy and beef cattle farming. M.: RAN, 2018: 272. (In Rus.)
26. *Albayrak S., Turk M., Uksel O., Yilmaz M.* Forage Yield and the Quality of Perennial Legume Grass Mixtures under Rainfed Conditions. *Not Bot Hort Agrobot Cluj*. 2011; 39 (1):114–118.
27. *Barnes R.F., Miller D.A., Nelson C.J.* Forages. Volume 1: An Introduction to Grassland Agriculture, 5th ed. Iowa State University Press: Ames, IA, USA, 1995.
28. *Bolger T., Matches A.* Water Use Efficiency and Yield of Sainfoin and Alfalfa. *Crop Science*. 1990; 30(1): 143–148.
29. *Borreani G., Peiretti P.G., Tabacco E.* Evolution of yield and quality of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) in the spring growth cycle. *Agronomie*. 2003; 23: 193–201.
30. *Carbonero C.H., Mueller-Harvey I., Brown T.A. and Smith L.* Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*): a beneficial forage. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization*. 2011; 9 (1): 70–85.
31. *Clement S.L., Griswold T.L., Rust R.W., Hellier B.C. et al.* Bee associates of flowering *Astragalus* and *Onobrychis* genebank accessions at a Snake River site in Eastern Washington. *Journal of the Kansas Entomological Society*. 2006; 79: 254–260.
32. *Dear B.S., Moore G.A. and Hughes S.J.* Adaptation and potential contribution of temperate perennial legumes to the southern Australian wheatbelt: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 2003; 43(1): 1–18.
33. *Frame J., Frame J., Charlton J.F.L., Laidlaw A.S.* Temperate Forage Legumes. Wallingford: CAB International. 1998: 327.
34. *Goplen B.P., Richards K.W., Moyer J.R.* Sainfoin for western. Agriculture Canada Publication 1470/E, Ottawa, Ont., 1991: 23.
35. *Grabber J.H., Zeller W.E., Mueller-Harvey* Acetone enhances the direct analysis of procyanidin- and prodelphinidin-based condensed tannins in *Lotus* species by the butanol-HCl-iron assay. *J. Agric. Food Chem.* 2013; 61: 2669–2678.
36. *Guglielmelli A., Calabrò S., Primi R., Carone F. et al.* In vitro fermentation patterns and methane production of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) hay with different condensed tannin contents. *Grass and Forage Science*. 2011; 66(4): 488–500.
37. *Guner A., Ozhatay N., Ekim T. and Baser K.* Flora of Turkey and East Aegean Islands. In: Press EU (ed.). 2000; 11: 98–99.
38. *Haring D.A., Scharenberg A., Heckendorn F., Dohme F.* Tanniferous forage plants: agronomic performance, palatability and efficacy against parasitic nematodes in sheep. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2008; 23: 19–29.
39. *Hosainejadmir F., Jafari A., Nakhjavan S.* Seed and forage yield in populations of Sainfoin (*Onobrychis sativa*) grown as swards. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 2011; 9 (1): 404–408.
40. *Hoste H., Martinez-Ortiz-De-Montellano C., Manolaraki F., Brunet S. et al.* Direct and indirect effects of bioactive tannin-rich tropical and temperate legumes against nematode infections. *Vet. Parasitol.* 2012; 186: 19–27.
41. *Hume L.J., Withers N.J., Rhoades D.A.* Nitrogen fixation in sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) 1. Responses to changes in nitrogen nutrition. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 1985; 28 (3): 325–335.

42. *Huyen N., Desrués O., Alferink S.J. J., Zandstra T. et al.* Inclusion of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) silage in dairy cow rations affects nutrient digestibility, nitrogen utilization, energy balance, and methane emissions. *Journal of Dairy Science*. 2016; 99; 5: 3566–3577.
43. *Issah G., Schoenau J.J., Lardner H.A. and Knight J.D.* Nitrogen Fixation and Resource Partitioning in Alfalfa (*Medicago sativa* L.), Cicer Milkvetch (*Astragalus cicer* L.) and Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) Using ¹⁵N Enrichment under Controlled Environment Conditions. *Agronomy*. 2020; 10: 1438.
44. *Kelln B.M., Penner G.B., Acharya S.N., McAllister T.A. and Lardner H.A.* Impact of condensed tannin-containing legumes on ruminal fermentation, nutrition, and performance in ruminants: a review. *Canadian Journal of Animal Science*. 2020; 101; 2: 210–223.
45. *Kielly G.A., Jeerson P.G., Lawrence T., Irvine R.B.* Evaluation of sainfoin-alfalfa mixtures for forage production and composition at a semi-arid location in southern Saskatchewan. *Can. J. Plant Sci.* 1994; 74: 785–791.
46. *Kilcher M.* Persistence of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) in semiarid prairie region of southwestern Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*. 1982; 62 (4): 1049–1051.
47. *Khiaosa-Ard R., Bryner S.F., Scheeder M.R.L., Wettstein H. – R. et al.* Evidence for the inhibition of the terminal step of ruminal α -linolenic acid biohydrogenation by condensed tannins. *Journal of Dairy Science*. 2009; 92: 177–188.
48. *Kong J., Pei Z., Du M., Sun G. et al.* Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the drought resistance of the mining area repair plant Sainfoin. *International Journal of Mining Science and Technology*. 2014; 24: 485–489.
49. *Leiber F., Arnold N., Heckendorn F.* Assessing effects of tannin-rich sainfoin supplements for grazing dairy goats on feed protein efficiency. *Journal of Dairy Research*. 2020; 87(4): 397–399.
50. *Liu Z., Lane G.P.F., Davies W.P.* Establishment and production of common sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) in the UK. 1. Effects of sowing date and autumn management on establishment and yield. *Grass and Forage Science*. 2008; 63; 2: 234–241.
51. *Liu Z., Lane G.P.F., Davies W.P.* Establishment and production of common sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) in the UK. 2. Effects of direct sowing and undersowing in spring barley on sainfoin and sainfoin-grass mixtures. *Grass and Forage Science*. 2008; 63; 2: 242–248.
52. *MacAdam J.W., Villalba J.J.* Beneficial Effects of Temperate Forage Legumes that Contain Condensed Tannins. *Agriculture*. 2015; 5: 475–491.
53. *Majak W., Hall J.W., McAllister T.A.* Practical measures for reducing risk of alfalfa bloat in cattle. *Rangeland Ecology & Management. Journal of Range Management Archives*. 2001; 54; 4: 490–493.
54. *Malisch C.S., Lüscher A., Baert N., Engström M.T. et al.* Large variability of proanthocyanidin content and composition in sainfoin (*Onobrychis viciifolia*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2015; 63: 10234–10242.
55. *Malisch C.S., Suter D., Studer B., Lüscher A.* Multifunctional benefits of sainfoin mixtures: Effects of partner species, sowing density and cutting regime. *Grass and Forage Science*. 2017; 72; 4: 794–805.
56. *Marinov-Serafimov P., Golubinova L., Vasileva V.* Dynamics and distribution of weed species in weed associations. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2019; 89 (1): 105–110.
57. *Maughan B., Provenza F.D., Tansawat R., Maughan C. et al.* Importance of grass-legume choices on cattle grazing behavior, performance, and meat characteristics. *Journal of Animal Science*. 2014; 92: 2309–2324.

58. *McMahon L.R., Majak W., McAllister T.A., Hall J.W. et al.* Effect of sainfoin on in vitro digestion of fresh alfalfa and bloat in steers. *Can. J. Anim. Sci.* 1999; 79: 203–212.
59. *Mc Sweeney C.S., Palmer B., Mcneil D.M., Krause D.O.* Microbial Interactions with Tannins: Nutritional Consequences for Ruminants. *Animal Feed Science and Technology.* 2001; 91: 83–93.
60. *Min B.R., Solaiman S.* Comparative aspects of plant tannins on digestive physiology, nutrition and microbial community changes in sheep and goats: a review. *Journal of animal physiology and animal nutrition.* 2018; 102; 5: 1181–1193.
61. *Mishra P., Singh P.P., Singh S.K., Verma H.* Sustainable agriculture and benefits of organic farming to special emphasis on PGPR. In *Role of Plant Growth Promoting Microorganisms in Sustainable Agriculture and Nanotechnology*; Woodhead Publishing: Cambridge, UK. 2019: 75–87.
62. *Mohajer S., Jafari A., Taha R.* Evaluation of yield and morphology traits in 72 genotypes of sainfoin (*onobrychis viciifolia scop*) through factor analysis. *Legume Research.* 2012; 35(2): 132–137.
63. *Mohajer S., Jafari A., Taha R., Yaacob J. et al.* Genetic diversity analysis of agro-morphological and quality traits in populations of sainfoin (*Onobrychis sativa*). *Australian Journal of Crop Science.* 2013; 7(7): 1024–1031.
64. *Mora-Ortiz M., Smith L.* *Onobrychis viciifolia*; a comprehensive literature review of its history, etymology, taxonomy, genetics, agronomy and botany. *Plant genetic resources.* 2018; 16 (5): 403–418.
65. *Mowrey D.P., Volesky J.D.* Feasibility of grazing sainfoin on the southern Great Plains. *Journal of Range Management.* 1993; 46: 539–541.
66. *Mueller-Harvey I.* Breeding for ‘HealthyHay’: Can We Optimise Plant Polyphenols in Legumes for Ruminant Nutrition, Animal Health and Environmental Sustainability? *Quantitative Traits Breeding for Multifunctional Grasslands and Turf.* 2014: 299–311.
67. *Mueller-Harvey I., Bee G., Dohme-Meier F., Hoste H. et al.* Benefits of condensed tannins in forage legumes fed to ruminants: Importance of structure, concentration, and diet composition. *Crop Science.* 2019; 59; 3: 861–885.
68. *Oliveira J.A., Palencia P., Afif E., Delgado I. et al.* Effects of *Rhizobium* inoculation and sowing date on yield and nutritive value of sainfoin in Asturias (Spain). *ITEA.* 2017; 113; 2: 117–121.
69. *Ozbilgin A., Coskun B.* Use of sainfoin in ruminant nutrition. *Scientific Works. Series C. Veterinary Medicine.* 2018; 64; 1: 100–105.
70. *Paolini V., De La Farge, Prevost F., Dorchie P.H. et al.* Effects of the repeated distribution of sainfoin hay on the resistance and the resilience of goats naturally infected with gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology.* 2005; 127: 277–283.
71. *Phillips B.B., Shaw R.F., Holland M.J., Fry E.L. et al.* Drought reduces floral resources for pollinators. *Global Change Biology.* 2018; 24; 7: 3226–3235.
72. *Prévost D., Antoun H., Bordeleau L.* Effects of low temperatures on nitrogenase activity in sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) nodulated by arctic rhizobia. *FEMS Microbiology Letters.* 1987; 45(4): 205–210.
73. *Provorov N., Tikhonovich I.* Genetic Resources for improving nitrogen fixation in legume-rhizobia symbiosis. *Gen. Res. Crop Evol.* 2003; 50: 89–99.
74. *Rasoli M., Jafari A., Tabaei-Aghdaei S., Shanjani P.* Herbage yield stability of 38 genotypes of sainfoin (*Onobrychis sativa*) across five environments of Iran. *Legume Research.* 2014; 37(3): 245–252.
75. *Scharenberg A., Kreuzer M., Dohme F.* Suitability of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) hay as a supplement to fresh grass in dairy cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.* 2009; 22: 1005–1015.

76. *Sheehy J.E., Popple C.S.* Photosynthesis, Water Relations, Temperature and Canopy Structure as Factors Influencing the Growth of Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) and Lucerne (*Medicago sativa* L.). *Annals of Botany*. 1981; 48; 2: 113–128.

77. *Sheppard S.C., Cattani D.J., Ominski K.H., Biligetu B.* Sainfoin production in western Canada: A review of agronomic potential and environmental benefits. *Grass and Forage Science*. 2019; 74; 1: 6–18.

78. *Smith L.* Optimising plant polyphenols in legumes for ruminant nutrition plus health plus environmental sustainability. *Legume Plus*. 2011. http://www.niab.com/pages/id/385/Legume_Plus.

79. *Sölter U., Hopkins A., Sitzia M., Goby J.P. et al.* Seasonal changes in herbage mass and nutritive value of a range of grazed legume swards under Mediterranean and cool temperate conditions. *Grass and Forage Science*. 2007; 62: 372–388.

80. *Taki H., Okabe K., Makino S., Yamaura Y. et al.* Contribution of small insects to pollination of common buckwheat, a distylous crop. *Annals of Applied Biology*. 2009; 155: 121–129.

81. *Theodoridou K., Aufrère J., Andueza D., Le Morvan A. et al.* Effect of plant development during first and second growth cycle on chemical composition, condensed tannins and nutritive value of three sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) varieties and Lucerne. *Grass and Forage Science*. 2011; 66: 402–414.

82. *Theodoridou K., Aufrère J., Niderkorn V., Andueza D.* In vitro study of the effects of condensed tannins in sainfoin on the digestive process in the rumen at two vegetation cycles. *Animal Feed Science and Technology*. 2011; 170: 147–159.

83. *Turk M., Albayrak S., Tuzun C., Yuksel O.* Effects of fertilisation and harvesting stages on forage yield and quality of sainfoin (*Onobrychis sativa* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2011; 17(6): 789–794.

84. *Verkhovina A.V., Chernysheva O.A., Ebel A.L., Erst A.S. et al.* Findings to the flora of Russia and adjacent countries: New national and regional vascular plant records, 2 *Botanica Pacifica*. A journal of plant science and conservation. 2020; 9(1): 139–154.

85. *Williams C.M., Eun J.S., MacAdam J.W., Young A.J. et al.* Effects of forage legumes containing condensed tannins on methane and ammonia production in continuous cultures of mixed ruminal microorganisms. *Animal Feed Science and Technology*. 2011; 166: 364–372.

86. *Woodward S.L., Waghorn G.C., Watkins K.A., Bryant M.A.* Feeding birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) reduces the environmental impacts of dairy farming. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. New Zealand Society of Animal Production. 2009; 69: 179–183.

87. *Yildiz B., Ciplak B., Aktoklu E.* Fruit morphology of sections of the genus *Onobrychis* Miller (Fabaceae) and its phylogenetic implications. *Israel J. Plant Sci.* 1999; 47: 269–282.

Лазарев Николай Николаевич, д-р с.-х. наук, профессор, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кафедра растениеводства и луговых экосистем; 127434, Российская Федерация, г. Москва, Лиственничная аллея, 3; тел.: (499) 976–10–05; (985) 723–38–12; e-mail: lazarevnick2012@gmail.com

Шитикова Александра Васильевна, д-р с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кафедра растениеводства и луговых экосистем; 127550, Российская Федерация, г. Москва, Лиственничная аллея, 3; тел.: (499) 976–13–75; e-mail: plant@rgau-msha.ru

Куренкова Евгения Михайловна, ассистент, канд. с.-х. наук, доцент; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кафедра растениеводства и луговых экосистем; тел.: (499) 976–10–05; e-mail: ekurenkova@rgau-msha.ru

Кухаренкова Ольга Владимировна, канд. с.-х. наук, доцент, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кафедра растениеводства и луговых экосистем; тел.: (499) 976–10–05; e-mail: kucharaov@gmail.com

Дикарева Светлана Александровна, аспирант, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кафедра растениеводства и луговых экосистем

Климов Александр Андреевич, аспирант, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кафедра растениеводства и луговых экосистем

Шевелева Светлана Николаевна, аспирант, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кафедра растениеводства и луговых экосистем

Nikolay N. Lazarev, DSc (Ag), Professor, Professor of the Department of Crop Production and Meadow Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976–10–05, (985) 723–38–12; E-mail: lazarevnick2012@gmail.com)

Aleksandra V. Shitikova, DSc (Ag), Professor, Head of the Department of Crop Production and Meadow Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976–13–75; E-mail: plant@rgau-msha.ru)

Evgeniya M. Kurenkova, CSc (Ag), Assistant of the Department of Crop Production and Meadow Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976–10–05; E-mail: plant@rgau-msha.ru)

Olga V. Kukharenskova, CSc (Ag), Associate Professor, Department of Crop Production and Meadow Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976–10–05; E-mail: kucharaov@gmail.com)

Svetlana A. Dikareva, post-graduate student, Department of Crop Production and Meadow Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation)

Klimov Aleksandr Andreyevich, post-graduate student, Department of Crop Production and Meadow Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation)

Svetlana N. Sheveleva, post-graduate student, Department of Crop Production and Meadow Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation)