

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРЕМИКСОВ С ВЕРМИКУЛИТОВЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ

¹С.Т. ЖИЕНБАЕВА* , ¹А.М. ЕРМУКАНОВА , ²З.Б. ТЛЕУБАЕВА 

¹АО «Алматинский технологический университет», Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100

²НАО «Костанайский региональный университет» имени А. Байтурсынова, Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Байтурсынова, 47)

Электронная почта автора корреспондента: sauleturegan@mail.ru*

В достижении высокого уровня биологической полноценности кормления сельскохозяйственных птиц решающее значение имеет обогащение комбикормов комплексом биологически активных добавок - премиксами. Организация производства высококачественных премиксов является актуальным направлением в развитии отечественной комбикормовой промышленности. Одним из минеральных видов сырья, добываемым на территории Республики Казахстан, пригодным для использования в сельском хозяйстве, в производстве премиксов является вермикулит. В Казахстане имеются большие ресурсы вермикулитов. Целью исследования является определение целесообразности использования природного минерала вермикулита Кулантауского месторождения в качестве наполнителя при производстве премиксов и компонента при производстве комбикормов. Определены физико-химические показатели природного минерала вермикулита. Анализы исследования выполнялись в научно-исследовательской лаборатории по оценке качества и безопасности продовольственных продуктов Алматинского технологического университета. Проведены исследования по использованию вермикулита Кулантауского месторождения как наполнителя-разбавителя при производстве премиксов. Было установлено, что природный минерал вермикулит обладает хорошей сыпучестью, низкой влажностью, не слеживается, поэтому использование вермикулита в производстве премиксов способствует повышению сохранности биологически активных веществ. Определены оптимальное время предварительного смешивания микрокомпонентов с наполнителем-вермикулитом. С вводом вермикулита после третьей минуты смешивания коэффициент вариации составляет 6,63%. Ввод минерала вермикулита в состав премикса благоприятно влияет на процесс смешивания и однородность готовой продукции. Минерал вермикулит снижает влажность премикса, обладает хорошей сыпучестью, препятствует расслоению компонентов премикса при транспортировании. Общее время смешивания предварительных смесей премиксов сокращается до 4 минут. Изучение минерала вермикулита в составе премикса, усовершенствование технологической схемы производства премикса позволит производить отечественный премикс высокого качества.

Ключевые слова: вермикулит, премикс, наполнитель, технология, комбикорм, смешивания.

ВЕРМИКУЛИТ ТОЛТЫРҒЫШЫ НЕГІЗІНДЕ ПРЕМИКС ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ

¹С.Т. ЖИЕНБАЕВА*, ¹А.М. ЕРМУКАНОВА, ²З.Б. ТЛЕУБАЕВА

¹«Алматы технологиялық университеті» АҚ, Қазақстан, 050012, Алматы қ., Төле би көш., 100

²«А. Байтурсынов атындағы Қостанай өңірлік университеті» ҚЕАҚ, Қазақстан, 110000, Қостанай қ., Байтурсынова көш., 47)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: sauleturegan@mail.ru*

Ауылшаруашылығы құстарын биологиялық толыққұнды азықтандыруда құрама жемді биологиялық белсенді заттардың кешенін сақтаайтын – премикспен байытудың маңызы зор. Жоғары сапалы премикс өндірісін дамыту отандық құрама жем өндірісін дамытуда өзекті бағыт болып табылады. Қазақстан Республикасы территориясында өндірілетін, ауыл шаруашылығында, премикс өндірісінде қолданылып жүрген минералды шикізаттарға вермикулит жатады. Қазақстанда вермикулиттің бай қоры бар. Зерттеудің мақсаты Құлантау кен орнынан шығатын вермикулитті премикс өндірісінде толтырғыш-еріткіш ретінде және құрама жем өндірісінде құрауыш ретінде қолдануды зерттеу. Табиғи

минерал вермикулиттің физика-химиялық көрсеткіштері анықталды. Зерттеудің талдаулары Алматы технологиялық университетінің тамақ өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігін бағалау ғылыми-зерттеу зертханасында жүргізілді. Құлантау вермикулитін премикс өндірісінде толтырғыш-еріткіш ретінде қолдану туралы зерттеу нәтижесі табиғи минерал вермикулиттің ылғалдылығы төмен, сусымалдығы жоғары, жабысқақ емес қасиеттері оны премикс өндірісінде қолдануда, оның құрамындағы биологиялық белсенді заттардың жақсы сақталуын қамтамасыз ететіндігін көрсетті. Вермикулит минералын премикс құрамында қолдану араластыру процесі мен дайын өнімнің біркелкілігін жақсартты. Вермикулит-толтырғышын микроқұрауыштармен алдын-ала араластырудың оңтайлы уақыты анықталды. Премикс құрамына вермикулитті қолдануда 3 минут араластырудан кейін вариация коэффициенті 6,63% құрады. Вермикулит минералы премикстің ылғалдылығын төмендетеді, сусымалды өнім болғандықтан тасымалдау кезінде премикстің қабаттануын болдырмайды. Премикстің алдын-ала қоспасын араластыру уақыты 4 минутқа дейін қысқартылады. Премикс құрамында вермикулитті қолдану, премикс өндірісінің технологиялық сызбасын жетілдіру отандық жоғары сапалы премикс өндіруді қамтамасыз етеді.

Негізгі сөздер: вермикулит, премикс, толтырғыш, технология, құрама жем, араластыру.

THE DEVELOPMENT OF PREMIX TECHNOLOGY WITH VERMICULITE FILLER DEVELOPMENT OF PREMIX TECHNOLOGY WITH VERMICULITE FILLER

¹S.T. ZHIENBAEVA*, ¹A.M. YERMUKANOVA, ²Z.B. TLEUBAYEVA

¹АО «Almaty Technological University», Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi st., 100

²Non-profit limited company A. Baitursynov Kostanay Regional University, Kazakhstan, 110000, Kostanay, Baitursynov st., 47.)

Corresponding authtr email: sauleturgan@mail.ru*

In achieving a high level of biological usefulness of feeding poultry, the enrichment of compound feed with a complex of biologically active additives - premixes is of decisive importance. The organization of the production of high-quality premixes is an important direction in the development of the domestic feed industry. Vermiculite is one of the mineral raw materials mined on the territory of the Republic of Kazakhstan, suitable for use in agriculture, in the production of premixes. Kazakhstan has large resources of vermiculites. The aim of the study is to determine the feasibility of using the natural mineral vermiculite from the Kulantau deposit as a filler in the production of premixes and a component in the production of animal feed. The physicochemical parameters of the natural mineral vermiculite have been determined. The analyzes of the study were carried out in the research laboratory for assessing the quality and safety of food products of the Almaty Technological University. Studies have been carried out on the use of vermiculite from the Kulantau deposit as a filler-diluent in the production of premixes. It was found that the natural mineral vermiculite has good flowability, low humidity, does not cake, so the use of vermiculite in the production of premixes helps to increase the safety of biologically active substances. The optimal time for preliminary mixing of microcomponents with vermiculite filler has been determined. With the addition of vermiculite after the third minute of mixing, the coefficient of variation is 6,63%. The introduction of the vermiculite mineral into the premix has a positive effect on the mixing process and the uniformity of the finished product. The mineral vermiculite reduces the humidity of the premix, has good flowability, and prevents the separation of the premix components during transportation. The total mixing time of the premixes is reduced to 4 minutes. The study of the vermiculite mineral in the composition of the premix, the improvement of the technological scheme for the production of the premix, will allow the production of high-quality domestic premix.

Keywords: vermiculite, premix, filler, technology, compound feed, mixing.

Введение

Большое значение в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц имеют минеральные вещества и их нормированное использование для повышения продуктивности животных. Недостаток минеральных веществ в рационе наносит большой ущерб птицеводству, сдерживает рост поголовья,

снижает продуктивность, вызывает болезни и падеж, ухудшает качество продукции. Для решения данной проблемы необходимо обогащать комбикорма комплексом биологически активных добавок - премиксами. Поэтому организация производства высококачественных премиксов является актуальным

направлением в развитии отечественной комбикормовой промышленности.

Поскольку дозы ввода в комбикорм биологически активных веществ: витаминов, микроэлементов ферментов и т.д. очень малы, и непосредственное смешивание их со всем объемом корма не гарантирует равномерного распределения вводимых компонентов, широкое распространение получило производство премиксов.

В премиксах обычно используют следующие минералы - бентониты, минералы группы цеолитов, известняк [1]. Природные минералы: цеолиты, бентониты, вермикулиты и бишофиты – позитивно влияют на переваримость питательных веществ кормов и, как следствие, способствуют улучшению их конверсии, повышению продуктивности животных и птицы.

Одним из минеральных видов сырья, добываемым на территории Республики Казахстан, пригодным для использования в сельском хозяйстве является вермикулит. В Казахстане имеются достаточные ресурсы вермикулитов. На Барчинском месторождении Северо-Казахстанской области запасы вермикулита составляют 2 млн.т., на Каратасском месторождении Западно-Казахстанской области запасы составляют более 2 млн.т.

В исследованиях Сербских ученых Девич и др. [2] изучен минеральный состав импортных премиксов, с целью выявления полезных ископаемых в премиксах для производства отечественных и замещения импортных премиксов на рынке. Авторы статьи делают вывод, что корм с импортным премиксом показал хорошие результаты при выращивании птицы и скота. Минерал клиноптилолит относится к группе цеолитов. Благодаря своему составу и хорошим характеристикам цеолиты находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Их использование в сельском хозяйстве показало огромные преимущества. Выявление клиноптилолита в качестве исходного минерала в высококачественных зарубежных премиксах подтверждает необходимость более полного и комплексного использования минерально-сырьевых ресурсов в производстве комбикормов.

Добавка с клиноптилолитом способна адсорбировать повреждающие токсины, потенциально способные замедлять рост животных [3], влиять на морфологию кишечника, снижать рН

и количество патогенных бактерий, что позволяет предположить, что здоровье кишечника птицы может быть улучшено [4].

Эмам и др. [5] изучали влияния добавки цеолита (клиноптилолита) на продуктивность и состав крови цыплят-бройлеров, которым в рацион добавляли соленую колодезную воду. Цыплята употребляли соленую колодезную воду, содержащую 3 % цеолита и 6 % цеолита, соответственно. Эритроциты, гемоглобин и объем эритроцитов были увеличены у цыплят, получавших 3% цеолита по сравнению с контрольной группой.

По результатам исследований добавление 3% цеолита в питьевую воду цыплят-бройлеров может повысить продуктивность и некоторые гематобиохимические показатели цыплят-бройлеров.

Турецкие ученые Бинташ и др. [6] изучали влияние природного цеолита на усвоение кальция (Ca) и фосфора (P) цыплятами-бройлерами товарной линии Росс-308 (от 1 до 42 дней). Добавление цеолита (8 г/кг рациона) не влияло на прирост общей массы тела, потребление корма или коэффициент конверсии корма цыплят-бройлеров. Общая смертность цыплят, которых кормили цеолитом, была ниже, чем у контрольной группы. Цеолит увеличивал массу большеберцовой кости и толщину. Авторы предполагают, что положительное влияние цеолита на кальций, вероятно, связано с его сродством с кальцием и высокой способностью к ионному обмену. Благодаря способности к обмену ионов, таких как Ca и Mg, и поглощению этих ионов, использование цеолита у бройлеров увеличивает содержание кальция в крови, влияя на участие Ca в костях.

В опытах Сафиуллиной Г.Я. и др. [7] выявлено, что обогащение рационов утят-бройлеров с 7-дневного возраста вермикулитом в количестве 3,0 % от нормы сухого вещества обусловило увеличение прироста живой массы на 8,9%, сохранности поголовья на 2%. Установлено, что сорбция у вермикулита носила дозозависимый характер: чем выше была доза вермикулита, тем больше было количество сорбированных токсинов. Сохранность поголовья утят, получавших вермикулит, была 98 % против показателей контроля – 92%. У утят, получавших разные дозы вермикулита, масса тела была выше контрольных на 13,3-26,6 %, что выражалось

в дополнительном приросте массы на 213,0-420,0 г на одну птицу.

Использование сухой послеспиртовой барды и природного цеолита при производстве комбикормов может решить проблему с белковым и энергетическим сырьем, позволит значительно удовлетворить потребность животных в питательных, минеральных и биологически активных веществах, а также обеспечит сохранность поголовья, повысит продуктивность и эффективность животноводства [8].

Выращивание цыплят-бройлеров на 5% вермикулитовом рационе позволяет получить среднесуточный прирост 51 г (контрольная группа 46,6 г), при использовании вспученного вермикулита с рыбной мукой в количестве 5% от сухого вещества рациона прирост увеличивается на 9,1%. Исследователи наблюдали, что мышцы птиц, в рационе которых был вермикулит богаты микроэлементами, которые участвуют в обмене веществ [9].

Наличие макро- и микроэлементов в составе вермикулита в достаточно большом количестве отличает его от других природных минералов [10]. С вермикулитом животные получают необходимые микро- и макроэлементы, а эндо- и экзотоксины выводятся из организма, подготавливая пищеварительный тракт к лучшему усвоению эфирных веществ. Вермикулит улучшает процессы пищеварения за счет увеличения площади биохимических реакций в кишечнике и сорбции низкомолекулярных метаболитов [11].

Он также экологически безопасен, так как вермикулит не содержит примесей, которые являются канцерогенными или вредными для здоровья человека и животных. Его природное происхождение и способность пролонгировать действие комплексных препаратов микроэлементов позволяют сократить количество веществ, используемых для профилактики и лечения заболеваний животных [12].

Положительный эффект вермикулита был подробно изучен Консильер и др. [13], которые обнаружили, что средняя скорость роста свиней была выше у групп, которые получали вермикулит, по сравнению с контрольной группой.

Результаты физиологических исследований, полученных при скормливании цыплятам-бройлерам минеральной смеси, состоящей из 0,4 % известняка, 0,4 % окисленного бурого угля, 0,4 % белитового шлама, 0,4 % вермикулита, 0,3 % монокальцийфосфата,

свидетельствуют о повышении переваримости питательных веществ в рационе, использование птицей азота, что согласуется с данными ряда авторов [14].

Накопленный к настоящему времени отечественный и зарубежный опыт показывает, что наиболее высокий эффект от добавок биологически активных веществ в комбикормах можно получить при комплексном их применении в виде премиксов. При непосредственном введении малых доз микродобавок в комбикорма не достигается необходимая точность их дозирования и равномерность распределения в единице корма.

Известно, что качество премикса напрямую зависит не только от стабильности, совместимости используемых биологически активных веществ, технологии производства, но и от характера наполнителя. Наилучшим наполнителем комплексных премиксов являются отруби. Главными недостатками растительных наполнителей, безусловно, является небольшой срок хранения, плесневение, прогоркание, обязательное соблюдение условий хранения. К тому же малая объемная масса отрубных наполнителей приводит к невысокой продуктивности оборудования и нерациональному использованию транспортных средств [15]. Поэтому в состав премиксов стали вводить определенное количество наполнителей (преимущественно вещества минерального происхождения, к которым можно отнести мел, цеолиты, бентонит, известняк).

Объектом исследования служил природный минерал вермикулит Кулантауского месторождения.

Предметом исследования являются физико-технологические, химические свойства вермикулита, использование вермикулита Кулантауского месторождения в качестве наполнителя при производстве премиксов и компонента при производстве комбикормов.

Цель исследования – определить целесообразность использования вермикулита Кулантауского месторождения в качестве наполнителя при производстве премиксов и компонента при производстве комбикормов.

Для выполнения данной цели были поставлены следующие задачи:

- Изучить физико-технологические свойства наполнителей премикса;

- Оценить эффективность смешивания по содержанию марганца, эффективность процесса по коэффициенту вариации;

- Определить оптимальное время предварительного смешивания микрокомпонентов с наполнителем.

Значение работы прежде всего заключается в изучении минерала вермикулита как наполнителя премикса, а поиск новых наполнителей премиксов представляет собой важную научно-техническую проблему, решение которой имеет большое значение для комбикормовой промышленности. Высокое качество премиксов базируется на развитой сырьевой базе и использовании высокоэффективной технологии их производства, и в значительной степени зависит от используемого наполнителя.

Материалы и методы исследований

Экспериментальные исследования выполнялись в Учебно-научном Центре комбикормового производства Алматинского технологического университета. Анализы исследования выполнялись в научно-исследовательской лаборатории по оценке качества и безопасности продовольственных продуктов Алматинского технологического университета. Материал исследования – вермикулит из месторождения Кулантау, марка М-150, фракция 0,5-3,0мм.

Методы исследования:

– Влажность наполнителей премикса определяли согласно ГОСТ 13496.3 - 92, посредством высушивания навески массой 5 г в сушильном шкафу марки СЭШ - 3М при температуре 130 °С в течение 40 мин, с момента восстановления температуры 130°С. Затем определяли разность между массой навески продукта до и после высушивания.

– Объемная масса и угол естественного откоса наполнителей премикса определяли по ГОСТ-28254-89. Навеску испытуемого про-

дукта засыпали в наполнитель. Мерку с наполнителями взвешивали и устанавливали натуру.

Угол естественного откоса определяли в соответствии с градусами, нанесенными на боковую поверхность устройства. За окончательный результат испытания принимали среднее арифметическое значение результатов трех параллельных определений.

– Модуль крупности наполнителей премикса определяли согласно ГОСТ-13496.8-72, навеску с наполнителями массой 100 г просеивали через набор сит, составленный в порядке уменьшения размеров отверстий сверху вниз. Просеивание производили на расходе - анализаторе в течение 5 мин на двух-трех ситах набора. По окончании просеивания остаток на каждом из сит взвешивали отдельно на технических весах с погрешностью не более 0,1 г. За окончательный результат испытания принимали среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений.

– Определение содержания витамина А в премиксах определяли по ГОСТ 32043-2012, методом экстракции витамина А (ретинола ацетата), из премикса изопропиловым спиртом и последующем определении содержания витамина обращенно-фазной высокоэффективной жидкостной хроматографией.

– Определение содержания марганца в премиксах проводили по ГОСТ 26573.2-2014, сущность метода заключается в окислении марганца надсерноокислым аммонием и фотометрическом измерении оптической плотности полученного раствора.

Результаты и их обсуждение

Проведены исследования по использованию вермикулита Кулантауского месторождения как наполнителя-разбавителя при производстве премиксов.

В таблице 1 приведены физико-технологические свойства наполнителей, используемых при производстве премиксов.

Таблица 1 – Физико-технологические свойства наполнителей

Наполнители	Физико-технологические свойства					
	Влажность, %	Средний размер частиц, мм	Объемная масса, кг/м ³	Сыпучесть, кг/см ² ·сек	Угол естественного откоса, град	Плотность, г/см ³
Известняковая мука	7,2	0,55	1380,0	0,023	46	2,85
Цеолит	3,8	0-0,5	1482,0	0,071	41	2,94
Шунгит	0,5	0-0,5	1370,0	0,077	40	2,8
Вермикулит	2,9	0,5-0,75	240	0,079	36	1,25

Анализ результатов исследований, приведенных в таблице 1, свидетельствует о том, что вермикулит обладает хорошей сыпучестью, низкой влажностью, не слеживается, поэтому использование вермикулита в производстве премиксов способствует повышению сохранности биологически активных веществ премикса.

Технологический процесс производства премиксов с вермикулитовым наполнителем осуществляется следующим образом: первоначально приготавливается предварительная минеральная смесь с наполнителем-разбавителем (вермикулит) и солей микроэлементов; стабилизация йодида калия природным минералом-вермикулитом, подготовка витаминных смесей из микрокомпонентов и вермикулитов, основное смешивание.

Подготовка наполнителей. Кукурузная мука поступает на заводы с заданной крупностью, т.е. до 1,2 мм, если влажность кукурузной муки не превышает 10%, то муку сушат и направляют в просеивающую машину для очистки от посторонних примесей, затем в магнитную колонку для очистки от металломагнитных примесей.

Вермикулитовая кормовая добавка поступает с Кулантауского комбината с задан-

ной крупностью, т.е. размерами частиц до 0,5мм. Вермикулитовая кормовая добавка контролируется по крупности на просеивающей машине с диаметрами отверстий 1,2×1,2 мм сходовые продукты измельчаются на молотковой дробилке с диаметрами отверстий 1,2×1,2 мм и направляются на основную линию дозирования-смешивания.

Подготовка предварительных смесей солей микроэлементов (средних компонентов). По технологическому регламенту производства премиксов время смешивания предварительных минеральных смесей составляет 6 минут. Соли микроэлементов, обладающие повышенной гигроскопичностью и слеживаемостью, измельчают в валковой дробилке, затем смешивают с наполнителем (вермикулитом) в пропорции 1:1, смесь измельчают и направляют в бункера над многокомпонентными весами. Результаты по определению оптимального времени смешивания минеральной предварительной смеси с вермикулитом приведены в таблице 2. Эффективность смешивания оценивали по содержанию марганца, а оценку эффективности процесса по коэффициенту вариации.

Таблица 2 – Степень однородности предварительных смесей минеральных компонентов

Виды премиксов	Коэффициент вариации, %					
	Время смешивания, мин					
	1	2	3	4	5	6
Контрольный премикс	23,30	21,54	18,25	17,14	11,03	23,56
Опытный премикс	17,69	7,09	6,63	8,65	13,37	15,97

Из таблицы 2 следует, что с вводом вермикулита уже после третьей минуты смешивания коэффициент вариации составляет 6,63%. При 5 минутах предварительного смешивания достигается однородность контрольной предварительной смеси по коэффициенту вариации, что сокращает время предварительного смешивания минеральных

смесей на 2 минуты по сравнению с контрольным вариантом.

Определены оптимальное время предварительного смешивания микрокомпонентов с наполнителем. Степень однородности предварительных смесей микрокомпонентов оценена по содержанию витамина А и приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Степень однородности предварительных смесей микрокомпонентов

Виды премиксов	Коэффициент вариации, %					
	Время смешивания, мин					
	1	2	3	4	5	6
Контрольный премикс	25,45	17,69	15,84	10,22	18,30	31,73
Опытный премикс	18,90	5,91	8,52	10,06	15,95	21,22

Результаты исследований, которые приведены в таблице 3, свидетельствуют о сокращении времени предварительного смешивания микрокомпонентов с вермикулитовым наполнителем на 2 минуты.

Ввод вермикулита в состав премикса благоприятно влияет на процесс смешивания и однородность готовой продукции. Минерал вермикулит снижает влажность премикса, обладает хорошей сыпучестью, препятствует расслоению компонентов премикса при транспортировании. Общее время смешивания предварительных смесей премиксов сокращается до 4 минут.

Заключение, выводы

Таким образом, высокое качество премиксов базируется на развитой сырьевой базе и использовании высокоэффективной технологии их производства, и в значительной степени зависит от используемого наполнителя. В качестве наполнителей чаще всего используют сырье органического происхождения, но высокая стоимость зерна и соответственно высокая стоимость премиксов обуславливают необходимость поиска новых наполнителей, в последнее время получили распространение минеральные наполнители, поэтому поиск новых наполнителей премиксов представляет собой важную научно-техническую проблему решение которой имеет большое значение для комбикормовой промышленности.

Одним из минеральных видов сырья, добываемым на территории Республики Казахстан, пригодным для использования в сельском хозяйстве является вермикулит. В Казахстане имеются большие ресурсы вермикулитов.

Проведены исследования по использованию вермикулита Кулантауского месторождения как наполнителя-разбавителя при производстве премиксов. Установили, что природный минерал вермикулит обладает хорошей сыпучестью, низкой влажностью, не слеживается, поэтому использование вермикулита в производстве премиксов способствует повышению сохранности биологически активных веществ премикса.

Разработан технологический процесс производства премиксов с вермикулитовым наполнителем.

Определены оптимальное время предварительного смешивания микрокомпонентов с наполнителем-вермикулитом. С вводом вермикулита после третьей минуты смешивания

коэффициент вариации составляет 6,63%, что сокращает время предварительного смешивания минеральных смесей на 2 минуты по сравнению с контрольным вариантом. Ввод минерала вермикулита в состав премикса благоприятно влияет на процесс смешивания и однородность готовой продукции. Минерал вермикулит снижает влажность премикса, обладает хорошей сыпучестью, препятствует расслоению компонентов премикса при транспортировании.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что использование природного минерала вермикулита в составе премикса благоприятно влияет на процесс смешивания и однородность готовой продукции. При этом общее время смешивания предварительных смесей премиксов сокращается до 4 минут.

Изучение минерала вермикулита в составе премикса, усовершенствование технологической схемы производства премикса, позволит производить отечественный премикс высокого качества.

Апробация результатов исследований по применению вермикулита в качестве наполнителя-разбавителя проведены на заводе премиксов в ТОО «Кормовик».

Благодарность, конфликт интересов (финансирование)

Авторы одобрили статью и согласны с ее представлением в «Вестник АТУ», конфликта интересов между авторами статьи нет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Stojiljković, D., Josimov-Dunderski, J., Rajić, M. "Primena nekih mineralnih sirovina u savremenoj poljoprivredi." Letopis naučnih radova, vol. 23, no. 1 (October 2002): 86-92.
2. Dević, S., Cocić, M., Logar, M., Erić, S., Matejević, N. "Mineralogical Characterization of Premix Used in the Manufacture of Feed for Poultry and Livestock." Journal of Agricultural Science, vol. 5, no. 11 (October 2013): 110-117.
3. Oğuz, H., Kurtoğlu, V. "Effects of clinoptilolite on performance of broiler chickens during experimental aflatoxicosis." British Poultry Science, vol. 41, no. 4 (September 2000): 512-517.
4. Khambualai, O., Ruttanavut, M., Kitabatake, H., Goto, H., Erikawa, T., Yamauchi, K. "Effects dietary natural zeolite including plant extract on growth performance and intestinal histology in Aigamo ducks." British Poultry Science, vol. 50, no.1 (February 2009): 123-128.

5. Emam, K.R.S., Abdel-dayem, A.A., Abd El-Galil, K. "Effect of zeolite supplementation on productive performance and blood constituents of Broiler Chickens under drinking saline well water conditions." *Egyptian Poultry Science Journal*, vol. 39, no. 1 (March 2019): 117-132.

6. Bintaş, E., Bozkurt, M., Küçükyılmaz, K., Konak, R., Çinar, M., Akşit, H., Seyrek, K., Uğur, Ç. "Efficacy of Supplemental Natural Zeolite in Broiler Chickens Subjected to Dietary Calcium Deficiency." *Italian Journal of Animal Science*, vol. 13, no. 2 (April 2014): 275-283.

7. Сафиуллина Г.Я., Ежкова М.С., Ежкова Г.О. Влияние кормовой добавки «Вермикулит» на санитарно-гигиенические и морфологические свойства мяса и субпродуктов утят-бройлеров // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2015. – №4. – С. 198-201.

8. Чоманов У., Сарманкулов Т., Жоньсова М., Ордабаева Г. Послеспиртовая барда и природный минерал в комбикормах для молодняка КРС // Комбикорма. – 2020. – №9. – С.57-58.

9. Абдигалиева Т.Б., Сарсембаева Н.Б., Усенбаев А.И. Перспективы применения кормовой добавки на основе отечественного вермикулита в птицеводстве // Материалы международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные научные исследования» (5 ноября 2015 г., г. Екатеринбург). – Уфа: Аэтерна, 2015. – С. 261-262.

10. Wan, Y., Fan, Y., Dan, J., Hong, C., Yang, S., Yu, F. "A review of recent advances in two-dimensional natural clay vermiculite-based nanomaterials." *IOP Publishing Ltd Materials Research Express*, vol. 6, no. 10 (August 2019).

11. Bugarčić, M., Lopičić, Z., Šoštarić, T., Marinković, A., Rusmirovic, J.D., Milošević, D., Milivojević, M. "Vermiculite enriched by Fe (III) oxides as a novel adsorbent for toxic metals removal." *Journal of Environmental Chemical Engineering*, vol. 9, no. 5 (2021).

12. Сафиуллина Г.Ю., Ежков Д.В., Ежков В.О. Химический состав и калорийность говядины при включении в кормление быков наноструктурного вермикулита // Вестник Казанского технологического университета. – 2017. – №9. – С.148-151.

13. Consigliere, R., Costa, A., Meloni, D. "Investigation on the effects of vermiculite-based FAs on ammonia and nitrate emission from pig slurry and pig growth performances." *Veterinary Science Development*, no. 6 (June 2016): 65-68.

14. Tyurina, L., Tabakov, N., Lefler, T., Turitsyna, E., Volkova, A. "The effect of unconventional mineral mixtures on the nutrient digestibility of broiler chicken feed." *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, vol. 548, no. 7 (September 2020): 1-5.

15. Третьяков Г. Оборудование для выпуска труднораспучиваемых продуктов // Комбикорма. – 2000. – №4. – С.22-23.

REFERENCES

1. Stojiljković, D., Josimov-Dunđerski, J., Rajić, M. "Primena nekih mineralnih sirovina u savremenoj poljoprivredi." *Letopis naučnih radova*, vol. 23, no. 1 (October 2002): 86-92.

2. Dević, S., Cocić, M., Logar, M., Erić, S., Matejević, N. "Mineralogical Characterization of Premix Used in the Manufacture of Feed for Poultry and Livestock." *Journal of Agricultural Science*, vol. 5, no. 11 (October 2013): 110-117.

3. Oğuz, H., Kurtoglu, V. "Effects of clinoptilolite on performance of broiler chickens during experimental aflatoxicosis." *British Poultry Science*, vol. 41, no. 4 (September 2000): 512-517.

4. Khambualai, O., Ruttanavut, M., Kitabatake, H., Goto, H., Erikawa, T., Yamauchi, K. "Effects dietary natural zeolite including plant extract on growth performance and intestinal histology in Aigamo ducks." *British Poultry Science*, vol. 50, no.1 (February 2009): 123-128.

5. Emam, K.R.S., Abdel-dayem, A.A., Abd El-Galil, K. "Effect of zeolite supplementation on productive performance and blood constituents of Broiler Chickens under drinking saline well water conditions." *Egyptian Poultry Science Journal*, vol. 39, no. 1 (March 2019): 117-132.

6. Bintaş, E., Bozkurt, M., Küçükyılmaz, K., Konak, R., Çinar, M., Akşit, H., Seyrek, K., Uğur, Ç. "Efficacy of Supplemental Natural Zeolite in Broiler Chickens Subjected to Dietary Calcium Deficiency." *Italian Journal of Animal Science*, vol. 13, no. 2 (April 2014): 275-283.

7. Safiullina, G.Y., Ezhkova, M.S., Ezhkova, G.O. Vliyanie kormovoj dobavki «Vermikulit» na sanitarno-gigienicheskie i morfologicheskie svoystva myasa i subproduktov utyat-broylerov [The influence of the feed additive "Vermiculite" on the sanitary and hygienic and morphological properties of meat and offal of broiler ducklings] // Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine. N.E. Bauman. - 2015. - No. 4. – S. 198-201.

8. Chomanov, U., Sarmankulov, T., Zhonysova, M., Ordabaeva, G. Poslespirtovaya barda i prirodnyj mineral v kombikormah dlya molodnyaka KRS [Post-alcohol stillage and natural mineral in compound feed for young cattle] // Compound feed. - 2020. - No. 9. - P.57-58.

9. Abdigaliyeva, T.B., Sarsembaeva, N.B., Usenbaev, A.I. Perspektivy primeneniya kormovoj dobavki na osnove otechestvennogo vermikulita v pticevodstve [Prospects for the use of feed additives based on domestic vermiculite in poultry farming] // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Fundamental and Applied Scien-

tific Research" (November 5, 2015, Yekaterinburg). - Ufa: Aeterna, 2015. - S. 261-262.

10. Wan, Y., Fan, Y., Dan, J., Hong, C., Yang, S., Yu, F. "A review of recent advances in two-dimensional natural clay vermiculite-based nanomaterials." IOP Publishing Ltd Materials Research Express, vol. 6, no. 10 (August 2019).

11. Bugarčić, M., Lopičić, Z., Šoštarić, T., Marinković, A., Rusmirovic, J.D., Milošević, D., Milivojević, M. "Vermiculite enriched by Fe (III) oxides as a novel adsorbent for toxic metals removal." Journal of Environmental Chemical Engineering, vol. 9, no. 5 (2021).

12. Safiullina, G.Y., Ezhkov, D.V., Ezhkov, V.O. Himicheskiy sostav i kalorijnost' govyadiny pri vključenii v kormlenie bykov nanostrukturnogo vermikulita [Chemical composition and calorie content of beef when nanostructured vermiculite is included in

feeding bulls] // Bulletin of the Kazan Technological University. - 2017. - No. 9. - P.148-151.

13. Consigliere, R., Costa, A., Meloni, D. "Investigation on the effects of vermiculite-based FAs on ammonia and nitrate emission from pig slurry and pig growth performances." Veterinary Science Development, no. 6 (June 2016): 65-68.

14. Tyurina, L., Tabakov, N., Lefler, T., Turi-tsyna, E., Volkova, A. "The effect of unconventional mineral mixtures on the nutrient digestibility of broiler chicken feed." IOP Conference Series Earth and Environmental Science, vol. 548, no. 7 (September 2020): 1-5.

15. Tretyakov, G. Oborudovanie dlya vypuska trudnosypuchih produktov [Equipment for the production of difficult-to-flow products] // Compound feed. - 2000. - No. 4. - P.22-23.