

18. Bukharov A.F. Raznokachestvennost semian: teoriia i praktika (obzor) // Ovoshchi Rossii. – 2020. – No. 2. – S. 23-31. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-3-7>

19. Bukharov A.F., Baleev D.N. Allelopaticheskaia aktivnost u semian ovoshchnykh seldereinykh kultur // Selskokhoziaistvennaia biologii. – 2014. – T.49. No.1. – S. 86-90.



УДК 633:636.085

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-209-3-23-28

Е.П. Кондратенко, О.М. Соболева, Т.А. Мирошина

E.P. Kondratenko, O.M. Soboleva, T.A. Miroshina

КАЧЕСТВО ОДНОЛЕТНИХ ТРАВ В СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ

QUALITY OF ANNUAL GRASSES IN MIXED CROPS

Ключевые слова: сенаж, активная кислотность, сухое вещество, углеводы, сырой протеин, жир, клетчатка, зола, кормовые единицы, обменная энергия.

Сроки посева существенно влияют на накопление органических веществ в зеленой массе изучаемых растений гороха, ярового ячменя и овса. Полевые опыты проводились в 2019-2020 гг. на полях сельскохозяйственной артели (колхоз) «Заря» Кемеровской области (Кузбасса). Представлены результаты сравнения различных сроков посева при возделывании в смешанных посевах и чистых посевах однолетних кормовых культур. Несмотря на несущественные различия в условиях вегетации, в опытах определялась закономерность, характеризующая реакцию изучаемых растений на сроки посева. Проведен анализ питательной ценности сенажа, полученного из смешанных посевов. Представлены органолептическая оценка корма, массовая доля сухих веществ, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, содержание молочной, уксусной и масляной кислот, а также рассчитаны кормовые единицы, обменная энергия и безазотистые экстрактивные вещества. Выявлено, что в условиях лесостепи Западной Сибири максимальный сбор зелёной массы обеспечивает трехкомпонентная смесь ячмень 20% + горох 10% + овес 70% – 58,2 ц/га. По урожайности зеленой массы смешанные посевы превосходят одновидовые на 39,3-65,5%. Закладка сенажа из зелёной массы растений семейства мятликовых с бобовым компонентом позволяет получать качественный сенаж 2-3-го класса согласно ГОСТ Р 55452-2013, с содержанием в 1 кг корма 0,1-0,24 к.ед. и 6,28-7,53 МДж объемной энергии. В результате исследований установлены связи между сроками посева и качественными показателями – содержанием сырого жира, протеина, клетчатки и золы.

При раннем сроке посева увеличивается содержание сырого жира, протеина, клетчатки и золы.

Keywords: haylage, active acidity, dry matter, carbohydrates, crude protein, fat, fiber, ash, fodder units, metabolizable energy.

Sowing dates significantly affect the accumulation of organic matter in the herbage of the studied pea, spring barley, and oat plants. Field experiments were carried out in the fields of the agricultural cooperative (collective farm) "Zarya" of the Kemerovo Region (Kuzbass) from 2019 through 2020. The results of the comparison of different sowing dates when cultivating mixed and pure annual forage crops are discussed. Despite insignificant differences in the growing conditions, regularity that characterizes the response of the studied plants to the sowing dates was determined in the experiments. Nutritional value tests of haylage obtained from mixed crops were conducted. The following indices were determined: organoleptic attributes of the forage, the weight percent of solids, crude protein, crude fat, crude fiber, the content levels of lactic, acetic and butyric acids; fodder units, metabolizable energy and nitrogen-free extractable substances were calculated. It was found that under the conditions of the forest-steppe of West Siberia, the maximum yield of herbage was obtained from a three-component mixture of barley 20% + peas 10% + oats 70% - 5.82 t ha. Regarding herbage yields, mixed crops exceeded pure crops by 39.3-65.5%. The haylage from the herbage of Poaceae plants with a legume component makes it possible to obtain high-quality haylage of class 2-3 according to GOST R 55452-2013 with a content of 0.1-0.24 fodder units per 1 kg and 6.28-7.53 MJ of metabolizable energy. The research revealed the relations of sowing dates and quality indices as the content of crude fat, protein, fiber and ash. With early sowing dates, the content levels of crude fat, protein, fiber and ash increases.

Кондратенко Екатерина Петровна, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия», г. Кемерово, Российская Федерация, e-mail: intermir42@mail.ru.

Kondratenko Ekaterina Petrovna, Dr. Agr. Sci., Prof., Kuzbass State Agricultural Academy, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: intermir42@mail.ru.

Соболева Ольга Михайловна, к.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия», г. Кемерово, Российская Федерация, e-mail: meer@yandex.ru.

Мирошина Татьяна Александровна, к.п.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия», г. Кемерово, Российская Федерация, e-mail: intermir42@mail.ru.

Soboleva Olga Mikhaylovna, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Kuzbass State Agricultural Academy, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: meer@yandex.ru.

Miroshina Tatyana Aleksandrovna, Cand. Pedagogic Sci., Assoc. Prof., Kuzbass State Agricultural Academy, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: intermir42@mail.ru.

Введение

Источником увеличения производства растительного белка в кормлении сельскохозяйственных животных могут быть зернобобовые культуры. Больше (примерно в 1,5-3 раза) белка синтезируют растения из семейства Fabaceae, чем Roaseae [1, 2]. Согласно данным В.М. Косолапова, увеличение доли культурных растений из семейства Fabaceae позволит сократить дефицит протеина на 8%, а увеличение доли злакового компонента обеспечит содержание сырого протеина в сухом веществе корма до 14-15% [3].

В 2019 г. исследования В.К. Храмой с соавторами [4] показали, что многовидовые ценозы урожайнее и устойчивее одновидовых, дают хорошо сбалансированный питательный корм. Питательность сенажа, полученного из зеленой массы зернобобовых культур, очень высока. Работы S. Karataev с соавторами подтверждают преимущество сенажа в кормлении животных [5]. По данным A. Kapsamun et al., сенажные рационы позволяют решить проблему витаминного питания животных и получить продукцию высокого качества [6]. V. Ovtov et al. считают, что одним из путей решения получения высококачественных сбалансированных кормов является возделывание смешанных посевов Fabaceae и Roaseae культур [7]. E. S. Jensen et al. доказали, что особую актуальность имеют исследования, посвященные изучению технологии возделывания смешанных посевов зернобобовых и злаковых культур [8]. B. Eichler-Löbermann et al. также установили, что смешанные посевы Fabaceae и Roaseae культур позволяют увеличить урожай и получить высококачественный корм для животных [9].

Цель исследований – изучить и дать оценку качеству однолетних трав в поливидовых посевах на сенаж.

Объекты и методы

Объектом исследований служили однолетние культуры – *Avena sativa* L. сорта Ровесник, *Hordeum* L. сорта Биом и *Pisum sativum* L. несортовой. Исследования проведены на террито-

рии сельскохозяйственной артели (колхоз) «Заря» Кемеровской области, расположенной на территории юго-востока Западной Сибири в 2019-2020 гг. Климатические условия характеризуются резко континентальным климатом. На этой территории лимитирующим фактором для роста, развития растений и создания урожайности является влага, выпадающая в виде атмосферных осадков, что обуславливает значительные колебания урожайности и качества получаемой продукции по годам.

Почва опытного участка суббореального типа – чернозем выщелоченный оподзоленный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном горизонте колебалось по годам от 6 до 10% (по Тюрину), рН_{сол} – в пределах 5,7-6,5. Обеспеченность обменным калием (по Кирсанову) – 33 мг/100 г, подвижным фосфором – высокая, 13 мг/100 г воздушно сухой почвы.

Проведена оценка качества сенажа, полученного из гороха, овса и ярового ячменя, при возделывании этих культур в смешанных посевах при разных сроках посева. В опыте изучали три срока посева: первый – при достижении физической спелости почвы с 30 апреля по 5 мая; второй – при наступлении биологической спелости почвы с 5 по 10 мая; третий – с 10 по 15 мая. Предшественником в опытах были однолетние травы. Повторность четырехкратная. Учетная площадь – 100 м². Посев осуществляли посевным комплексом «Кузбасс» при норме высева гороха 0,8 ц всхожих семян на 1 га, овса и ячменя – 2,4 ц/га в три срока посева. Уборку осуществляли в фазу молочно-восковой спелости зерновых культур, гороха – в фазе плодообразования.

Удобрения перед посевом не вносили, предпосевная обработка семян фунгицидами не проводилась. Гербицидами против сорняков посевы не обрабатывали. Содержание сухого вещества определяли по ГОСТ 31640-2012, сырого протеина – по ГОСТ 13496. 4-93, сырой клетчатки – по ГОСТ 31675-2012, каротина – по ГОСТ 13496.17-95, масляной кислоты – по ГОСТ

23637-90, кальция – по ГОСТ 26570-95, фосфора – по ГОСТ 26657-97 в лаборатории качества кормов и продуктов питания ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, расчет кормовых единиц и обменной энергии проведен для КРС по методическим указаниям по оценке качества и питательности кормов, утвержденным МСХ РФ от 17.06.02, органолептическую оценку (цвет, запах, консистенция) – по ГОСТ 55452-2013.

Метеорологические условия в годы проведения опытов не очень сильно различались между собой. 2019-2020 гг. были сравнительно благоприятными для роста и развития растений овса, гороха и ярового ячменя. Математическую обработку проводили по методике Б. А. Доспехова [10].

Результаты и обсуждение

Сенаж – разновидность концентрированного корма. Это зеленая масса растений, провяленная до влажности 40-45% и сохраненная в анаэробных условиях. Наиболее высокая урожайность зеленой массы получена в чистых посевах у овса – 35,3 т/га и гороха – 25,4 т/га (табл. 1). Средняя урожайность абсолютно сухого вещества у кормового овса сорта Ровесник составила 11,9 ц/га, ячменя у сорта Биом – 7,9 и гороха несортного – 8,5 ц/га.

Выявлено, что средняя урожайность зеленой массы в одновидовых посевах была ниже у овса на 39,3%, ячменя – на 65,5, гороха – на 56,4%, чем в смешанных посевах. Трехкомпонентные смеси из ячменя, овса и гороха сформировали урожайность зеленой массы в количестве 5,8 т/га.

Доказано отсутствие влияния сортов изучаемых культур на засоренность посевов на начальных стадиях их роста и развития. Выявлено снижение засоренности смешанных посевов. Сроки посева влияли на засоренность. При раннем сроке она была минимальной и не превышала 9 шт/м², а при среднем и позднем сроках посева засоренность увеличивалась до 12 шт/м². В варианте смешанных посевов сорня-

ков насчитывалось 2-3 шт/м², их рост и развитие были угнетены за счет увеличения плотности посева. Таким образом, смешанные посева приводят к снижению засоренности сорными растениями на 16,7%, по сравнению с вариантом чистых посевов.

Нами изучено качество сенажа, полученного из мятликовых (ячменя и овса) и бобового компонента (гороха). Химический состав и питательная ценность зеленой массы трехкомпонентной смеси в зависимости от сроков посева приводится в таблице 2.

Нашими исследованиями установлено, что сроки посева культур, составляющих сенаж, не влияли на органолептические показатели. Отклонений от нормативов по основным показателям не выявлено. Проведение органолептической оценки показало, что сенаж был без признаков затхлого, селечного запаха и запаха уксусной кислоты, имел ароматный (фруктовый) запах. Цвет от жёлто-зеленого до зеленовато-коричневого. Консистенция не мажущаяся, без ослизлости. Таким образом, по органолептическим показателям сенаж имел высокое качество на всех сроках посева и был отнесен к 1-му классу.

Косвенным показателем питательности является облиственность – это масса листьев от общей массы растений. Количество листьев составляло 18%, несъедобной части – 12%.

В наших исследованиях сорта мятликовых культур и бобового компонента в сенаже показали себя как низкобелковые. Массовая доля белка в зависимости от сроков посева в сенаже изменялась от 8,8 до 10,6% и слабо варьировала в изучаемые годы V=16,9%. Выявлено, что при первом сроке посева в растениях однолетних трав накапливается наибольшее количество сырого протеина, в 1,2 раза превышающего третий срок. Массовая доля сырого протеина при первом сроке посева в сенаже составляла 10,6%, при третьем – 8,8%, что ниже на 1,8% (табл. 2).

Таблица 1

Урожайность зеленой массы в одновидовых и смешанных посевах, среднее за 2019-2020 гг.

Вид культуры	Зеленая масса, т/га	Отклонение от смешанных, %	Соотношение компонентов, %	
			бобового	злакового
Овес	3,5	39,3	-	100
Ячмень	2,0	65,5	-	100
Горох	2,5	56,4	100	-
Ячмень + овес + горох	5,8	-	10	90
НСР ₀₅	1,3			

**Влияние сроков посева на питательную ценность сенажа из однолетних трав
(среднее за 2019-2020 гг.)**

Обменной энергии, в 1 кг СВ, МДж	Корм. ед., НВ, г	На абсолютно сухое вещество, в 1 кг сенажа, %			БЭВ, в 1 кг НВ, г
		сырой протеин	сырой жир	сырая клетчатка	
1-й срок посева (ранний)					
7,5	0,24	10,6	2,6	31,8	29,8
2-й срок посева (средний)					
6,3	0,10	9,3	2,9	30,5	26,4
3-й срок посева (поздний)					
7,1	0,22	8,8	3,5	29,8	27,4

Установлено, что на 1 к.ед. сенажа из злаковых культур приходится 80,8-106,0 г/кг сырого протеина, что в пределах зоотехнической нормы. Максимальное обеспечение кормовой единицы сырым протеином выявлено в сенаже при раннем сроке посева однолетних культур.

Недостаток жира в рационе снижает усвоение жирорастворимых витаминов А, Д, Е и К. Кроме того, с липидами, которые содержатся в растениях, составляющих сенаж, поступают непредельные жирные кислоты. Эти жирные карбоновые кислоты не синтезируются в организме животных и должны поступать с кормом: олеиновая С18:1, линолевая С18:2, линоленовая С18:3 и арахидоновая С20:4.

В наших исследованиях выявлено, что сроки посева оказывают влияние на синтез жира в изучаемых растениях. При третьем сроке посева накопление жира было в 1,4 раза выше, чем при первом.

Одним из важных показателей качества полученного сенажа является содержание сырой клетчатки и золы. В рубце жвачных животных клетчатка играет очень важную роль для питания целлюлозоразрушающей микрофлоры. Изучение содержания сырой клетчатки в сенаже показало, что при первом сроке посева синтезируется в растениях этого органического вещества в 1,1 раза больше, чем при третьем. Установлено, что содержание клетчатки в сенаже в годы исследований варьировало от 29,8 до 31,8 г/кг. Однако по данному признаку изменчивость была незначительная. Коэффициент варьирования (V) по срокам посева составил 6,3%. В наших исследованиях по всем трем срокам посева содержание сырой клетчатки снижается в третьем сроке посева от 31,8 до 29,8%.

Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) относятся к легкопереваримым углеводам и обеспечивают все клетки организма энергией. В эту группу входят крахмал, сахара и пентозаны. В наших опытах выявлено максимальное накопление БЭВ при первом и втором сроках посева. Разница со вторым сроком составляла 3,3 г/кг корма. Этот показатель качественной оценки сенажа изменялся в зависимости от сроков посева при натуральной влажности от 26,4 до 29,8 г/кг. Коэффициент варьирования составил 11,4%.

«Полезное действие корма определяется показателями энергетической и общей питательности сенажа, выраженное в показателях обменной энергии (для крупного рогатого скота) и кормовых единицах, что позволяет прогнозировать эффективность его использования» [11, с. 56]. Выявлено, что полученный сенаж содержал в 1 кг 0,19-0,33 кормовых единиц и 5,5-7,13 МДж/кг обменной энергии в сухом веществе. Это указывает на хорошее качество корма. Таким образом, есть возможность получать на территории Кемеровской области полноценный сенаж из зелёной массы гороха, овса и ячменя.

Содержание макроэлементов в сенаже в зависимости от сроков посева также изменялось, как и содержание сырой золы. Содержание кальция, фосфора, калия и натрия изменялось в широких пределах. По накоплению кальция и натрия растения, входящие в состав сенажа, проявили самую большую изменчивость. Коэффициент вариации (V) в зависимости от срока посева мятликовых и бобового компонента составлял 33, 22, 16%, V=40% соответственно. Содержание сырой золы в среднем по срокам

посева колебалось от 7,3 до 7,9%, при незначительном коэффициенте варьирования ($V=7,59\%$).

Сроки посева однолетних культур не оказывали влияние на содержание каротина и нитратов. Содержание их в сенаже на всех вариантах опыта составляло 40 и 2 мг/кг сенажа соответственно.

Установлено, что сроки посева сильно влияют на накопление нитратов в зеленой массе. По этому показателю наблюдаем большую изменчивость и большое их накопление. Содержание нитратов сильно варьировало по срокам посева от 86 мг/кг (первый срок) до 479 мг/кг (второй срок), при коэффициенте вариации 82%. Такое высокое варьирование этого показателя можно объяснить неравномерным тепловым режимом в период вегетации растений, особенно повышением температуры в сочетании с дефицитом воды. Повышенному накоплению нитратов способствует и слабая освещенность, связанная с густотой стояния растений в смешанных посевах.

Показателями качества готового силоса служит величина рН. В наших исследованиях активная кислотность сенажа составляла рН=4,38 (1-й срок посева рН=4,10 (2-й срок посева) и рН=4,35 (3-й срок посева), т.е. не превышала норму (рН=4,7-5,6). Срок посева не оказал влияния на этот показатель, а только на микробиологическую деятельность микроорганизмов, которая приводит к накоплению молочной и других кислот. Установлено, что чем выше уровень содержания молочной кислоты, тем ниже активная кислотность среды.

Важным показателем качества сенажа является соотношение органических кислот: уксусной, молочной и масляной. Выявлено, что молочная кислота является наиболее распространенной кислотой в сенаже, полученной при ферментации зеленой массы. Уксусная кислота также присутствует в сенаже, но в меньших количествах. Во время ферментации большая часть уксусной кислоты преобразуется в молочную кислоту.

Важное значение при оценке сенажа имеет отношение молочной кислоты к уксусной: чем оно больше, тем выше ценность корма. Наши исследования показали, что это отношение составляет 3,0 при раннем сроке посева, 11,5 – при среднем и 1,3 – при позднем.

Масляная кислота может присутствовать и была обнаружена в заготовленном сенаже, но в очень малых количествах – от 0,08 до 0,12%. Концентрация молочной кислоты не превышает норматива 0,5% в абсолютно сухом веществе.

Выводы

1. В условиях лесостепи Западной Сибири максимальный сбор зеленой массы обеспечивает трехкомпонентная смесь ячмень 20% + горох 10% + овес 70% – 5,8 т/га.

2. По урожайности зеленой массы смешанные посевы превосходят одновидовые на 39,3-65,5%.

3. Закладка сенажа из зеленой массы растений семейства мятликовых с бобовым компонентом позволяет получать качественный сенаж 2-3-го класса согласно ГОСТ Р 55452-2013, с содержанием в 1 кг корма 0,1-0,24 к.ед. и 6,28-7,53 МДж объемной энергии.

4. Установлено влияние сроков посева на накопление органических веществ в зеленой массе изучаемых растений гороха, ярового ячменя и овса. При раннем сроке посева увеличивается содержание сырого жира, протеина, клетчатки и золы.

Библиографический список

1. Stagnari, F., Maggio, A., Galieni, A., Pisante, M. (2017). Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: an overview. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 4. DOI: 10.1186/s40538-016-0085-1.
2. Kulkarni, K., Tayade, R., Asekova, S., et al. (2018). Harnessing the potential of forage legumes, alfalfa, soybean, and cowpea for sustainable agriculture and global food security. *Frontiers in Plant Science*. 9. DOI: 10.3389/fpls.2018.01314.
3. Косолапов, В. М. Перспективы развития кормопроизводства России / В. М. Косолапов // Кормопроизводство. – 2008. – № 8. – С. 2-10.
4. Храмой, В. К. Фотосинтетическая деятельность двух- и трехкомпонентных вико-злаковых смесей в условиях Центрального района нечерноземной зоны / В. К. Храмой, О. В. Рахимова, Т. Д. Сихарулидзе. – Текст: непосредственный // Аграрная наука. – 2019. – № 4. – С. 52-54.
5. Karamaev, S., Karamaeva, A., Soboleva, N., Bakaeva, L. (2019). Milk productivity of cows when haylage with biological preservatives is included in the diet. *IOP Conf. Series: Earth and En-*

Environmental Science. 403 (2019) 012081. DOI:10.1088/1755-1315/403/1/012081.

6. Kapsamun, A., Pavlyuchik, E., Ivanova, N., Vasileva, E., Puschkina, L. (2019). Nitrogen metabolism in the body of cows when feeding in the ration of haylage from *Galega orientalis*. *Bulletin of Science and Practice*. 5. 165-170. DOI: 10.33619/2414-2948/42/22.

7. Ovtov, V., Ovtova, O. (2020). The evaluating method of the biological activity and relative productivity for mixed and combined three-component crops. *Scientific Papers-Series A-Agronomy*, 63 (1), 112-118.

8. Jensen, E., Chongtham, I., Dhamala, N., et al. (2020). Diversifying European agricultural systems by intercropping. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*. 47. 174-186. DOI: 10.7764/ijagr.v47i3.2241.

9. Eichler-Löbermann, B., et al. (2021). Mixed cropping of maize or sorghum with legumes as affected by long-term phosphorus management. *Field Crops Research*, 265, 108-120. DOI: 10.1016/J.FCR.2021.108120.

10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов сельскохозяйственных вузов по агрономическим специальностям / Б. А. Доспехов. – 6-е издание, дополненное и переработанное. – Москва: Альянс, 2011. – 352 с. – Текст: непосредственный.

11. Садохина, Т. А. Кормовая продуктивность смешанных агроценозов в лесостепной зоне Западной Сибири / Т. А. Садохина, Д. Ю. Бакшаев, Т. Г. Ломова. – Текст: непосредственный // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2018. – № 1 (46). – С. 52-59.

References

1. Stagnari, F., Maggio, A., Galieni, A., Pisante, M. (2017). Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: an overview. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 4. DOI: 10.1186/s40538-016-0085-1.

2. Kulkarni, K., Tayade, R., Asekova, S., et al. (2018). Harnessing the potential of forage legumes, alfalfa, soybean, and cowpea for sustainable agriculture and global food security. *Frontiers in Plant Science*. 9. DOI: 10.3389/fpls.2018.01314.

3. Kosolapov, V.M. Perspektivy razvitiia kormoproizvodstva Rossii / V.M. Kosolapov // Kormoproizvodstvo. – 2008. – No. 8. – S. 2-10.

4. Khramoi, V.K. Fotosinteticheskaia deiatelnost dvukh i trekhkomponentnykh viko-zlakovykh smesei v usloviakh Tsentralnogo raiona nechernozemnoi zony / V.K. Khramoi, O.V. Rakhimova, T.D. Sikharulidze // Agrarnaia nauka. – 2019. – No. 4. – S. 52-54.

5. Karamaev, S., Karamaeva, A., Soboleva, N., Bakaeva, L. (2019). Milk productivity of cows when haylage with biological preservatives is included in the diet. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 403 (2019) 012081. DOI:10.1088/1755-1315/403/1/012081.

6. Kapsamun, A., Pavlyuchik, E., Ivanova, N., Vasileva, E., Puschkina, L. (2019). Nitrogen metabolism in the body of cows when feeding in the ration of haylage from *Galega orientalis*. *Bulletin of Science and Practice*. 5. 165-170. DOI: 10.33619/2414-2948/42/22.

7. Ovtov, V., Ovtova, O. (2020). The evaluating method of the biological activity and relative productivity for mixed and combined three-component crops. *Scientific Papers-Series A-Agronomy*, 63 (1), 112-118.

8. Jensen, E., Chongtham, I., Dhamala, N., et al. (2020). Diversifying European agricultural systems by intercropping. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*. 47. 174-186. DOI: 10.7764/ijagr.v47i3.2241.

9. Eichler-Löbermann, B., et al. (2021). Mixed cropping of maize or sorghum with legumes as affected by long-term phosphorus management. *Field Crops Research*, 265, 108-120. DOI: 10.1016/J.FCR.2021.108120.

10. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniy): uchebnik dlia studentov selskokhoziaistvennykh vuzov po agronomicheskim spetsialnostiam / B.A. Dospekhov. – 6-е издание, дополненное и переработанное. – Москва: Alians, 2011. – 352 с.

11. Sadokhina, T.A. Kormovaia produktivnost smeshannykh agrotsenozov v lesostepnoi zone Zapadnoi Sibiri / T.A. Sadokhina, D.Iu. Bakshaev, T.G. Lomova // Vestnik NGAU. – 2018. – No. 1 (46). – S. 52-59.

