

КОМПОСТИРОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ

Жарылқасын Н.Т.¹, Абимолданова М.Б.¹, Жолдыбаева С.М.¹, Джамалова Г.А.^{1,2}

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева, г. Алматы, РК (050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22) narka_37@mail.ru

² *ТОО «НДЦ АЕГ», г. Алматы*

Исследования по биотехнологии компостирования органических отходов были направлены на интенсификацию процесса аэробного биоразложения пищевых отходов, на изучение изменчивости активности ксенобиотиков (на примере цинка) и микробиоценоза в зависимости от температурного режима. Объектом исследования послужили органические пищевые отходы мясокомбината. Методологической и информационно-теоретической базой для исследования послужили труды зарубежных и отечественных ученых. Полученные результаты легли в основу рекомендаций по организации мероприятий по биотехнологии производства компоста. Научная новизна исследований: впервые проведены исследования по компостированию органических отходов мясокомбината. Практическая ценность заключается в изучении процессов компостирования во времени, что является важной предпосылкой для разработки мероприятий по регулированию процесса компостирования органических отходов мясокомбината. В проведенном модельном эксперименте наилучшие результаты по деградации цинка зафиксированы при термофильном режиме (опытная группа: 12,6 % против 4,0 % в контроле), а по ОМЧ можно заключить, что их активность относительно высока при термофильном режиме, о чем косвенно свидетельствует процент утилизации исследуемых ксенобиотиков. Исследования по совершенствованию технологии биокомпостирования органических отходов базировались на таких принципах, как интенсификация процесса компостирования и совершенствование системы управления процессом.

Ключевые слова: органические пищевые отходы, компост, цинк, микробиоценоз.

FOOD WASTE COMPOSTING

Jarylkassyn N.T.¹, Abimoldanova M.B.¹, Dzholdybayeva S.M.¹, Jamalova G.^{1,2}

¹ *Kazakh National Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty city, Republic of Kazakhstan, (050013, Almaty city, Satpayev street, 22) narka_37@mail.ru*

² *«LLP SDC AEG», Almaty city*

Researches on biotechnology of composting of organic waste have been directed to an intensification of process of aerobic biodegradation of food waste, to studying of variability of activity of xenobiotics (on the example of zinc) and a microbiocenosis depending on temperature condition. Organic food waste of meat-processing plant has served as an object of a research. Works of foreign and domestic scientists have formed for a research methodological and information and theoretical base. The received results have formed the basis of recommendations about organization of events on biotechnology of production of compost. Scientific novelty of researches: researches on composting of organic waste of meat-processing plant are for the first time conducted. Practical value consists in studying of processes of composting in time that is an important prerequisite for development of actions for regulation of process of composting of organic waste of meat-processing plant. In the made model experiment the best results on degradation of zinc are recorded at the thermophilic mode (skilled group: 12,6% against 4,0% in control), and on OMCh it is possible to conclude that their activity is rather high at the thermophilic mode what the percent of utilization of the studied xenobiotics indirectly testifies to. Researches on improvement of technology of biocomposting of organic waste were based on such principles as an intensification of process of composting and improvement of a control system of process.

Key words: organic food waste, compost, zinc, microbiocenosis.

Введение. Антропогенная эпоха развития всех видов производственных отходов, в том числе органических отходов пищевой промышленности на уровне производства, переработки и быта, породила множество проблем для окружающей природной среды. Ксенобиотики, имеющиеся в органических отходах, как «нарушители» биологического

круговорота веществ, воздействуя на органический мир, превозносят свои разрушительные для природного ресурса принципы.

Задача: изучение изменчивости цинка и микробиоценоза при компостировании органических пищевых отходов.

Объект исследования: пищевые органические отходы.

Компост - органическое удобрение, полученное в результате разложения органических отходов растительного или животного происхождения [4]. Цель компостирования – эффективно преобразовать органику в устойчивые и доступные для растений формы [8].

Главные параметры процесса, которые нужно контролировать, чтобы получить хороший компост, следующие [9]: влажность 40-60 %; температура – 32-60 °С; соотношение C/N – 30/1; кислород - для окисления 1 г материала требуется 1,5 (высоко окислённых отходов) – 4 (насыщенные углеводороды) г кислорода, что достигается при скорости аэрации 6-19 мгО₂/ч; активность микроорганизмов (бактерии, микромицеты, простейшие) и макроорганизмов (высшие грибы, клещи, черви, муравьи и др.).

Для постановки эксперимента, согласно ГОСТам [3, 5] необходимым условием для успешной научно-исследовательской работы является создание модельного образца отходов. По данным рисунка 19, был составлен протокол загрузки контейнера, который показан в таблице 1.

Таблица 1 – Морфологический состав модельного образца органических отходов

Протокол загрузки контейнера	Морфологический состав					
	Пищевые отходы	Навоз КРС	Навоз МРС	Солома	Биогумус	Почва
920 г, из них	200	150	150	50	250	120
100 %, из них	22	16	16	5	27	14

Как видно из таблицы 1, содержание компонентов модельного образца органических пищевых отходов (920 г) включал саму органику (550 г) и биогумус и почву (370 г). Согласно протоколу, в контейнер загружали предварительно измельченные компоненты органических пищевых отходов.

Таким образом был сформирован модельный эксперимент «Пищевые отходы производства + навоз (крупного и мелкого рогатого скота) + солома + почва + биогумус + коксуский карбонатный шунгит», который для опытной группы проходил при термофильном режиме (60°C), контрольной – в условиях комнатной температуры (23°C).

Изучение физических и органолептических свойств компостируемого субстрата по фазам показаны в таблице 2.

Из таблицы 2 видим, что при компостировании органических отходов соблюдались плановые мероприятия по поддержанию оптимальной температуры, аэрации и влажности по фазам развития. Аэрация обеспечивалась путем ворошения компостируемого субстрата через равные промежутки времени (в нашем случае, через каждый 5 дней). Для поддержания влажности через 48-72 часа после ворошения вследствие потери влажности после термофильной фазы добавляли стерильную дистиллированную воду комнатной температуры в объеме до 5 мл.

Таблица 2 – Физико-органолептические свойства компостируемого субстрата по фазам развития

Показатель		Фаза компостирования			
		лаг	мезофильная	термофильная	созревания
Управляемые процессы					
1	Продолжительность	3 дня	7 дней	5 дней	60 дней
2	t, °C	Опыт: 60 °C Контроль: 23°C	Опыт: 60 °C Контроль: 23°C	Опыт: 60 °C Контроль: 60°C	Опыт: 55 °C Контроль: 35°C
3	W, %	68-66	65-60	55-57	50-55
4	Аэрация	Ворошение компостируемого композита (раз в 5 дней), добавление стерильной дистиллированной воды для поддержания влажности после термофильной фазы			
Физико-органолептические свойства					
5	Цвет	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Темно-коричневый	Опыт: коричневый Контроль: темно-коричневый
6	Запах	тухлый запах отходов	Заметный запах тухлости	слабый неприятный запах	специфический землянистый; тухлый запах присутствует, но не значительно
7	Агрегатное состояние	измельчены до гетерогенной грубодисперсной смеси (размеры частиц менее 15	гетерогенная грубо дисперсная смесь	гетерогенная грубо дисперсная смесь	рыхлая однородная влажная масса

		мм)			
--	--	-----	--	--	--

Изучение физико-органолептических свойств компостируемого субстрата показало, что резкие преобразования мы наблюдаем в процессе созревания модельного образца компоста по цвету от темно-коричневого до темно-коричневого в контроле и коричневого в опыте, по запаху – от тухлого до специфического земляничного и по агрегатному состоянию – от грубодисперсной вследствие измельчения субстрата перед компостированием до мелко комкообразного при созревании. При сравнении с контрольной группой [1] видим, что эксперимент в опытной группе имеет схожие с контролем преобразования.

Произведенный компост был подвергнут лабораторным исследованиям. Качество производимого компоста изучалось по концентрации цинка (соединения цинка относительно мало ядовиты, однако в цинковой посуде не рекомендуется хранение пищевых продуктов) в зависимости от температурного режима компостируемого субстрата [6].

Таблица 3 – Изменчивость концентрации цинка и микробиоценоза в компостируемом субстрате «Пищевые отходы производства + навоз (крс, мрс) + солома + почва + биогумус + ККШ» до и после модельного эксперимента

Время отбора проб, час	Группа	Результаты химического анализа		Результаты микробиологического анализа по ОМЧ	
		Цинк, мг/кг	pH	$\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$, КОЕ/г	Cv, %
0	Подготовленный органический субстрат	75,5	7,6	$(3,5 \pm 0,7) \times 10^6$	20
1880	Опыт	66,0	8,12	$(7,5 \pm 0,3) \times 10^6$	37
	Контроль	72,5	8,6	$(0,5 \pm 0,05) \times 10^5$	72
ПДК [7]	Компост	200	6,5-8,5	-	-
ПДК [2]	Почва	23	-	-	-

Как видно из таблицы 3, согласно [7], содержание цинка в органических отходах, использованных для проведения модельного эксперимента не превышает ПДК, рекомендованных для компоста антропогенной природы, тогда как по отношению к ПДК, рекомендованных для почв [2], превышение составило 3,3 ПДК.

Результаты химического анализа, проведенные после эксперимента, указывают на незначительное снижение концентрации цинка, а именно на 12,6 % или 2,9 ПДК в группе опыта, а также на 4,0 % или 3,2 ПДК в группе контроля.

По водородному показателю видим, что в опытной группе после проведенного эксперимента рН не превысило требования, тогда как по контрольной группе – незначительное превышение всё же зафиксировано (на 1,2 % или 1,01 ПДК).

По результатам микробиологического анализа видим, что рост колоний на плотном питательном агаре по ОМЧ при термофильном режиме (опыт) остался без изменения по сравнению с началом эксперимента - на уровне шестого разведения, тогда как для контрольной группы наблюдалось снижение до пятого уровня разведения.

Кроме того, следует отметить, что изменчивость по обсемененности для контрольной группы относительно высоко вариабельна (72 %), тогда как для опытной группы – изменчивость находится в пределах 37 %, это свидетельствует о том, что при термофильном режиме компостируемая среда для ОМЧ более однородна, тогда как при мезофильном режиме однородность для ОМЧ по обитаемой среде теряется.

Заключение. В проведенном модельном эксперименте наилучшие результаты по деградации цинка зарегистрированы при термофильном режиме (опытная группа: 12,6 % против 4,0 % в контроле), а по ОМЧ можно заключить, что их активность относительно высока при термофильном режиме о чем косвенно свидетельствует процент утилизации исследуемых ксенобиотиков.

Литература

1. Гарабаджиу А.В., Джамалова Г.А., Джолдыбаева С.М., Свирко Е.А. Изменчивость ксенобиотической активности и микробиоценоза в компостируемом композите «твердые бытовые отходы» // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 3; URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=24633> (дата обращения: 19.02.2018).

2. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.

3. ГОСТ 15.101–98. Порядок выполнения научно–исследовательских работ. Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 13—98 от 28 мая 1998 г.).

4. ГОСТ 34103—2017. Удобрения органические Термины и определения.

5. ГОСТ Р 54530-2011 (ЕН 13432:2000) Ресурсосбережение. Упаковка. Требования, критерии и схема утилизации упаковки посредством компостирования и биологического разложения.

6. Живописцев В.П., Селезнева Е.А. / Аналитическая химия Цинка. – М.: 1975 – 7-8-10 с.

7. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. - М.: Колос, 2000. - 232 с.
8. Старостина В.Ю. Учебное пособие. «Основы компостирования и механико-биологической обработки отходов». – Иркутск: – 2009. – 47-44 с.
9. Экологическая биотехнология: Пер. с англ./Под ред. К.Ф. Форстера, Д.А. Дж. Вейза. - Л.: Химия, 1990. - 384 с.