

**З.М. Алданаева<sup>1,2</sup>, А.А. Агишева\*<sup>1</sup>, И.Н. Нурлыбаев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Актюбинский региональный университет им. К. Жубанова, Актюбе, Казахстан

<sup>2</sup>Коммунальное государственное учреждение «Средняя школа №19», Актюбе, Казахстан

\*Автор для корреспонденции: alma76@bk.ru

## **Предложение по созданию органического удобрения из птичьего помета методом интенсивного компостирования**

**Аннотация.** На сегодняшний день в местных птицеводческих хозяйствах сложилась практика, когда помет птицефабрик практически не перерабатывается, и это приводит к загрязнению близлежащих к территории фабрики почвы, воды и воздуха. Одна из таких птицефабрик размещается непосредственно в зоне города Актюбе вблизи жилых массивов, следствием чего является ухудшение условий жизни жителей ближайших районов города. Зловоние является постоянным спутником этих мест. Давно назрела необходимость внедрения экологически и экономически рациональных технологий. Авторы доказывают, что наиболее целесообразным выходом из создавшейся ситуации может быть разработка и внедрение технологии производства эффективных удобрений на основе птичьего помета, решающее проблему тяжелого экологического состояния зон размещения птицефабрик, с одной стороны, и проблему катастрофического снижения плодородия используемых в сельском хозяйстве почв, с другой стороны. В результате анализа существующих методик переработки птичьего помета был рассмотрен и предложен метод интенсивного компостирования помета нагнетанием воздуха для производства органического и органоминерального удобрений. Метод включает отдельные стадии, реализующие процессы сушки, обеззараживания, аэробной ферментации и гранулирования обогащенного птичьего помета.

**Ключевые слова:** отходы птицефабрик, птичий помет, интенсивное компостирование, аэробная ферментация, органические удобрения, органоминеральные удобрения.

**DOI:** <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2021-134-1-63-70>

### **Введение**

В Казахстане, где площадь обрабатываемых земель превышает 24 млн га, существует высокая потребность в удобрениях, для которых ценным органическим сырьем могут быть отходы животноводства и птицеводства. В то же время развитие промышленного птицеводства, увеличение поголовья птицы приводит к накоплению больших объемов птичьего помета, создающего угрозу загрязнения окружающей среды. Возле крупных птицефабрик особенно неблагоприятно экологическое состояние почвенного покрова, поверхностных и грунтовых вод, атмосферы, поскольку перед вывозом на поля открытые наземные помехохранилища перегружаются пометом, стоки которого сбрасываются в почву [1]. Помет выделяет ядовитые газы, содержит соли тяжелых металлов, является источником опасных инфекций, спор сорных растений, неприятного запаха. Так, одна из птицефабрик Актюбинской области «ADM Investment» размещается непосредственно в зоне города Актюбе вблизи жилых массивов (рисунок 1). Как можно видеть из рисунка 1, расстояние от помехохранилища птицефабрики до ближайшего ряда жилых домов составляет порядка 350 м и до ближайшей школы еще 800 м. Рядом с птицефабрикой есть школа, детский сад и институт. Сотни детей и студентов вынуждены дышать смрадом по дороге в свои учебные заведения. На сегодняшний день помет Актюбинской птицефабрики ежедневно вывозится на поля Алгинского района [2]. При этом систематическое

внесение помета на одни и те же поля ведет к эрозии и засолению почвы, загрязнению химическими соединениями, патогенными микроорганизмами.

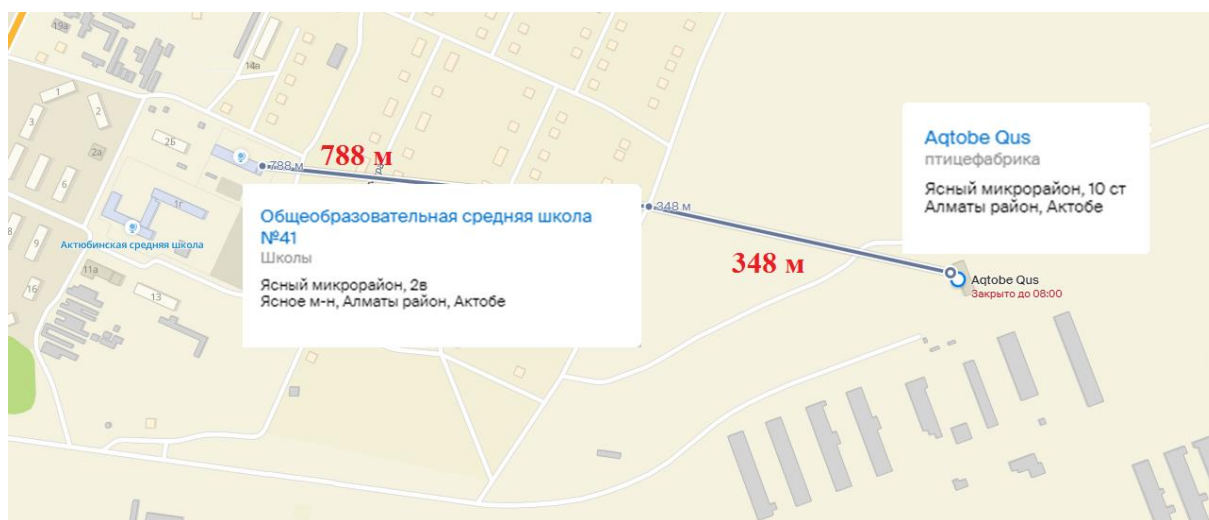


Рисунок 1. Карта г. Актобе, микрорайон Ясный

#### Актуальность исследования

Следует отметить причины, сдерживающие вовлечение птичьего помета в качестве удобрительного сырья в сельскохозяйственный оборот области и республики. В соответствии с п. 4, 5 ст. 287 ЭК РК помет относится к отходам уровня опасности в составе Зеленого или Янтарного списков, для работы с которыми требуется определенная разрешительная документация: лицензия на осуществление деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов данного класса опасности; паспорт на опасные отходы; протоколы испытаний на агрохимические показатели; доказательства отсутствия пестицидов и тяжелых металлов; подтверждающие документы на отсутствие патогенной микрофлоры. Должен быть налажен производственный контроль, ответственные лица иметь соответствующие сертификаты. Ферментация помета в течение длительного времени подразумевает наличие больших свободных площадей и нарушает экологическое состояние территорий. Все эти факторы будут неминуемо приводить к удорожанию конечной продукции.

Существуют также причины, сдерживающие разработки органических удобрений на основе птичьего помета, связанные с непостоянством химического состава птичьего помета, как исходного сырья, и высокой влажностью. Последнее условие делает нерентабельным транспортировку на дальние расстояния. Термообработка и высушивание требует дополнительных расходов на электроэнергию. Необходимы широкомасштабные агрономические испытания для создания агрономических правил применения этих удобрений в земледелии. Сегодня назрела необходимость проведения систематических экспериментов с целью разработки новых способов получения органических удобрений на основе птичьего помета с определенными почвообразующими и антипатогенными свойствами [3].

В настоящее время имеются предложения переработки птичьего помета в биогаз, электрическую энергию, топливные брикеты, кормовые добавки, при выращивании калифорнийских червей, сжиганием, в производстве удобрений более 20 наименований. Предлагаются способы производства подстилочного помета, компостов на открытых площадках, в механизированных цехах, методом биологической ферментации, с использованием вермикультуры, сухого помета, питательных и удобрительных грунтов [4].

Таким образом, в настоящее время остро стоит вопрос разработки экологически оптимальной и экономически целесообразной технологии утилизации птичьего помета.

Решение данного вопроса благоприятно скажется на разрешении ряда проблем: охраны окружающей среды, повышения ассортимента продуктов удобрительного качества, выработки биогаза и других попутных продуктов, извлечения дополнительной прибыли.

### Методы исследования

Одним из разрабатываемых способов переработки птичьего помета является компостирование - экзотермический процесс аэробной биодegradации органического субстрата сообществом микроорганизмов различных групп в условиях повышенной температуры и влажности с образованием гумифицированного продукта. Можно выделить отдельные фазы компостирования. Мезофильная, термофильная фазы и фаза структурирования длятся несколько суток и недель, фаза созревания - несколько месяцев. В мезофильной фазе температура растет до 30-45°C, среда подкисляется, образуются аммиак, сероводород, углекислый газ. Аммиак окисляется в азотистую и азотную кислоты. В процессе компостирования теряется в виде углекислого газа и воды около 40% массы органического вещества, увеличивается зольность. Интенсивность обмена термофилов выше, чем у мезофилов, поэтому в термофильной фазе температура достигает 70-80°C. Происходит обеззараживание, погибают личинки насекомых, яйца гельминтов, семена сорных растений и патогенные микроорганизмы. Ускоренно распадаются белки, жиры, углеводы типа целлюлозы и гемицеллюлозы. В фазе структурирования температура понижается, рН убывает, но остается щелочным. Восстанавливаются популяции спорообразующих бактерий и актиномицетов, затем грибов. Актиномицеты выделяют антибиотики, подавляющие гнилостные микобактерии. На стадии созревания оставшиеся растительные полимеры и продукты разложения образуют гуминовые кислоты. Темный цвет и запах почвы появляются еще до стабилизации системы.

Традиционный способ компостирования нативного помета - смешение его с углеродсодержащими наполнителями и некоторыми минералами на бетонированных площадках или в закрытых помещениях с последующим брожением и созреванием в течении нескольких месяцев. Недостаток этого метода - длительность и активность некоторых патогенных микроорганизмов.

### Результаты и обсуждение

В данной работе предлагается метод интенсивного компостирования, когда аэробная твердофазная ферментация с последующим созреванием происходит за 2-3 недели за счет нагнетания воздуха, что интенсифицирует развитие мезофильных и термофильных микроорганизмов (рисунки 2, 3). Потребность в кислороде мала в мезофильной фазе и максимальна в термофильной фазе.

Подвод тепла с начала процесса компостирования позволяет сократить менее интенсивную в плане обмена веществ микроорганизмами мезофильную фазу и перейти к более интенсивной термофильной фазе, что и приводит к резкому сокращению времени компостирования по сравнению с традиционными методами, не требующими подвода тепла. При этом высокие температуры должны быть исключены, при интенсивном компостировании рекомендуемой является температура 55°C.

Дальнейший саморазогрев системы требует контроля температуры, поскольку подвод тепла прекращается на время (5-7 дней) прохождения термофильной фазы, но последующее за этим периодом естественное снижение температуры требует своевременного возобновления подвода тепла для ускорения дальнейших процессов структурирования и созревания.

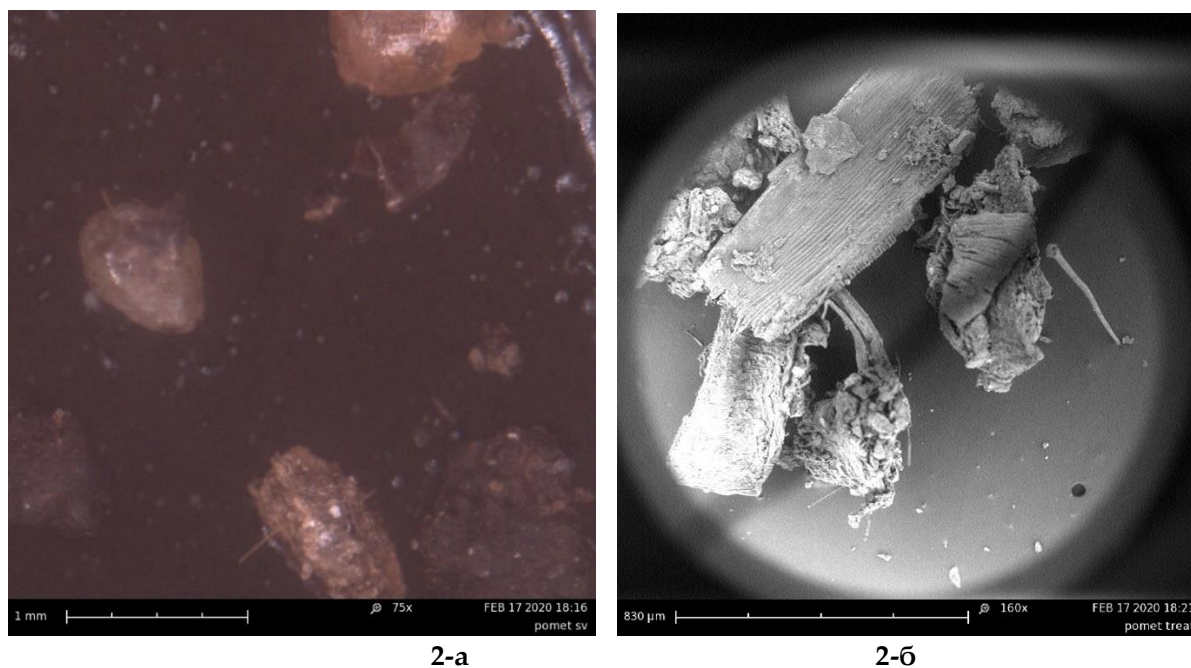


Рисунок 2. Полученные методом интенсивного компостирования частицы органического удобрения. Увеличение в 75 раз (а) и 160 раз (б)

В процессе интенсивного компостирования требуется избегать анаэробных условий, сопровождаемых гнилостным запахом [3]. В начале компостирования рН составляет 5,5-6,0. Конечное значение рН должно быть 7,5-9,0, наиболее предпочтителен диапазон рН 6,5-9,0. При повышении кислотности пометной массы до рН 6 и менее применялись добавки фосфоритной муки Шилисайского месторождения, однако, как оказалось, усиление аэрации снижает кислотность в большей степени, чем добавка фосфоритной муки. Данный удобрительный продукт затем стал добавляться к пометной массе в соотношении 1:10 при чрезмерной влажности нативного помета, таким образом, являясь основой для составления органоминерального удобрения [5].

В термофильной фазе при чрезмерном высыхании субстрата из-за саморазогрева системы возможно самопроизвольное возгорание пометной смеси, поэтому следует поддерживать оптимальный уровень влажности, кроме прочего способствующий ускорению биологического разложения. На практике соответствие уровня влажности проверяется сжатием некоторого количества пометной массы, при котором должны выделиться 1-2 капли жидкости. Для протекания интенсивного компостирования оптимальной является 50% влажность субстрата. При влажности около 25% скорость биологического окисления резко падает.

В ходе интенсивного компостирования помет сохраняет в своем составе белки, аминокислоты, витамины и прочие органические соединения, которые при высокотемпературных сушках сторают, минерализуясь. Получаемое органическое удобрение представляет собой гранулы диаметром 0,5 см с влажностью до 20%. Гранулированный продукт удобен при транспортировке, хранении и внесении в почву.

Созревший компост темного цвета без характерного запаха помета имеет сыпучую консистенцию с размерами комочков порядка 1-1,5 см, влажность менее 20%, соотношение углерод: азот = 2:3, слабощелочную/нейтральную среду, органического вещества не менее 70%, легкодоступных для растений питательных веществ не менее 40% [6].

На рисунке 3 представлены микрофотографии частиц органического удобрения, полученного методом интенсивного компостирования, являющиеся увеличенными изображениями образца, изображенного на рисунке 2- б.

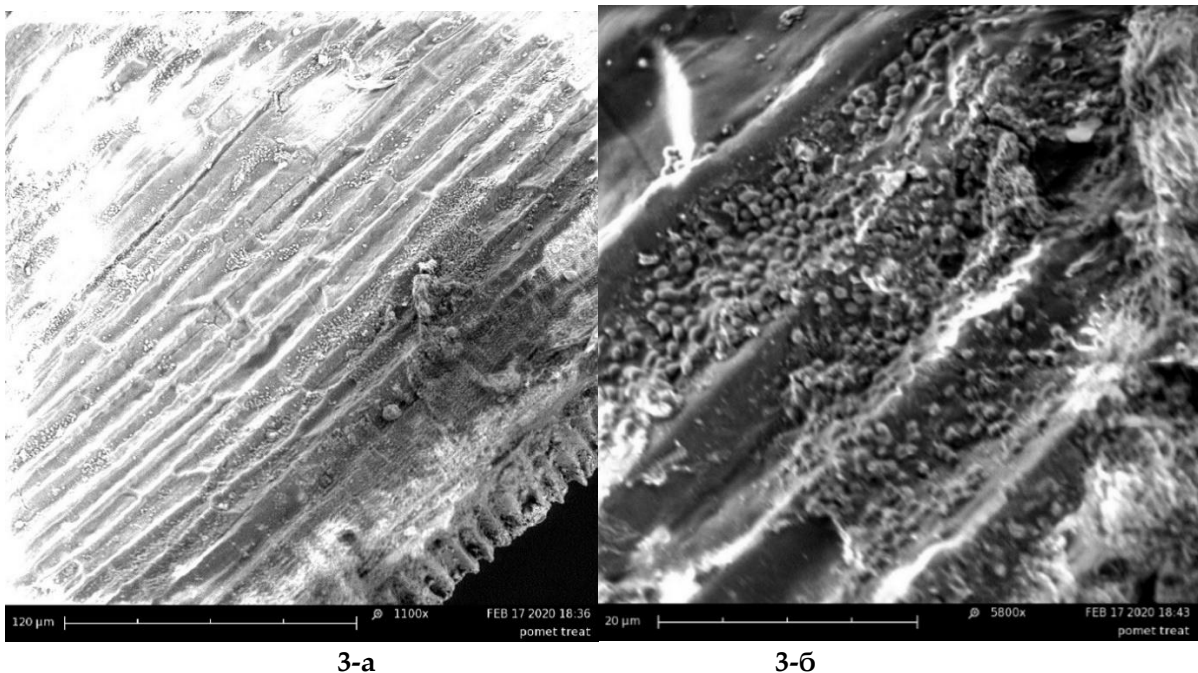


В верхней части образца (рисунок 2-б) можно видеть частицу размером около 0,8 мм, вероятно, растительного происхождения, что определяется по характерной «древесной» структуре, свойственной материалам из целлюлозы. При большем увеличении данной частицы (рисунки 3-а, 3-б) отчетливо заметны скопления термофильных бактерий. Фрагмент частицы на рисунке 3-в также «усыпан» термофильными микроорганизмами, которые не обнаруживаются на фрагменте из рисунка 3-г. Можно предположить, что одни частицы (рисунки 3-а, 3-б, 3-в) представляют собой питательную среду для термофильных микроорганизмов, тогда как другие (рисунок 3-г) являются гумифицированными частицами созревшей части компоста, более не представляющие интереса для термофилов.

Из этих и других аналогичных микрофотографий можно сделать вывод, что полученный предложенным методом компост из птичьего (куриного) помета состоит как из гумифицированных частиц созревшей части компоста, так и частиц, переработка которых в гумус будет продолжена и после внесения удобрения в почву, пролонгируя питательные качества произведенного удобрения.

### Заключение

Можно констатировать, что в местах расположения птицефабрик риск загрязнения природной среды связан с несовершенством технологий переработки птичьего помета. Обязательным условием использования птичьего помета в качестве удобрения является его обеззараживание. Низкотемпературное (50°C вместо 200°C) окисление органических веществ помета в ходе интенсивного компостирования позволяет сохранять сложные органические молекулы аминокислот и витаминов. Основными требованиями для прохождения компостирования в интенсивном режиме являются постоянный контроль температуры, вне термофильной фазы составляющий 50-55°C, а также нагнетание воздуха для ускорения процессов аэробной ферментации. Разработка технологии получения органических удобрений ведет к сокращению производства минеральных удобрений, соответственно, добычи и транспортировки полезных ископаемых, снижению техногенных влияний использования помехохранилищ на почву, водный и воздушный покров.



3-а

3-б

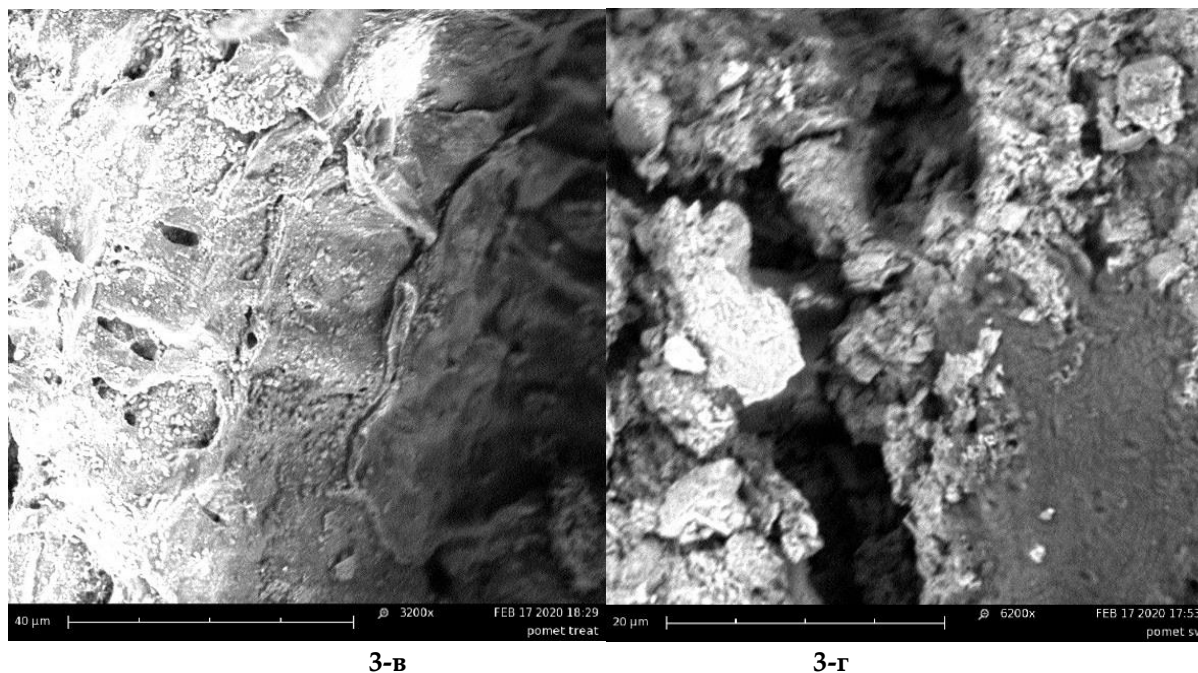


Рисунок 3. Термофильные микроорганизмы на частицах органического удобрения. Увеличение в 1100 (а), 5800 (б), 3200 (в), 6200 (г) раз

Было установлено, что в условиях, моделирующих процесс интенсивного компостирования помета, этапы сушки нативного помета с последующей аэробной ферментацией, сопровождающейся обеззараживанием и обогащением, занимают две-три недели. В настоящее время ведутся вегетационные опыты по апробации гранулированного продукта. Следует продолжить эксперименты для нахождения оптимальных условий низкотемпературного компостирования птичьего помета с целью получения обеззараженного органического удобрения, разработки технологии интенсивного компостирования в части совершенствования процессов нагнетания воздуха и поддержания оптимальной температуры системы, проведения процесса в промышленных условиях для оценки технических возможностей и экономической рентабельности.

#### Список литературы

1. Агафонов Е.В. Использование птичьего помета в земледелии Ростовской области: научно-практические рекомендации. - Персиановский: Изд-во Донского ГАУ. - 2016. - 86 с.
2. Региональный информационный бизнес-портал Актобе [Электрон. Ресурс] - 2019. - URL: <https://aktobeinfo.kz/news/aktobe/v-aktobe-ne-mogut-reshit-problemu-s-othodami-pticefabriki/> (дата обращения 02.10.2019).
3. Антоненко Д.А. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур: монография. - Краснодар: КубГАУ, 2015. - 181 с.
4. Шафеев А.Ф. Совершенствование технологии и установки для утилизации подстилочного помета птицефабрик: дис. на соиск. уч. степени канд. тех. наук. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева». - Москва. - 2016. - 230 с.

5. Мазиров М.А., Трифонова Т.А. Практикум по агроэкологии: В 3 ч. Ч.2. Агрехими. Владимир, Владим. гос. ун-т. - 2001. - 137 с.

6. Некрасова О.А. Методы анализа органического вещества почв: руководство к лабораторным занятиям. Екатеринбург, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный университет им. А.М. Горького». ИОНЦ «Экология и природопользование». - 2008. - 107 с.

**З.М. Алданаева<sup>1,2</sup>, А.А. Агишева<sup>1</sup>, И.Н. Нурлыбаев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>К. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан

<sup>2</sup>«№19 орта мектебі» коммуналдық мемлекеттік мекемесі, Ақтөбе, Қазақстан

### **Интенсивті компосттау әдісі арқылы құс қиынан органикалық тыңайтқыштар жасау ұсынысы**

**Аңдатпа.** Бүгінде құс фабрикаларының қиы іс жүзінде өңделмейді. Сондай құс фабрикасының бірі тікелей Ақтөбе қаласы аймағында, тұрғын үйлерге жақын жерде орналасқан. Бұл жағдай жақын жердегі топырақ, су және ауаның ластануына, сонымен қатар, қала тұрғындарының өмір сүру жағдайының нашарлауына алып келеді. Экологиялық және экономикалық тұрғыдан технологияларды енгізу қажет. Ең тиімді шешім - құс қиы негізінде тыңайтқыштар жасау. Бұл, бір жағынан, құс фабрикалары орналасқан аудандардың қиын экологиялық жағдайы мәселесін, екінші жағынан, ауыл шаруашылығында қолданылатын топырақ құнарлығының апаттық нашарлауы мәселесін шешеді. Байытылған құс қиын кептіру, залалсыздандыру, аэробты ашыту және түйіршіктеу процестерін жүзеге асыратын органикалық және органоминералды тыңайтқыштар алу үшін ауаға толтырып, құс қиын компостқа қарқынды аудару әдісі ұсынылған.

**Түйін сөздер:** құс фабрикасы қалдықтары, құстың қиы, қарқынды компостинг, аэробты ашыту, органикалық тыңайтқыштар, органоминералды тыңайтқыштар.

**Z.M. Aldanaeva<sup>1,2</sup>, A.A. Agisheva<sup>1</sup>, I.N. Nurlybaev<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>K.Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan

<sup>2</sup>"Secondary School No 19" Communal State Institution, Aktobe, Kazakhstan

### **Proposal for the synthesis of organic fertilizer from poultry litter by intensive composting method**

**Abstract.** The current practice on local poultry farms is that the manure from the poultry farms is hardly ever recycled, resulting in soil, water, and air pollution in the vicinity of the factory. One of such poultry farms is located directly in the zone of the Aktobe city near residential areas, which leads to pollution of soil, water, and air nearby to the territory and worsening living conditions of the city residents. The stench is a constant problem in these places. Therefore, there is urgent need for environmentally and economically sustainable technologies. The creation of effective fertilizers based on the poultry litter may be the most appropriate solution. On the one hand it would solve the problem of the difficult ecological condition of areas with poultry farms. On the other hand, it would solve the problem of a catastrophic decrease in the fertility of soils used in agriculture. As a result of the analysis of existing techniques for processing poultry manure, the authors propose a method of intensive composting of poultry litter by pumping air for the organic and organic-chemical fertilizers production.

The method implements the processes of drying, disinfection, aerobic fermentation, and granulation of enriched poultry litter.

**Keywords:** poultry farming waste, poultry litter, intensive composting, aerobic fermentation, organic fertilizers, organic-chemical fertilizers.

### References

1. Agafonov E.V. Ispolzovanie ptichyego pometa v zemledelii Rostovskoy oblasti: nauchno-prakticheskie rekomendatsii [The usage of poultry litter in agriculture of Rostov region: scientific-practice recommendations] (Don SAU, Persianovski set., 2016) [in Russian].
2. Regional'nyj informatsionnyj biznes-portal Aktobe [Regional information business portal of Aktobe] [Electronic resource]. Available at: <https://aktobeinfo.kz/news/aktobe/v-aktobe-ne-mogut-reshit-problemu-s-otnodami-pticefabriki> (Accessed 02.10.2019) [in Russian].
3. Antonenko D.A. Slozhnyy compost i ego vliyanie na svoystva pochvy i produktivnost selskohozyaystvennykh kultur: monografiya [Complex compost and its effect on soil properties and agricultural crops productivity: monograph] (KubSAU, Krasnodar, 2015, 181 p) [in Russian].
4. Shafeev A.F. Sovershenstvovaniye tehnologii i ustanovki dlya utilizatsii podstilochnogo pometa pticefabrik. [Improving the technology and installation for utilization of poultry farming bedding litter. PhD dissertation]. PhD dis. Russian State Agrarian University (Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, 2016, 230 p) [in Russian].
5. Mazirov M.A., Trifonova T.A. Praktikum po agroekologii: V 3 ch. Ch. 2. Agrohimiya [Practice manual in agronomical ecology. In 3 parts. Part 2. Agronomic chemistry.] (Vladimir State University, Vladimir, 2001, 137 p) [in Russian].
6. Nekrasova O.A. Metody analiza organicheskogo veshstva pochv. Pukovodstvo k laboratornym zanyatiyam [Methods of soil organical substance analysis. Laboratory practice manual] (Ural State University named after A.M. Gorky, Ekaterinburg, 2008, 107 p) [in Russian].

### Сведения об авторах:

*Алданаева З.М.* - магистрант 2 курса специальности химическая технология органических веществ, Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова, просп. А. Молдагуловой, 34, Актюбе, Казахстан.

*Агишева А.А.* - кандидат химических наук, доцент кафедры химии и химической технологии, Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова, просп. А. Молдагуловой, 34, Актюбе, Казахстан.

*Нурлыбаев И.Н.* - доктор технических наук, профессор кафедры химии и химической технологии, Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова, просп. А. Молдагуловой, 34, Актюбе, Казахстан.

*Aldanaeva Z.M.* - The 2<sup>nd</sup> year Master in Chemical technology of organic substances, K.Zhubanov Aktobe Regional State University, 34 A. Moldagulova avenue, Aktobe, Kazakhstan.

*Agisheva A.A.* - Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry and Chemical Technology, K.Zhubanov Aktobe Regional State University, 34 A. Moldagulova avenue, Aktobe, Kazakhstan.

*Nurlybaev I.N.* - doctor of technical sciences, Professor of the Department of Chemistry and Chemical Technology, K.Zhubanov Aktobe Regional State University 34 A. Moldagulova avenue, Aktobe, Kazakhstan.