

1. Фан-Юнг А.Ф., Флауменбаум Б.Л., Изотов А.К. Технология консервированных плодов, овощей, мяса и рыбы. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 336 с.
2. Бекер М.Е., Лиепиньш Г.К., Райпулис Е.П. Биотехнология. – М.: Агропромиздат, 1990. – 334 с.
3. Позняковский В.М., Цапалова И.Э. Экспертиза продуктов переработки плодов и овощей. Качество и безопасность: учеб. пособие. – Новосибирск, 2009. – 336 с.
4. Огнева О.А. Разработка технологий фруктово-овощных продуктов с бифидогенными свойствами: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. – М., 2015. – 159 с.
5. Современные аспекты производства кваса (теория, исследования, практика) / В.С. Исаева, Т.В. Иванова, Н.М. Степанова [и др.]. – М.: Пищевая промышленность, 2009. – 304 с.

1. Fan-Jung A.F., Flaumenbaum B.L., Izotov A.K. Tehnologija konservirovannyh plodov, ovoshhej, mjasa i ryby. – М.: Pishhevaja promyshlennost', 1980. – 336 s.
2. Beker M.E., Liepin'sh G.K., Rajpulis E.P. Biotehnologija. – М.: Agropromizdat, 1990. – 334 s.
3. Poznjakovskij V.M., Capalova I.Э. Jekspertiza produktov pererabotki plodov i ovoshhej. Kachestvo i bezopasnost': ucheb. posobie. – Novosibirsk, 2009. – 336 s.
4. Ogneva O.A. Razrabotka tehnologij fruktovo-ovoshhnyh produktov s bifidogennymi svojstvami: dis. ... kand. tenh. nauk: 05.18.01. – М., 2015. – 159 s.
5. Sovremennye aspekty proizvodstva kvasa (teorija, issledovanija, praktika) / V.S. Isaeva, T.V. Ivanova, N.M. Stepanova [i dr.]. – М.: Pishhevaja promyshlennost', 2009. – 304 s.

УДК 636.087.72:633.1

И.Ю. Клемешова, З.Н. Алексеева,
Т.В. Скиба, В.А. Реймер

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В АКТИВИРОВАННОМ ЗЕРНОВОМ СЫРЬЕ

I.Yu. Klemeshova, Z.N. Alekseeva,
T.V. Skiba, V.A. Reymer

THE DISTRIBUTION OF SOME CHEMICAL ELEMENTS IN ACTIVATED GRAIN RAW MATERIAL

Клемешова И.Ю. – канд. с.-х. наук, доц. каф. разведения, кормления и частной зоотехнии Новосибирского государственного аграрного университета, г. Новосибирск. E-mail: Klemeshova-inna@mail.ru

Алексеева З.Н. – д-р с.-х. наук, проф. каф. разведения, кормления и частной зоотехнии Новосибирского государственного аграрного университета, г. Новосибирск. E-mail: Klemeshova-inna@mail.ru

Скиба Т.В. – канд. хим. наук, инженер 1-й категории Института неорганической химии СО РАН, г. Новосибирск. E-mail: Klemeshova-inna@mail.ru

Реймер В.А. – д-р с.-х. наук, проф. каф. разведения, кормления и частной зоотехнии Новосибирского государственного аграрного университета, г. Новосибирск. E-mail: Klemeshova-inna@mail.ru

Klemeshova I.Yu. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Breeding, Feeding and Private Zootechnics, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk. E-mail: Klemeshova-inna@mail.ru

Alekseeva Z.N. – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Breeding, Feeding and Private Zootechnics, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk. E-mail: Klemeshova-inna@mail.ru

Skiba T.V. – Cand. Chem. Sci., 1-st Category Engineer, Institute of Inorganic Chemistry, SB RAS, Novosibirsk. E-mail: Klemeshova-inna@mail.ru

Reymer V.A. – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Breeding, Feeding and Private Zootechnics, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk. E-mail: Klemeshova-inna@mail.ru

Исследовали вопрос распределения минеральных элементов в зерновом сырье с высоким содержанием клетчатки. Глубокая переработка зерна в первую очередь предполагает тонкое измельчение зернового субстрата. В настоящем эксперименте зерно пшеницы, ячменя, овса и зерноотходы размалывали на мельнице и разделяли на фракции по тонине помола 200–400–600–800 мкм и свыше 800 мкм. Использовали тонкоизмельченные корма, называемые активированными: АВК – активированный высокоферментативный корм из зерноотходов; АВЯ – активированный высокоферментативный корм из ячменя; АВД – активированный высокоферментативный корм из отрубей и АВО – активи-

рованный высокоферментативный корм из овса. В полученных фракциях определяли содержание следующих макроэлементов: кальция, фосфора, магния и железа. Установлено, что в зависимости от размера кормовых частиц содержание в них макроэлементов будет различным. Распределение кальция, фосфора, магния и железа во фракциях пшеницы, овса и ячменя подчиняется одной закономерности: находясь в минимуме в тонкой фракции, их содержание увеличивается с увеличением размера частиц в диапазоне от 400 до 800 мкм. Исключение составляют зерноотходы, где в тонкой фракции отмечается максимальное содержание кальция и железа, с дальнейшим снижением во фракциях

400–800 мкм, что, вероятно, связано с многокомпонентностью состава самого зернового средства. Максимум содержания кальция отмечен в тонкой фракции зерноотходов – 1810 мкг/г и во фракции 401–600 мкм овса – 1320 мкг/г. Во всех видах сырья содержание фосфора растет с увеличением размера частиц. Лучшее соотношение кальция и фосфора 1:1,9; 1:2,1 отмечено у зерноотходов во фракциях 200 и 400 мкм.

Ключевые слова: макроэлементы, зерновое сырье, активированный корм, овес, ячмень, зерноотходы, пшеница.

The problem of mineral elements distribution in grain raw material with high fiber content was investigated. Deep processing of grain, in the first place, assumes fine grinding of grain substrate. In the experiment wheat, barley, oats and grain wastes were milled in a mill and divided into 200–400–600–800 μm and over 800 μm fineness fractions. Fine fodder, called "activated", was used: AHF – activated highly enzymatic grain wastes fodder; AHB – activated highly enzymatic barley fodder; AHBF – activated highly enzymatic bran fodder and AHO – activated highly enzymatic oats fodder. The content of the following macroelements was determined in obtained fractions: calcium, phosphorus, magnesium and iron. It was established that, depending on the size of feed particles, the content of the macroelements in them was different. The distribution of calcium, phosphorus, magnesium and iron in the fractions of wheat, oats and barley obeys the following regulation: being at the minimum in fine fraction, their content increased with increasing particle size in the range from 400 to 800 microns. The exception was the waste of grain, where the maximum content of calcium and iron was noted in fine fraction, with further decrease in the fractions of 400–800 microns, which was probably due to the multicomponent composition of grain matter. The maximum content of calcium was found in fine fraction of grain wastes equal to 1810 micrograms per gram and in the fraction 401–600 microns of oats – 1320 micrograms per gram. In all types of raw materials, the content of phosphorus increased with increasing particle size. The best ratio of calcium and phosphorus was 1: 1.9; 1–2.1 noted for the waste in the fractions of 200 and 400 microns.

Keywords: macronutrients, grain raw materials, activated fodder, oats, barley, grain waste, wheat.

Введение. Глубокая переработка зернового сырья является необходимым условием успешного развития кормопроизводства. Используемые до сих пор методы подготовки кормов к скармливанию не позволяют в полной мере задействовать в промышленном птицеводстве весь арсенал кормовых средств. В рационах кормления сельскохозяйственной птицы недостаточно используются ячмень, овес, отруби, зерноотходы, что связано с высоким содержанием в них клетчатки, не гидролизуемой ферментными системами моногастрических животных. При этом все перечисленное зерновое сырье содержит полный набор необходимых элементов питания, макро-

микроэлементов, некоторых витаминов, и вопрос заключается лишь в их доступности.

Доступность элементов питания при измельчении зерновых субстратов с высоким содержанием клетчатки до 200–600 мкм значительно увеличивается за счет увеличения площади контакта «субстрат–фермент» в желудочно-кишечном тракте моногастрических животных [1–8]. Характер же распределения минеральных элементов в кормовых частицах разного размера практически не изучен, поскольку этому вопросу не придавалось большого практического значения. Ограничивались лишь тем, что проблема минерального баланса в рационах животных решается простым введением в них неорганических солей, что не соответствует требованиям стандартов при производстве органической продукции животноводства.

Цель исследований. Решение проблемы обеспечения минерального баланса в птицеводстве особой подготовкой растительного сырья к скармливанию.

Задачи исследований: оценить фракционный состав активированного зернового сырья; выявить характер распределения макроэлементов в зависимости от размера кормовых частиц.

Материалы и методы исследований. Работа выполнялась на базе лаборатории новых кормовых средств Новосибирского государственного аграрного университета, аналитической лаборатории Института неорганической химии СО РАН.

Материалом для исследований служило зерновое сырье с высоким содержанием клетчатки: ячменя, овса, зерноотходов. Пшеница являлась эталоном сравнения. Размол проводился на пальцевой мельнице. В результате отсеивания на ситах были получены фракции с размерами частиц 200, 400, 600, 800, свыше 800 мкм.

В полученных фракциях методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-АЭС) определяли содержание кальция, фосфора, магния и железа. Предварительно пробы зернового сырья ($m_{\text{навески}} = 0,2 - 0,3$ г) подвергали кислотному разложению в смеси азотной кислоты, перекиси водорода и плавиковой кислоты в соотношении 8:2:1 при температуре 180 °С с использованием микроволновой печи MARS-5. Минерализованную пробу разбавляли в 10, 100 и 1000 раз и анализировали на спектрометре iCAP-6500 фирмы Thermo scientific (Англия).

Для испытаний использовали тонкоизмельченные корма, называемые активированными [9]: АВК – активированный высокоферментативный корм из зерноотходов, а также композиции из разных соотношений ячменя (АВЯ – активированный высокоферментативный корм из ячменя), отрубей (АВД – активированный высокоферментативный корм из отрубей) и овса (АВО – активированный высокоферментативный корм из овса).

Все полученные в работе результаты экспериментов обрабатывали с помощью методов вариационной статистики.

Результаты исследований и их обсуждение. При активировании сложного зернового сырья с высоким содержанием клетчатки следует ориентироваться на полу-

чение такой структуры зерновой биомассы, в которой суммарный объем с размером кормовых частиц от 200 до 600 мкм должен составлять около 70 %, остальная часть может быть представлена грубой фракцией 800 мкм и больше. Такое соотношение тонкой и грубой фракций в

корме соответствует оптимальному физиологическому статусу сельскохозяйственной птицы [10, 11].

Разное зерновое сырьё при измельчении одним и тем же способом измельчается по-разному. Так, при размоле на пальцевой мельнице получен следующий фракционный состав (табл. 1).

Таблица 1

Фракционный состав активированного зернового сырья, %

Зерновое сырьё	Размеры кормовых частиц, мкм			
	до 200	200–400	400–600	600–800
Пшеница	63.5±1.8	12.6±0.1	8.2±0.1	14.9±0.3
Ячмень	39.1±1.2***	30.1±0.8**	15.1±0.4***	15.7±0.7
Овес	36.3±0.8***	12.4±0.2	16.3±0.3***	35.0±0.4***
Зерноотходы	48.2±2.1***	20.3±0.2**	13.4±0.1**	18.1±1.6*

Примечание: эталоном сравнения служила пшеница.

Выход тонкой фракции (до 200 мкм) активированных ячменя и овса ниже, чем в пшенице, на 24,4 и 27,2 % соответственно. Зерноотходы размалываются лучше, чем пленчатое зерно, но по выходу тонкой фракции уступают пшенице на 15,3 %.

Известно, что из основных питательных веществ содержание протеина и жира в активированном корме

максимально в тонкой фракции, тогда как клетчатки – в грубой [11]. Характер же распределения геохимических элементов в зависимости от размера кормовых частиц ранее не изучался. Распределение макроэлементов по фракциям разной тонины помола представлено графически (рис.1).

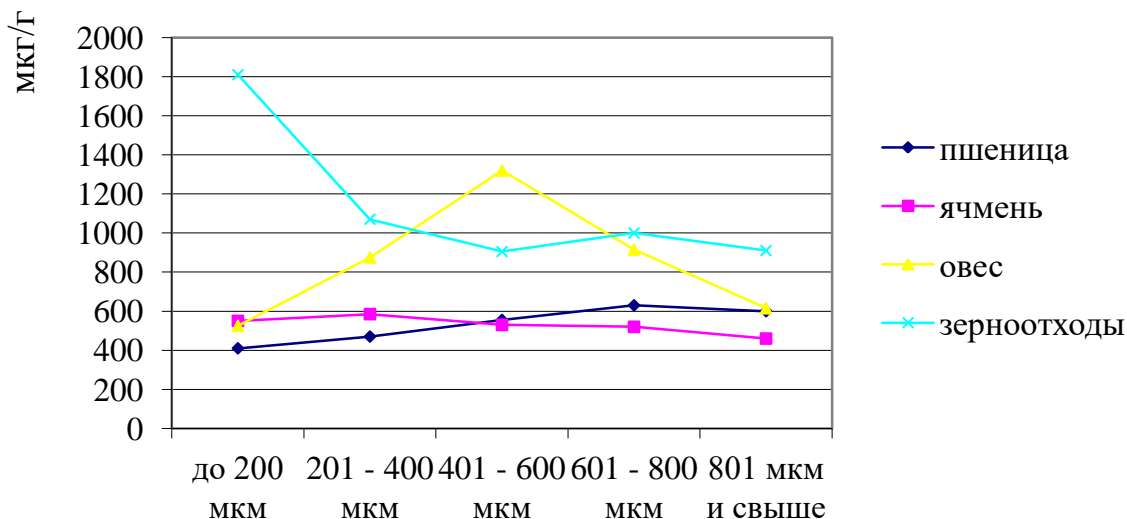


Рис. 1. Распределение кальция во фракциях зернового сырья разной тонины помола

При размоле овса, пшеницы и ячменя пик содержания кальция приходится на фракции с размером кормовых частиц в диапазоне от 400 до 800 мкм, причем в варианте с овсом максимум составляет 1320 мкг/г, тогда как в ячмене и пшенице 585 и 630 мкг/г соответственно. Распределение кальция в зерноотходах не отвечает общей

закономерности, напротив, во фракции с минимальными размерами частиц его содержание 1810 мкг/г и с укрупнением до 400, 600 мкм снижается до 1070 и 905 мкг/г соответственно, что, по-видимому, связано со сложным ботаническим составом зерноотходов [8].

Распределение фосфора представлено на рисунке 2.

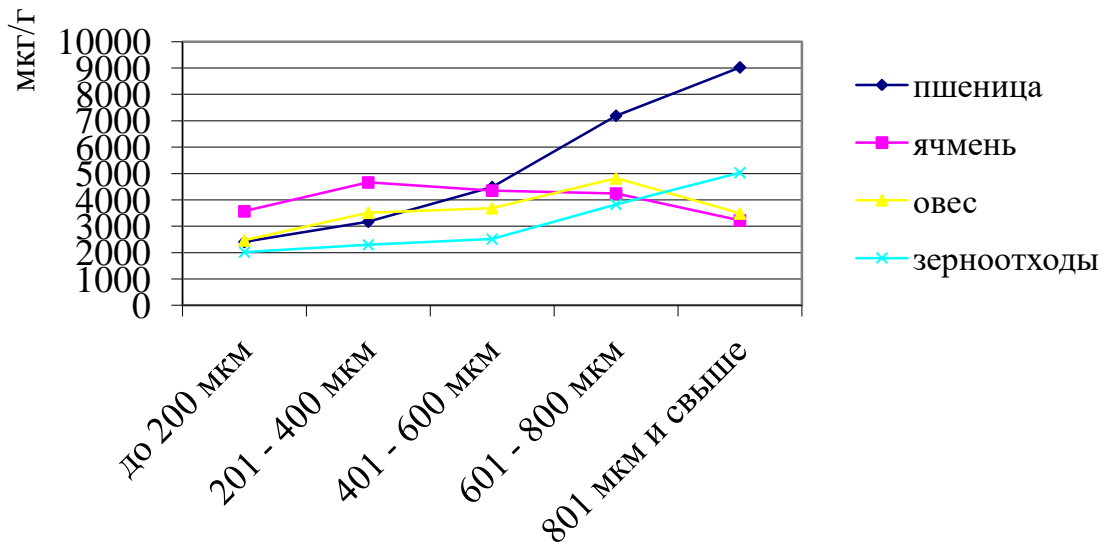


Рис. 2. Распределение фосфора во фракциях зернового сырья разной тонины помола

Во всех видах зернового сырья с увеличением размера кормовых частиц в диапазоне 200–800 мкм отмечается повышение содержания фосфора. При этом во фракции пшеницы 800 мкм его больше, чем в зерноотходах, ячмене и овсе, в 1,9;1,7;1,5 раза соответственно и составляет 9030 мкг/г.

В кормлении птицы решающее значение оказывает не абсолютное содержание в корме какого-либо элемента, а соотношение с другими сопутствующими элементами. Наиболее изученным является кальциево-фосфорное отношение. Анализ фракционного сырья по кальциево-фосфорному отношению приведен в таблице 2.

Таблица 2

Распределение кальция и фосфора в активированном зерновом сырье

Размер кормовых частиц, мкм	Соотношение Ca/P			
	Ячмень	Овес	Зерноотходы	Пшеница
200	1:6,5	1:4,7	1:1,9	1:5,9
400	1:8,0	1:4,0	1:2,1	1:6,8
600	1:8,2	1:3,6	1:2,8	1:8,1
800	1:7,0	1:5,3	1:3,8	1:11,4
Свыше 800	1:7,0	1:5,7	1:5,5	1:15,0

Согласно мнению физиологов, лучшим соотношением Ca:P в корме для абсорбции в кишечнике является соотношение 1:1,5 [12, 13]. Из таблицы следует, что из перечисленного набора зерновых средств наилучшие показатели соотношения Ca:P отмечаются во фракциях из зерноотходов. Так, при размерах частиц 200 и 400 мкм соот-

ношение составило 1:1,9; 1:2,1. При 600 мкм – 1:2,8, тогда как во всех остальных фракциях ячменя, овса и пшеницы кальциево-фосфорное отношение превышает эти показатели.

Распределение магния в зависимости от размера частиц приведено на рисунке 3.

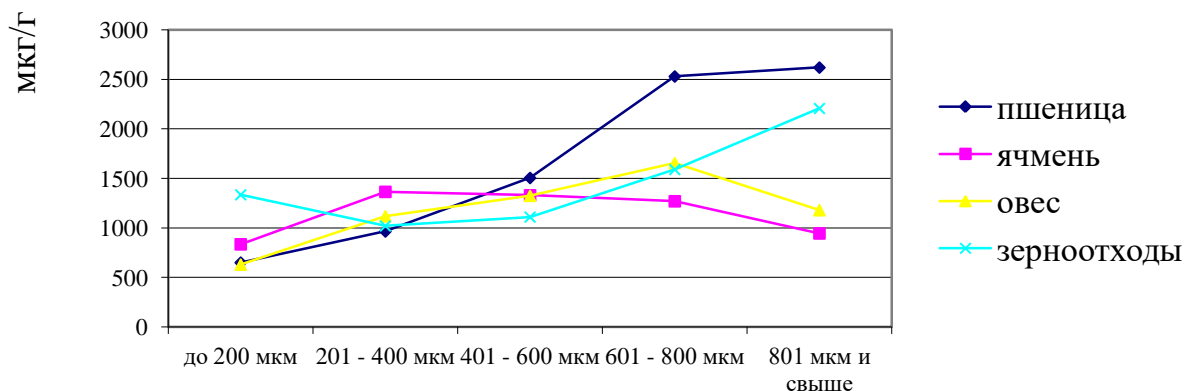


Рис. 3. Распределение магния во фракциях зернового сырья разной тонины помола

Характер распределения магния во фракциях всех видов зернового сырья одинаков: содержание его от минимума в мелкой фракции возрастает в овсе в 2,7, зерноотходах – 1,1, ячмене – 1,5, пшенице – 3,9 раза. С увеличением размера до 800 мкм во фракциях овса и ячменя отмечено резкое снижение содержания магния до уровня 1180 и 945 мкг/г соответственно, тогда как в аналогичных

фракциях зерноотходов и пшеницы наблюдается дальнейшее увеличение до 2207 и 2620 мкг/г соответственно.

Железо относится к макроэлементам, физиологическая роль его велика, особенно в раннем онтогенезе. Распределение содержания железа в разных фракциях зернового сырья отражено на рисунке 4.

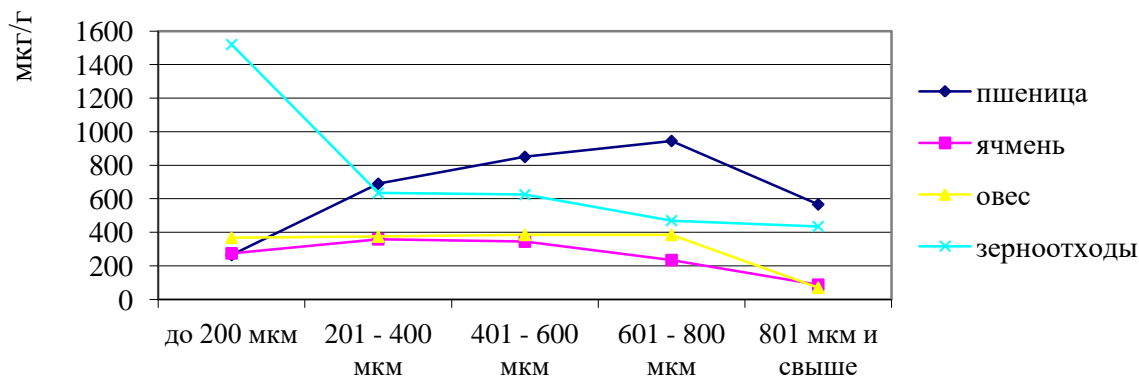


Рис. 4. Распределение железа во фракциях зернового сырья разной тонины помола

Содержание железа во фракциях ячменя, овса и пшеницы, находясь в минимуме в тонкой фракции, увеличивается с увеличением размера частиц в диапазоне 400–800 мкм. При этом обратная картина наблюдается при распределении железа по фракциям зерноотходов: максимальное содержание в тонкой фракции – 1520 мкг/г, с дальнейшим падением по увеличению размера частиц (до 435 мкг/г), что, вероятно, вызвано высоким содержанием железа в одном из компонентов зерноотходов.

Таким образом, есть основание утверждать, что в зависимости от размера кормовых частиц содержание в них макроэлементов будет различным. Несмотря на то что исходное содержание кальция, фосфора, магния и железа в разном кормовом сырье разное, присущее данному виду растения, характер распределения указанных элементов во фракциях пшеницы, овса и ячменя одинаков. Содержание их в тонкой фракции минимально и увеличивается с размерностью в диапазоне от 400 до 800 мкм. Исключение составляют зерноотходы, где содержание

кальция в тонкой фракции максимально высокое, что, по-видимому, связано с многокомпонентностью состава самого зернового средства, представляемого на 12 % щуплым зерном пшеницы, на 66 % семенами дикого проса и на 22 % смесью щирцы запрокинутой, щетинника зеленого и вьюнка полевого [8].

Выводы

1. По выходу тонкой фракции в сравнении с пшеницей лучшие показатели имеют зерноотходы – 48,2 %, тогда как овес и ячмень – 36,3 и 39,1 % соответственно.

2. Характер распределения макроэлементов кальция, фосфора, магния и железа по фракциям пшеницы, ячменя и овса одинаков: содержание их в тонкой фракции минимально, с увеличением кормовых частиц в диапазоне от 400 до 800 мкм увеличивается. Исключение составляют зерноотходы, где содержание кальция и железа макси-

мально высокое в тонкой фракции с дальнейшим снижением по мере увеличения размера кормовых частиц.

13. Таранов М.Т., Сабиров А.Х. Биохимия корма. – М.: Агропромиздат, 1987. – 222 с.

Литература

Literatura

1. Эффективность использования в птицеводстве активированных кормов / З.Н. Алексеева, В. Реймер, И. Клемешова [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2007. – № 5. – С. 51–52.
2. Активированные корма из отходов зернового производства / З.Н. Алексеева, В.А. Реймер, И.Ю. Клемешова [и др.] // Сиб. вестн. сельскохозяйственной науки. – 2007. – № 10. – С. 50–53.
3. АВК в птицеводстве / З.Н. Алексеева, В.А. Реймер, И.Ю. Клемешова [и др.] // Птицеводство. – 2007. – № 8. – С. 21.
4. New feed substance in poultry feeding / Z. Alekseeva, V. Reimer, I. Klemeshova [et al.] // Biology, Economics and Education: Proceedings of the International Scientific Conference (Junt 28–29, 2007) / Novosibirsk SAU. – Novosibirsk, 2008. – P. 3–5.
5. Замена зерна активированным кормом / З.Н. Алексеева, В.А. Реймер, И.Ю. Клемешова [и др.] // Животноводство России. – 2008. – № 10. – С. 35–36.
6. Производство активированных кормов из зерновых отходов / З.Н. Алексеева, В.А. Реймер, И.Ю. Клемешова [и др.] // Комбикорма. – 2008. – № 8. – С. 50.
7. Алексеева З.Н., Реймер В.А., Клемешова И.Ю. Переваримость активированного корма // Птицеводство. – 2009. – № 7. – С. 26.
8. Алексеева З.Н., Реймер В.А., Клемешова И.Ю. Активированные корма из отходов зернового производства / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2009. – 134 с.
9. Сивильгаев А.В., Скрябин В.А., Реймер В.А. Производство и применение активированных высокобелковых добавок из зернового сырья // Пища, экология, качество: сб. ст. II Междунар. конф. – Краснообск, 2002. – С. 21.
10. Влияние размера кормовых частиц на переваримость питательных веществ корма у сельскохозяйственной птицы / З.Н. Алексеева, В.А. Реймер, И.Ю. Клемешова [и др.] // Вестник НГАУ. – 2011. – Вып. 1. – С. 52–56.
11. Фракционная структура и питательная ценность активированных зерноотходов / З.Н. Алексеева, В.А. Реймер, И.Ю. Клемешова [и др.] // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – № 4. – С. 163–166.
12. Георгиевский В.И. Минеральное питание сельскохозяйственной птицы. – М.: Колос, 1970. – 325 с.
1. Jeftektivnost' ispol'zovanija v pticevodstve aktivirovannyh kormov / Z. Alekseeva, V. Rejmer, I. Klemeshova [i dr.] // Mezhdunarodnyj sel'skohozjajstvennyj zhurnal. – 2007. – № 5. – S. 51–52.
2. Aktivirovannye korma iz othodov zernovogo proizvodstva / Z.N. Alekseeva, V.A. Rejmer, I.Ju. Klemeshova [i dr.] // Sib. vestn. sel'skohozjajstvennoj nauki. – 2007. – № 10. – S. 50–53.
3. AVK v pticevodstve / Z.N. Alekseeva, V.A. Rejmer, I.Ju. Klemeshova [i dr.] // Pticevodstvo. – 2007. – № 8. – S. 21.
4. New feed substance in poultry feeding / Z. Alekseeva, V. Reimer, I. Klemeshova [et al.] // Biology, Economics and Education: Proceedings of the International Scientific Conference (Junt 28–29, 2007) / Novosibirsk SAU. – Novosibirsk, 2008. – P. 3–5.
5. Zamena zerna aktivirovannym kormom / Z.N. Alekseeva, V.A. Rejmer, I.Ju. Klemeshova [i dr.] // Zhivotnovodstvo Rossii. – 2008. – № 10. – S. 35–36.
6. Proizvodstvo aktivirovannyh kormov iz zernovyh othodov / Z.N. Alekseeva, V.A. Rejmer, I.Ju. Klemeshova [i dr.] // Kombikorma. – 2008. – № 8. – S. 50.
7. Alekseeva Z.N., Rejmer V.A., Klemeshova I.Ju. Perevarimost' aktivirovannogo korma // Pticevodstvo. – 2009. – № 7. – S. 26.
8. Alekseeva Z.N., Rejmer V.A., Klemeshova I.Ju. Aktivirovannye korma iz othodov zernovogo proizvodstva / Novosib. gos. agrar. un-t. – Novosibirsk, 2009. – 134 s.
9. Sivil'gaev A.V., Skrjabin V.A., Rejmer V.A. Proizvodstvo i primenenie aktivirovannyh vysokobelkovykh dobavok iz zernovogo syr'ja // Pishha, jekologija, kachestvo: sb. st. II Mezhdunar. konf. – Krasnoobsk, 2002. – S. 21.
10. Vlijanie razmera kormovyh chastic na perevarimost' pitatel'nyh veshhestv korma u sel'skohozjajstvennoj pticy / Z.N. Alekseeva, V.A. Rejmer, I.Ju. Klemeshova [i dr.] // Vestnik NGAU. – 2011. – Vyp. 1. – S. 52–56.
11. Frakcionnaja struktura i pitatel'naja cennost' aktivirovannyh zernoothodov / Z.N. Alekseeva, V.A. Rejmer, I.Ju. Klemeshova [i dr.] // Vestn. KrasGAU. – 2011. – № 4. – S. 163–166.
12. Georgievskij V.I. Mineral'noe pitanie sel'skohozjajstvennoj pticy. – M.: Kolos, 1970. – 325 s.
13. Taranov M.T., Sabirov A.H. Biohimija korma. – M.: Agropromizdat, 1987. – 222 s.