

УДК 633.174:631.584.5(470.44/.47)

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ
КОРМОВ В ОДНОВИДОВЫХ И ПОЛИВИДОВЫХ ПОСЕВАХ
В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ****Родина Т.В., Бочкарева Ю.В., Асташов А.Н., Каменева О.Б.,
Поминов А.В., Бабушкин Д.Д.***ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго
и кукурузы «Россорго», Саратов, e-mail: rossorgo@yandex.ru*

В статье представлены результаты исследований возделывания злаковых культур с зернобобовыми в поливидовых посевах для производства сочных кормов. Одним из факторов повышения урожайности надземной биомассы кормовых растений является увеличение листовой поверхности, так как она составляет большую долю выращиваемой продукции. Результаты наших исследований показывают, что в фазу максимального развития (молочно-восковая спелость) в поливидовых посевах площадь листовой поверхности была значительно выше, чем в одновидовых. Биохимический состав зеленой массы кормосмесей представлен основными качественными показателями, такими как: сырой протеин, сырой жир, сырая клетчатка, сырая зола и БЭВ на абсолютно сухое вещество. При анализе полученных данных установлено, что в абсолютно сухих растениях вигны и сои сырого протеина содержится в 2,2–2,5 раза больше, чем в кукурузе и чумизе. В результате опыта выявлены кормосмеси, отличающиеся высоким содержанием сухого вещества: кукуруза в смеси с соей и вигной (8,99 т/га и 8,05 т/га соответственно). Сравнительная оценка вариантов опыта по продуктивности показала, что одновидовые посева уступали поливидовым. Среди кормосмесей наибольшая урожайность надземной биомассы получена у кукурузы в смеси с вигной – 32,22 т/га, у смеси кукуруза с соей урожайность была ниже на 1,6%, однако сбор сухого вещества и протеина увеличился на 10,4% и 6,3% соответственно. Наибольший выход валовой энергии получен при выращивании кукурузы в смеси с соей – 154,32 ГДж/га. Интервал изменчивости энергетической ценности в поливидовых посевах составляет 81,34–154,32 ГДж/га.

Ключевые слова: поливидовые посева, урожайность, вигна, соя, площадь листовой поверхности, продуктивность

**SOME ASPECTS OF HIGH-QUALITY FEED PRODUCTION IN SINGLE-SPECIES
AND MULTI-SPECIES CROPS IN THE LOWER VOLGA REGION****Rodina T.V., Bochkareva Y.V., Astashov A.N., Kameneva O.B.,
Pominov A.V., Babushkin D.D.***Russian Research and Design Institute of Sorghum and Maize «Rossorgo»,
Saratov, e-mail: rossorgo@yandex.ru*

The article presents the results of research on the cultivation of cereal crops with legumes in multivid crops for the production of juicy feed. One of the factors for increasing the yield of the above-ground biomass of fodder plants is the leaf surface, since it accounts for a large share of the grown products. The results of our studies show that in the phase of maximum development (milk-wax ripeness), the surface area of the leaf in polyvid crops was significantly higher than in single-species. The biochemical composition of the green mass of fodder mixtures is represented by the main qualitative indicators: raw protein, raw fat, raw fiber, raw ash and BEV for an absolutely dry substance. Analyzing the obtained data, it was found that absolutely dry plants of vigna and soybeans of raw protein contain 2,2–2,5 times more than corn and chumiz. As a result of the experience, fodder mixtures were found that are characterized by a high content of dry matter: corn in a mixture with soy and vigna (8.99 t/ha and 8.05 t/ha, respectively). A comparative evaluation of the productivity experience options showed that single-species crops were inferior to polyvid crops. Among fodder mixtures, the highest yield of aboveground biomass was obtained from corn in a mixture with whigna – 32.22 tons/ha, in a mixture of corn and soybean, the yield was 1.6% lower, but the collection of dry matter and protein increased by 10.4% and 6.3%, respectively. The highest yield of gross energy was obtained when growing corn in a mixture of soybeans – 154.32 GJ/ha. The range of variability of energy value in polyvid crops is: 81.34–154.32 GJ/ha.

Keywords: mixed crops, yield, vigna, soy, leaf surface area, productivity

Для эффективного развития животноводства необходимо создание прочной кормовой базы, поэтому первоочередной задачей является производство дешевых высокобелковых кормов, сбалансированных по содержанию протеина и минеральным веществам. Ведущее место в решении этой проблемы занимают однолетние

кормовые культуры и их совместное выращивание. Такие посева вследствие рационального использования факторов жизнедеятельности растений позволяют увеличить выход продукции с гектара и тем самым обеспечивают стабильные урожаи высококачественной зеленой массы [1–3].

При правильном подборе культур в поливидовых посевах формируются благоприятные условия для развития сельскохозяйственных растений. Достигаются оптимальные густота стояния растений и площадь листовой поверхности, снижаются засоренность посевов, повреждаемость вредителями и поражаемость болезнями; все это в комплексе повышает продуктивность сложных агрофитоценозов и их устойчивость к биотическим и абиотическим факторам внешней среды [4].

Использование корма, не сбалансированного по протеину, ведет к перерасходу кормов, поэтому следует шире использовать поливидовые посевы злаковых и бобовых культур для повышения урожайности надземной биомассы и питательной ценности. В одновидовых посевах злаковые культуры дают массу, богатую углеводами, но с недостаточным содержанием протеина; бобовые культуры – наоборот, и в конечном итоге сложные агроценозы позволяют получить сбалансированный, питательный корм. Расширение ассортимента кормовых культур за счет зернобобовых (вигны, сои) позволит повысить продуктивность сельскохозяйственных животных и значительно улучшить качество кормов, прежде всего по содержанию в них кормового белка, сбалансированного по содержанию аминокислот [5–7]. Укрепление кормовой базы за счет применения в сельском хозяйстве преимуществ поливидовых посевов, а также изучение закономерностей их формирования имеют большое значение для развития животноводства.

Цель исследования: изучить особенности формирования одновидовых и поливидовых посевов, обеспечивающих получение максимального урожая зеленой биомассы высокого качества в условиях юго-востока Саратовской области.

Материалы и методы исследования

С целью определения особенностей формирования урожая надземной биомассы в сложных агроценозах и выделения перспективных вариантов кормосмесей в 2018–2019 гг. на опытном поле института ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» заложены полевые опыты по следующей схеме: в качестве контрольных вариантов высевались монопосевы кукурузы, чумизы, вигны и сои, а в качестве изучаемых – двухкомпонентные смеси злаковых культур с зернобобовыми. Норма посева в поливидовом посеве снижалась от рекомендуемой нормы для одновидовых посевов на 25 %.

Сорта сои и вигны при возделывании в поливидовых посевах с кукурузой и чумизой должны обладать высокой степенью устойчивости к загущению травостоя и хорошо ветвиться. Наиболее полно этим требованиям отвечают следующие районированные сорта, включенные в Государственный реестр селекционных достижений и допущенные к использованию в регионе: Радуга (кукуруза), Стачуми-3 (чумиза), Соер-4 (соя), Олеся (вигна). Подготовка участка перед посевом включала боронование и две предпосевные культивации. Посев культур в опыте проведен овощной сеялкой СО-4.2 широкорядным способом (ширина междурядий – 70 см) смесью семян в один ряд. Размещение делянок – рандомизированное, площадь опытной делянки – 210 м², повторность – трехкратная.

Почва опытных участков – чернозем южный, механический состав – тяжелосуглинистый с содержанием гумуса 5–6%; нитратного азота – 3,0–4,5 мг, подвижного фосфора – 3–4 мг, обменного калия – 15–21 мг на 100 г почвы. Определение нитратов проводилось ионометрическим методом: ГОСТ 26951-86, определение подвижных соединений фосфора и калия – по методу Мачигина: ГОСТ 26205-91. Учеты и наблюдения проводили согласно общепринятым методикам по проведению полевых опытов с кормовыми культурами [8, 9]. Агротехника выращивания – зональная: разработанная научными учреждениями Нижнего Поволжья. Математическая обработка результатов исследований выполнена по методике Б.А. Доспехова с помощью программного обеспечения «Agros 2.09».

Результаты исследования и их обсуждение

Одним из факторов накопления вегетативной массы и совместимости компонентов в кормосмесях является высота растений каждого компонента. Установлена последовательность роста стебля в высоту: от прорастания до фазы бутонизации у бобовых и выметывания у злаковых культур. В фазе цветения бобовых и злаковых культур этот процесс проходит ускоренно и достигает своего наивысшего значения [10]. Изменяется архитектура кормосмеси, формируется ярусность травостоя из-за разных темпов роста злаковых и зернобобовых культур. Нижний ярус занимали соя и вигна, верхний – кукуруза и чумиза. Стоит отметить, что такие расхождения по ярусам в целом благоприятны

для агроценоза. Наличие в агрофитоценозе разновидовых растений с различными биологическими особенностями позволяет полно и экономно использовать основные факторы жизнедеятельности: свет, влагу, элементы питания.

В результате наблюдений установлено, что через 10 дней после появления всходов кукуруза, отличаясь более высокими начальными темпами роста, была выше растений вигны и сои (на 6–8 см). Зернобобовые культуры на начальных этапах развивались медленнее, что обусловлено, прежде всего, их биологическими особенностями и более чувствительной реакцией на длину светового дня, поэтому на протяжении всей вегетации они занимали нижний ярус, уступая по высоте кукурузе и чумизе. При уборке на зеленый корм соя в поливидовых посевах с кукурузой была выше на 3,9 см по сравнению с ее одновидовым посевом (табл. 1). Кукуруза выделялась по высоте растений (210,1 см в чистом посеве): по всем вариантам опыта доминировала и отличалась от остальных кормовых культур. При выращивании чумизы в смеси с вигной отмечена наименьшая высота растений в опыте по сравнению с их одновидовыми посевами. Высота растений чумизы при монопосеве составила 117,4 см, что на 11,2% выше совместного посева с вигной. Максимальный среднесуточный прирост в высоту наблюдался у кукурузы (5,2 см) в смеси с вигной (4,0 см), тогда как в чистом посеве кукурузы

этот показатель был ниже на 13,5% (4,5 см), а у вигны – на 77,% (0,9 см), это обусловлено высокой конкурентностью растений в сложных агроценозах.

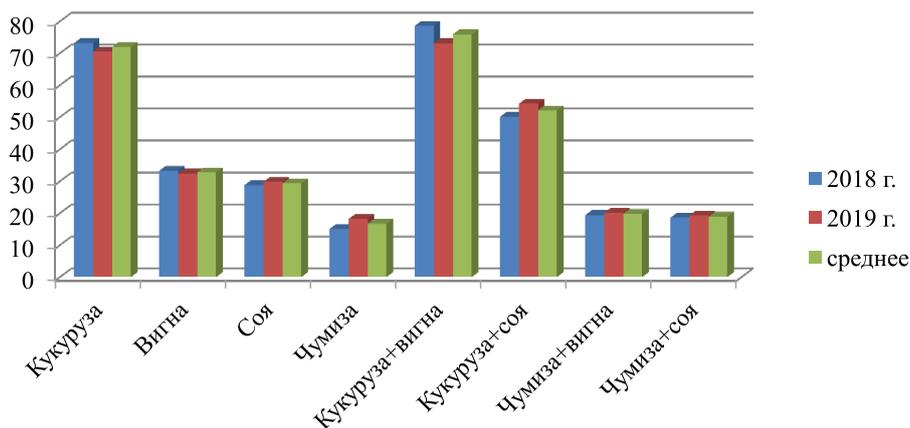
Одним из факторов повышения урожайности надземной биомассы кормовых растений является площадь листовой поверхности, так как она составляет большую долю выращиваемой продукции. При создании сложных агроценозов формируется неоднородная ассимилирующая поверхность, изменяется освещенность растений в посевах. Из-за сочетания листьев разной формы, их длины и ширины поглощается широкий спектр солнечных лучей и, следовательно, меняются условия формирования фотосинтетического аппарата кормовых растений, что способствует их более продуктивной работе. Результаты наших исследований показывают, что в фазу максимального развития (молочно-восковая спелость) в поливидовых посевах площадь листовой поверхности была значительно выше, чем в одновидовых. Максимальная площадь листовой поверхности в кормосмесях приходилась на кукурузу, как в чистом виде, так и в смеси с зернобобовыми. Так, в кормосмеси кукуруза + вигна она составила 75,9 тыс. м²/га (рисунок). При монопосеве чумизы отмечена наименьшая площадь листовой поверхности – 16,7 тыс. м²/га, однако при совместном выращивании в смеси с вигной и соей она увеличилась на 19% и 14% соответственно.

Таблица 1

Сравнительная оценка высоты растений в одновидовых и поливидовых посевах

Культура/смесь	Норма высева, млн шт. всхожих семян/га	Высота растений, см		
		2018 г.	2019 г.	среднее
Кукуруза	0,13	219,3	200,8	210,1
Вигна	0,30	71,2	83,3	77,3
Соя	0,60	70,1	84,1	77,1
Чумиза	1,00	120,6	114,1	117,4
Кукуруза + вигна	0,09/0,22	213,1	208,1	210,6
		72,2	105,8	89,0
Кукуруза + соя	0,09/0,45	225,2	193,0	209,1
		79,3	82,6	81,0
Чумиза + вигна	0,75/0,22	105,2	103,2	104,2
		68,8	74,1	71,5
Чумиза + соя	0,75/0,45	101,3	99,5	100,4
		77,2	74,8	76,0
F _{факт}		153,05*	103,32*	
HCP _{0,05}		4,95	4,90	

Примечание: * – степень достоверности на 0,05%-ном уровне значимости.



Площадь листовой поверхности в одновидовых и поливидовых посевах в фазу максимального развития, тыс. м² с гектара

Таблица 2

Биохимический состав надземной биомассы одновидовых и поливидовых посевов, убираемых на зеленый корм, среднее за 2018–2019 гг.

Культура/смесь	Сухое вещество, %	Содержание на абсолютно сухое вещество, %				
		Протеин	Жир	Клетчатка	Зола	БЭВ
Кукуруза	28,44	8,53	2,40	24,75	4,39	59,93
Вигна	19,79	16,29	2,64	27,51	11,00	42,56
Соя	25,14	16,14	5,18	23,81	9,63	45,24
Чумиза	29,11	9,11	3,17	31,24	8,21	48,27
Кукуруза + вигна	24,99	13,00	2,82	26,72	6,84	50,62
Кукуруза + соя	27,43	12,48	3,25	23,75	8,84	51,68
Чумиза + вигна	27,35	13,49	2,82	29,97	9,88	43,84
Чумиза + соя	28,54	13,13	4,73	27,17	8,92	46,05
F _{факт}	1,83*	67,34*	165,65*	18,82*	83,81*	18,86*
НСР _{0,05}	25,64	1,07	0,24	1,92	0,68	3,96

Примечание: * – степень достоверности на 0,05 %-ном уровне значимости.

Изменение биохимического состава надземной биомассы происходит в процессе роста и развития, причем у разных видов растений наблюдаются отличия. В ранние сроки развития зеленая масса содержит больше влаги, протеина и меньше клетчатки. В процессе роста растения грубеют, снижается количество влаги в стеблях и листьях, наращивается клетчатка, увеличивается доля сухого вещества [11, 12]. Биохимический состав зеленой массы кормосмесей представлен основными качественными показателями, такими как: сырой протеин, сырой жир, сырая клетчатка, сырая зола и БЭВ на абсолютно сухое вещество (табл. 2). Установлено, что в абсолютно сухих растениях вигны и сои сырого про-

теина содержится в 2,2–2,5 раза больше, чем в кукурузе и чумизе. Поэтому включение сои и вигны в состав смеси повышает содержание сырого протеина в сухой биомассе в сравнении с монопосевами. В кормосмесях максимальное содержание протеина (13,49 %) отмечено при выращивании чумизы с вигной. Однако по сбору надземной биомассы с единицы площади этот вариант показал наименьшие значения. Содержание жира по вариантам опыта варьировало от 2,40 % до 5,18 %, причем наибольшее количество отмечено в чистом посеве биомассы сои, в урожае двухкомпонентной смеси с чумизой ее объемы обеспечили 4,73 %, что на 8,68 % выше по сравнению с одновидовым посевом просовидной культуры.

Таблица 3

Выход валовой энергии и продуктивность чистых и поливидовых посевов кормовых культур, 2018–2019 гг.

Культура/смесь	Урожайность биомассы, т/га		Сбор протеина, т/га	Валовая энергия в 1 кг сухой биомассы, МДж/кг	Выход валовой энергии, ГДж/га
	при уборке	сухого вещества			
Кукуруза	29,66	8,44	0,72	4,96	147,23
Вигна	12,43	2,46	0,40	3,34	41,49
Соя	13,48	3,39	0,55	4,45	59,96
Чумиза	16,36	4,76	0,43	4,97	81,34
Кукуруза + вигна	32,22	8,05	1,05	4,35	140,14
Кукуруза + соя	32,76	8,99	1,12	4,71	154,32
Чумиза + вигна	18,19	4,97	0,67	4,64	84,45
Чумиза + соя	19,83	5,66	0,74	5,00	99,24
F _{факт}	15,21*	16,95*	13,24*		
НСР _{0,05}	7,01	1,94	0,23		

Примечание: * – степень достоверности на 0,05%-ном уровне значимости.

Важно отметить, что величина урожая поливидовых посевов и биохимический состав растений оказали влияние на питательность надземной биомассы. Сравнительная оценка вариантов опыта по продуктивности показала, что одновидовые посевы уступали поливидовым. Среди кормосмесей наибольшая урожайность надземной биомассы получена у кукурузы в смеси с вигной – 32,22 т/га, у смеси кукуруза с соей урожайность была ниже на 1,6%, однако сбор сухого вещества и протеина увеличился на 10,4% и 6,3% соответственно (табл. 3). При монопосеве чумизы урожайность зеленой массы составила 16,36 т/га, а при выращивании в смеси с вигной и соей – 18,19 и 19,83 т/га соответственно. По выходу сухого вещества в одновидовых посевах преимущество имела кукуруза (8,44 т/га). Среди злаково-бобовых смесей по сбору сухого вещества наиболее продуктивными оказались смеси кукурузы и сои (8,99 т/га) и кукурузы и вигны (8,05 т/га). Возделывание в поливидовых посевах зернобобовых культур повышало обеспеченность надземной биомассы протеином с гектара. Сбор протеина в кормосмеси кукуруза + соя составил 1,12 т/га, что на 35,7% выше одновидового посева кукурузы. При выращивании чумизы в чистом виде получено 0,43 т/га протеина, а в смеси с соей этот показатель увеличился на 42,0% и составил 0,74 т/га. Таким образом, возделывание кормовых культур в смесях приобретает функциональный тип дифференциации экологических ниш.

Содержание валовой энергии характеризует энергетическую ценность кормов. Вследствие изменчивости урожайности надземной биомассы, а также показателей биохимического состава наблюдается различие по выходу валовой энергии с гектара. В опытах наибольший выход валовой энергии (5,00 МДж/кг) получен у чумизы в смеси с соей. Биоэнергетическая оценка возделывания сложных агроценозов показала, что наибольший выход валовой энергии получен при выращивании кукурузы в смеси с соей, он составил 154,32 ГДж/га. Интервал изменчивости энергетической ценности в сложных агроценозах составляет 81,34–154,32 ГДж/га. У чумизы в смеси с соей выход валовой энергии составил 99,24 ГДж/га, что на 22,01% выше одновидового посева чумизы. По всем вариантам опыта наблюдается тенденция увеличения выхода валовой энергии с гектара при выращивании кормовых культур с соей и вигной в сравнении с чистыми посевами.

Заключение

Таким образом, в условиях Нижнего Поволжья целесообразно выращивать злаковые культуры совместно с зернобобовыми, так как значительно повышается питательная ценность укосной массы. Урожайность кукурузы в смеси с вигной и соей на 8,63% и 10,45% соответственно выше в сравнении с ее одновидовым посевом. Сложные агроценозы чумизы с зернобобовыми культурами по сбору протеина на 43,3% и 72,09%

превышали значения ее посевов в чистом виде. По урожайности надземной биомассы и выходу валовой энергии чистый посев кукурузы мало уступал поливидовым посевам с зернобобовыми. Однако кормосмесь кукуруза + соя содержит больше протеина и по сбору с гектара превышает одновидовой посев кукурузы на 35,7%, данная масса хорошо поедается животными.

Экспериментально установлено, что ни одна культура в отдельности не может обеспечить животных сбалансированным кормом. Скармливание одновременно нескольких культур, различающихся биохимическим составом и кормовой ценностью, позволит уменьшить перерасход кормов и снизить затраты на производство животноводства.

Список литературы / References

1. Дронова Т.Н., Бурцева Н.И., Невежин С.Ю. Инновационная технология возделывания поливидовых посевов многолетних трав на орошаемых землях // Земледелие. 2014. № 8. С. 33–34.
2. Dronova T.N., Burtseva N.I., Nevezhin S.Y. Innovative technology for cultivating multi-species crops of perennial grasses on irrigated lands // Zemledeliye. 2014. No. 8. P. 33–34 (in Russian).
3. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С. Кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании. Теория и практика. М., 2014. 135 с.
4. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S. Fodder production in agriculture, ecology and environmental management. Theory and practice. M., 2014. 135 p. (in Russian).
5. Сепиханов А.Г. Ресурсосберегающая и экологически безопасная технология возделывания однолетних кормовых культур в чистых и поливидовых посевах // Вавиловские чтения – 2009: материалы Межд. науч.-практ. конф. Саратов: ООО Издательство «КУБиК», 2009. С. 185–187.
6. Sepikhanov A.G. Resource-saving and environmentally safe technology for cultivating annual fodder crops in clean and multivoid crops // Vavilovskiye chteniya – 2009: materialy Mezhd. nauch.-prakt. konf. Saratov: OOO Izdatel'stvo «KU-BiK», 2009. P. 185–187 (in Russian).
7. Костерин М.Ю., Нафиков М.М. Продуктивность одновидовых и смешанных посевов кормовых культур в лесостепи Поволжья // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=8663> (дата обращения: 15.11.2020).
8. Kosterin M.Y., Nafikov M.M. Productivity of single-species and mixed crops of fodder crops in the Volga forest-steppe // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2013. No. 2. [Electronic resource]. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=8663> (date of the application: 15.11.2020) (in Russian).
9. Васин А.В., Кожевникова О.П., Кузнецов К.А. Поливидовые посевы с зернобобовыми культурами на зеленый корм // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. № 4. С. 3–6.
10. Vasin A.V., Kozhevnikova O.P., Kuznetsov K.A. Multivoid crops with leguminous crops on green feed // Izvestiya Samar'skoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2011. No. 4. P. 3–6 (in Russian).
11. Косолапов В.М. Перспективы развития кормопроизводства России // Кормопроизводство. 2008. № 8. С. 2–10.
12. Kosolapov V.M. Prospects for the development of fodder production in Russia // Kormoproizvodstvo. 2008. No. 8. P. 2–10 (in Russian).
13. Фаритов Т.А. Корма и кормовые добавки для животных: учебное пособие. 2010. 304 с.
14. Faritov T.A. Feed and feed additives for animals: Textbook. 2010. 304 p. (in Russian).
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 2011. 352 с.
16. Dospekhov B.A. Technique of field experiment (with bases of statistical processing of results of researches). M.: Kolos, 2011. 352 p. (in Russian).
17. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 2019. 329 с.
18. Method of state variety testing of crops. M., 2019. 329 p. (in Russian).
19. Асташов А.Н., Родина Т.В. Эффективность использования смешанных посевов с целью получения высококачественного корма в условиях Нижнего Поволжья // Совмещенные посевы полевых культур в севообороте агроландшафта: материалы Международной научной экологической конференции (г. Краснодар, 29–30 марта 2016 г.). Краснодар, 2016. С. 96–98.
20. Astashov A.N., Rodina T.V. Efficiency of use of mixed crops in order to obtain high-quality feed in the Lower Volga region // Sovmeshchennyye posevy polevykh kul'tur v sevooborote agrolandshafa: materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy ekologicheskoy konferentsii (g. Krasnodar, 29–30 marta 2016 g.). Krasnodar, 2016. P. 96–98 (in Russian).
21. Ананиади Л.И. Способ повышения питательной ценности кормов за счет использования многокомпонентных посевов // Кормопроизводство. 2005. № 5. С. 28–30.
22. Ananiadi L.I. Method for increasing the nutritional value of feed by using multicomponent crops // Kormoproizvodstvo. 2005. No. 5. P. 28–30 (in Russian).
23. Асташов А.Н., Родина Т.В. Эффективность использования сорговых культур в поливидовых посевах с амарантом // Кукуруза и сорго. 2016. № 3. С. 28–32.
24. Astashov A.N., Rodina T.V. Efficiency of use of sorghum crops in multivoid crops with amaranth // Kukuruza i sorgo. 2016. No. 3. P. 28–32 (in Russian).