

БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Қ.Тұрысов атындағы Геология, мұнай-газ ісі институты
Химиялық және биохимиялық инженерия кафедрасы

Елемесова Амина Муратбековна

Компост өндірісіндегі органикалық мал қалдықтарының аэробты
биodeградациясын математикалық жоспарлау және оңтайландыру

Дипломдық жұмыс

Мамандығы 5B070100 – Биотехнология

Алматы 2022

БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Қ.Тұрысов атындағы Геология, мұнай-газ ісі институты
Химиялық және биохимиялық инженерия кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Химиялық және Биохимиялық Инженерия
Кафедра меңгерушісі, Ph.D. докторы
Амито́ва А.А.

(қолы)

«27» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыс

Тақырыбы: «Компост өндірісіндегі органикалық мал қалдықтарының аэробты
биodeградациясын математикалық жоспарлау және оңтайландыру»

5B070100 – «Биотехнология» мамандығы бойынша

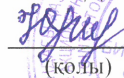
Орындаған



Елемесова А. М.

Рецензент

PhD докторы



(қолы)

Юрикова О. Ю.

«27» мамыр 2022ж.

Ғылыми жетекші

с.ғ.к., доцент



(қолы)

Джамалова Г.А.

«27» мамыр 2022ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Қ.Тұрысов атындағы Геология, мұнай-газ ісі институты

«Химиялық және биохимиялық инженерия» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Химиялық және Биохимиялық Инженерия

Кафедра меңгерушісі, PhD. докторы

Амитова А.А.

«30» мамыр 2022 ж.



ТАПСЫРМА

Дипломдық жұмысты орындауға

Білім алушы Елемесова Амина Муратбековнаға

Тақырыбы: «Компост өндірісіндегі органикалық мал қалдықтарының аэробты биодеградациясын математикалық жоспарлау және оңтайландыру»

Университет ректорының 2021 жылғы "24" желтоқсан №_489-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 10.05.2022

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: жаңа піскен және шіріген көң сынамаларын алу; олардың негізінде математикалық модельдеу бойынша есептік зерттеулер жүргізілген эксперименттік жұмыстардың нәтижелері; зертханада бөлінген микроорганизмдердің культуралдық қасиеттерін зерттеу

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны: оңтайлы режимдегі көнді аэробты биодеградациялау процесін жоспарлау үшін математикалық модельдеу әдісі қолданылды. Жаңа піскен және шіріген көңдің жалпы ластануы және олардың мәдени қасиеттері зерттелді

Графикалық материалдар тізбесі: 10 беттік презентация жасалды.

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 77 ғылыми мақалалардан, монографиялардан, нормативтік құжаттардан, оқулықтардан және т. б.

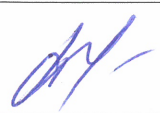
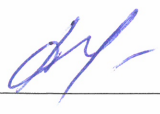
КЕСТЕСІ

Дипломдық жұмысты дайындау

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелер тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімі	Ескерту
Негізгі бөлім. Әдеби шолу	14.03.2022	Теориялық зерттеулер ғылыми әдебиеттің 77 атауын зерттеуге негізделген
Материал және зерттеу әдістемесі	21.03.2022	Зерттеулер ГОСТ Р 58487-2019; ГОСТ Р 57188-2016; ГОСТ Р 51446-99 (ИСО 7218-96); ГОСТ ISO 7218-2015 талаптарына сәйкес жүргізілді
Зерттеу нәтижелері. Қорытынды және нәтижелер	09.05.2022	Есептік зерттеулер 25.04.2022 аяқталды; эксперименттік зерттеулер 04.05.2022

Қолтаңбалар

жобаның тиісті бөлімдерін көрсете отырып, аяқталған дипломдық жобаның
кеңесшілері мен нормативті бақылаушылары

Бөлімдер атауы	Консультанттар, А.Ә.Т (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолтаңба
Негізгі бөлім	Г. А. Джамалова с.ғ.к., доцент	11.05.2022	
Нормоконтролер	Г. А. Джамалова с.ғ.к., доцент	11.05.2022	

Ғылыми жетекші




Джамалова Г.А.

Тапсырманы білім
алушы орындауға
қабылдады

Елемесова А.М.

Күні

Бұйрықтың шыққан күні
24.12.2021 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу
(наименование вида работы)

Елемесова Амина Муратбековна
(Ф.И.О. обучающегося)

5B070100 - Биотехнология
(шифр и наименование специальности)

На тему: Математическое планирование и оптимизация аэробного биоразложения органических отходов животноводства при производстве компоста

Выполнено:

- а) графическая часть на 13-19 листах
- б) пояснительная записка на 35 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Дипломная работа выполнена на основе теоретических, лабораторных и расчетных методов исследования по теме «Математическое планирование и оптимизация аэробного биоразложения органических отходов животноводства при производстве компоста» в лаборатории КазНИТУ имени К.И. Сатпаева.

В теоретической части были проведены аналитические исследования, раскрывающие вопросы по органическим отходам, аэробному биоразложению, про микроорганизмы, участвующие в аэробном разложении при производстве компоста.

В разделе расчетных исследований методом математического планирования и оптимизации аэробного биоразложения органических отходов животноводства были выявлены оптимальные физико-химические показатели для процесса компостирования. Достоверность полученных результатов были апробированы в лабораторной части исследования, где были изучены микробиологические свойства отходов животноводства, отобранные на производстве, культивированы колонии микроорганизмов на плотной питательной среде, изучены культуральные и морфологические характеристики выделенных колоний.

Замечание к работе: существенных недостатков в дипломной работе не выявлено.

Оценка работы

Работа выполнена в полном объеме, соответствует требованиям, предъявляемым к дипломным работам, заслуживает оценки «отлично», а ее автор Елемесова А.М. заслуживает присвоения академической степени «бакалавр техники и технологий».

Рецензент

PhD, старший преподаватель кафедры биотехнологии, факультета биологии и биотехнологии КазНУ

(должность, уч. степень, звание)

Юрикова О.Ю.

(подпись)

«27» мая 2022г.

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

На дипломную работу

(наименование вида работы)

Елемесова Амина Муратбековна

(Ф.И.О. обучающегося)

5B070100 - Биотехнология

(шифр и наименование специальности)

**Тема: Математическое планирование и оптимизация аэробного
биоразложения органических отходов животноводства при производстве
компоста**

Дипломная работа выполнена на основе двух видов исследований: математического планирования и оптимизации аэробного биоразложения органических отходов животноводства при производстве компоста и лабораторных микробиологических работ.

В обзоре литературы представлены теоретические данные по свойствам органических отходов, по процессам аэробного разложения и поведению микроорганизмов, участвующих в аэробном биоразложении органических отходов при производстве компоста.

В разделе расчетных исследований методом математического планирования и оптимизации выделены и изучены влияние рассматриваемых факторов на процесс аэробного разложения органических отходов животноводства в целях производства высококачественного компоста.

В разделе микробиологических лабораторных исследований были изучены общая обсемененность и культуральные свойства микроорганизмов, выделенные их органических отходов животноводства и выращенных на питательной твердой среде.

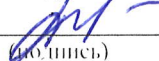
При выполнении работы Елемесова А.М. сумела изучить достаточную информацию о теоретических, расчетных и лабораторных данных, используемых при производстве компоста. Все расчетные данные хорошо проанализированы и грамотно интерпретированы в таблицах.

Выводы и данные предъявленные по расчетным данным имеют новизну и могут быть использованы на производстве. Дипломная работа отвечает предъявленным требованиям и рекомендуется к защите с оценкой «98 %».

Научный руководитель

с.ғ.к., доцент, ассоц.проф.

(должность, уч. степень, звание)


(подпись)

Джамалова Г. А.

«27» мая 2022г.

АНДАТПА

Мақсаты. Компост өндірісіндегі органикалық мал қалдықтарының аэробты биодеградациясын математикалық жоспарлау және оңтайландыру.

Міндеттері:

1 Көңді аэробты биодеградациялау процесінің оңтайлы режимін жоспарлау үшін математикалық модельдеу әдісін қолдану.

2 Зерттелетін шикізаттың (органикалық қалдық) – жаңа және шіріген көңнің жалпы микробиологиялық белсенділігін (ОМЧ, колониялардың өсу қарқыны) зерттеу.

3 Жаңа және шіріген көңнің екі үлгісінен оқшауланған микроорганизмдердің культуралдық қасиеттерін зерттеу.

Зерттеу нысаны. Мал шаруашылығының қалдықтары – жаңа және шіріген көң.

Зерттеу пәні. Көңді аэробты биодеградациялауды математикалық жоспарлау және оңтайландыру.

Алынған нәтижелер. Көңді аэробты биодеградациялау процесінің оңтайлы режимін жоспарлау үшін математикалық модельдеу әдісі қолданылды. Сынама алынып, зерттелетін шикізаттың – жаңа піскен және шіріген көңнің жалпы микробиологиялық белсенділігі зерттелді.

Дипломдық жұмыстың құрылымы. Дипломдық жұмыс компьютерлік мәтіннің 35 бетінде дайындалған және үш тараудан тұрады - әдебиетке шолу (6 бет), зерттеу материалы мен әдістемесі (1 бет), зерттеу нәтижелері (10 бет). Әдебиеттер тізімінде 77 ғылыми дереккөз бар.

АННОТАЦИЯ

Цель. Математическое планирование и оптимизация аэробной биодегradации органических отходов животноводства при производстве компоста.

Задачи:

1 Применить метод математического моделирования для планирования оптимального режима процессам аэробного биоразложения навоза.

2 Изучить общую микробиологическую активность (ОМЧ, скорость роста колоний) исследуемого сырья (органического отхода) – свежего и перепревшего навоза.

3 Изучить культуральные свойства микроорганизмов, выделенных из двух проб свежего и перепревшего навоза.

Объект исследования. Отходы животноводства – свежий и перепревший навоз.

Предмет исследования. Математическое планирование и оптимизация аэробного биоразложения навоза.

Полученные результаты. Применён метод математического моделирования для планирования оптимального режима процессам аэробного биоразложения навоза. Осуществлён отбор проб и изучена общая микробиологическая активность исследуемого сырья – свежего и перепревшего навоза.

Структура дипломной работы. Дипломная работа подготовлена на 35 страницах компьютерного текста и содержит три главы - обзор литературы (6 стр.), материал и методика исследования (1 стр.), результаты исследования (10 стр.). В списке литературы представлены 77 научных источников.

ANNOTATION

Goal. Mathematical planning and optimization of aerobic biodegradation of organic animal waste in compost production.

Tasks:

1 Apply the method of mathematical modeling to plan the optimal mode of the process of aerobic biodegradation of manure.

2 To study the general microbiological activity (PMF, colony growth rate) of the studied raw materials (organic waste) – fresh and rotted manure.

3 To study the cultural properties of microorganisms isolated from two samples of fresh and rotted manure.

The object of the study. Animal husbandry waste is fresh and rotted manure.

The subject of the study. Mathematical planning and optimization of aerobic biodegradation of manure.

The results obtained. The method of mathematical modeling is applied to plan the optimal mode of the process of aerobic biodegradation of manure. Sampling was carried out and the general microbiological activity of the studied raw materials – fresh and rotted manure - was studied.

The structure of the thesis. The thesis is prepared on 35 pages of computer text and contains three chapters - literature review (6 pages), research material and methodology (1 page), research results (10 pages). The list of references contains 77 scientific sources.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	1
1	Әлемдік экономикадағы органикалық қалдықтар, осы саладағы зерттеулер және органикалық қалдықтардың жіктелуі	2
1.1	Органикалық қалдықтар және олардың жіктелуі	2
1.2	Органикалық қалдықтардың аэробты ыдырауы	3
1.3	Органикалық қалдықтарды аэробты биодegradациялауға қатысатын микроорганизмдер	5
2	Материал және зерттеу әдістемесі	8
3	Зерттеу нәтижелері	10
3.1	Компост өндірісіндегі органикалық мал қалдықтарының аэробты биодegradациясын математикалық жоспарлау және оңтайландыру	10
3.2	Мал шаруашылығының органикалық қалдықтарынан бөлінген микроорганизмдер штаммдарының культуралдық қасиеттері	16
	Қорытынды және нәтижелер	21
	Пайдаланылған әдебиеттер	22

КІРІСПЕ

Өзектілігі. Бірқатар елдерде туу деңгейінің төмендеуіне тенденциясына карамастан, дүние жүзі халқының көбеюімен қатар жүретін әлемдік экономикалық өсу әртүрлі ластанулар көлемінің ұлғаюымен қатар жүреді. Ең күрделі экологиялық проблемалардың бірі – қалдықтар деңгейінің артуы. Жыл сайын адамзат жасап шығаратын миллиондаған тонна қоқыс қоршаған ортаға, адамның денсаулығы мен өміріне қауіп төндіреді [1]. Сонымен қатар, Дүниежүзілік банк (ДБ) есебіне сәйкес, 2050 жылға қарай қалдықтардың көлемі жылына 3 миллиард тоннадан асады деп күтілуде. Дүниежүзілік банк дүние жүзіндегі қалдықтардың тек 13,5%-ы ғана қайта өңделетінін, ал қоқыстардың 33%-ға жуығы ешқандай алдын ала жіктеусіз ашық түрде төгілетінін айтады [2]. Дүние жүзіндегі халық санының өсуі әлемдік экономиканың өсуі нәтижесінде ауыл шаруашылығы өнімдерінің, атап айтқанда, мал шаруашылығының да өсуімен қатар жүреді. Соңғы онжылдықтарда Қазақстанда ауылшаруашылық жануарлары мал басының жүйелі түрде өсуі байқалуда және соның салдарынан күрделі экологиялық проблема – органикалық қалдықтар деңгейінің артуы шиеленісуде. Сондықтан органикалық қалдықтарды, атап айтқанда, жануарлардың қалдықтарын көмуге байланысты мәселелерді шешу Қазақстан Республикасы үшін өзекті болып табылады.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – компост өндірісінде жануарлардың органикалық қалдықтарының аэробты биодеградациясын математикалық жоспарлау және оңтайландыру.

Міндеттері:

1 Көнді аэробты биодеградациялау процесінің оңтайлы режимін жоспарлау үшін математикалық модельдеу әдісін қолдану.

2 Зерттелетін шикізаттың (органикалық қалдық) – жаңа және шіріген көңнің жалпы микробиологиялық белсенділігін (ОМЧ, колониялардың өсу қарқыны) зерттеу.

3 Жаңа және шіріген көңнің екі үлгісінен оқшауланған микроорганизмдердің культуралды қасиеттерін зерттеу.

Зерттеу нысаны. Мал шаруашылығының қалдықтары – жаңа және шіріген көң.

Зерттеу пәні. Көнді аэробты биодеградациялауды математикалық жоспарлау және оңтайландыру, зерттелетін шикізаттан оқшауланған микроорганизмдердің культуралық қасиеттері.

Ғылыми және практикалық маңыздылығы. Жүргізілген зерттеулер бойынша нәтижелер "Мал шаруашылығы қалдықтарын қайта өңдеу биотехнологиясы" тақырыбы бойынша практикалық тапсырманы әзірлеу үшін негіз бола алады, өйткені жұмыс компосттауға маңызды факторларды анықтау арқылы өндірілетін компосттың сапасын жақсартуға бағытталған. Компосттау процесінің сол негізгі параметрлеріне: температура, рН, аэрация, концентрация және ылғалдылық құрамын жатқызамыз.

1 Әдеби шолу

1.1 Органикалық қалдықтар және олардың жіктелуі

Қалдықтардың жіктеуішіне сәйкес [3] мал шаруашылығы қалдықтары ауыл шаруашылығының органикалық қалдықтарына жатады. Тұтастай алғанда, органикалық қалдықтар құрамында көмірсулы (тамақ өнеркәсібінің қалдықтары), көнді (мал шаруашылығының қалдықтары), целлюлоза құрамды (астықты қайта өңдеуден қалған қалдықтар, тоқыма, целлюлоза-қағаз және ағаш дайындау салаларының қалдықтары), ағынды суларды биотазартудан қалған қалдықтар (шөгінділер) болып жіктеледі.

Қазіргі өсу қарқыны жылына 1,08% болатын әлем халқының саны 2037 жылға қарай 9 миллиардқа жетеді [4]. Халықтың өсу қарқыны ақуыздың қажеттілігін қанағаттандыру үшін мал шаруашылығына қысым жасайды. Бұл көп мөлшерде көң шығаратын мал шаруашылығының қарқынды дамуына әкеліп соқтырды, және мұндай қалдықтарды кәдеге жарату бүкіл әлемдік экологиялық проблемаға айналуға [5]. Осындай қалдықтарды жоюды азайту үшін көптеген ұлттық және халықаралық экологиялық бақылау ережелері жасалды, алайда газдың, органикалық материалдардың және басқа заттардың көп мөлшері әлі де көңнен пайда болады, бұл табиғи ресурстардың тозуының маңызды қауіп факторы болып табылады [6]. Типтік мысал ретінде ағынды сулардың топыраққа немесе суға ағуынан туындайтын жер асты немесе жер үсті суларының ластануын келтіруге болады. Жануарлардың әртүрлі қалдықтарының шығарылуы мен дұрыс пайдаланбауының зияны орасан зор. ЕО-да шамамен 1400 миллион тонна тұрмыстық қалдықтар пайда болды, олардың 600 миллион тоннасы ірі қара мен шошқаның сұйық көңі түрінде және 300 миллион тоннаға жуық ірі қара малдың қатты көңі түрінде; қалғанын басқа мал топтары шығарады, олардың көпшілігі мал жаю нәтижесінде жерге жиналуға [7].

Тиімді және инновациялық экономиканың өсуіне әкелетін айналмалы экономикаға негізделген қалаларды дамытуға бағытталған ұзақ мерзімді стратегиялық экологиялық саясатты жүзеге асыру жаңартылатын ресурстардан биоөнімдерді және басқа да материалдарды өндіруге негізделуі мүмкін [8].

Сондықтан қалдықтарды анаэробты өңдеу жануарлар қалдықтарының түзілуіне байланысты экологиялық жүктемені азайтуға және био негізіндегі өнімдерді өндіруді арттыруға септігін тигізеді [9]. Мал шаруашылығының қалдықтарын өңдеудің анаэробты түрі биоэнергияны өндіруге балама болып табылады және парниктік газдар шығарындыларын азайту үшін тиімді [10]. Көнді ұтымды пайдалана отырып, құрамынан маңызды заттарды алу және жаңа жоғары сапалы тыңайтқыштар жасау үшін қолданылатын инфрақұрылымдар мен өңдеу түрінің айтарлықтай маңызы зор. Аммиактың булануы, қоректік заттардың шаймалануы және қоздырғыш инфекциялар топыраққа көнді тікелей енгізудің негізгі кемшіліктерінің бірі болып табылады [11]. Сондықтан малдың көңін тыңайтқыш ретінде пайдалану үшін оны компостқа өңдеу керек.

1.2 Органикалық қалдықтардың аэробты ыдырауы

Ыдырау — бұл өлі жануарлардың немесе өсімдіктердің тіндерін ыдыратудың немесе бұзудың табиғи процесі. Ыдырау кезінде көмірқышқыл газы (CO_2), энергия, су, өсімдік қоректік заттары және органикалық көміртегі қосылыстары сияқты әртүрлі өнімдер шығарылады. Олар органикалық заттарды ыдырататындықтан, кез-келген артық қоректік заттар (N, P және S) өсімдіктер минералданудың өнімі ретінде қолдана алатын формаларда топыраққа шығарылады [12].

Ыдырауды екі түрге бөлуге болады:

- 1) аэробты ыдырау,
- 2) анаэробты ыдырау.

Аэробты ыдырау органикалық заттардың CO_2 , су, нитраттар мен сульфаттарға ыдырауы кезінде микроорганизмдердің электронды акцептор ретінде оттегін қолдануын қамтиды.



Аэробты ыдырау кезінде гетеротрофты микроорганизмдер макромолекулалық көміртекті органикалық ерітінділерден CO_2 және жасушалық биомассаға дейін толығымен метаболиздейді, ал анаэробты ыдырау организмдердің мутуалистік консорциумдарының көп сатылы ыдырауына әкеледі [13]. Энергияны қалпына келтірумен анаэробты ашыту қатты қалдықтар мен ағынды суларды тазартудың тартымды әдісі болып табылады [14].

Оттегін пайдаланатын тірі организмдер органикалық заттармен қоректенеді, азот, фосфор, көміртек және басқа да қоректік заттарды тұтынады, онда көміртегі тыныс алу кезінде негізгі энергия ретінде қызмет етеді және CO_2 түзеді, мұнда оның үштен екісі атмосфераға шығарылады, ал бір бөлігі азотпен бірге тірі жасушада сақталады. Процесс барысында көп мөлшерде жылу шығарылады, сонымен қатар мезофильді органикалық заттар термофильді организмдермен алмастырылатын органикалық заттардың температурасы көтеріледі [15]. Аэробты минералдану анаэробқа қарағанда екі-үш есе тез жүреді. Аэробты және анаэробты деградация арасындағы айырмашылық аэробты жағдайдағы молекулалық оттегінің функциясына байланысты [16].

Аэробты компосттаудың негізгі параметрлері температура, аэрация дәрежесі, ылғал мөлшері және перфорацияланған қоспадағы рН мәні болып табылады [17].

Температура — компосттың тиімділігін қамтамасыз ететін маңызды параметрлердің бірі. Ол ыдыраған заттардағы коваленттік байланыстың тотықсыздануының нәтижесінде пайда болатын жылу эффектісіне байланысты компосттау кезінде айтарлықтай өзгереді. Кез келген компосттау процесінің 3 негізгі температуралық кезеңдері болатыны белгілі — мезофильді, термофильді және салқындату сатысы немесе компосттың соңғы жетілуі [18].

Мезофильді фазалардың температурасы 40-тан 55°C-қа дейін өзгеруі мүмкін, көптеген зерттеушілердің пікірінше, бұл кезеңде органикалық қалдықтардың ең белсенді тотығу деградациясы жүреді [19].

Бұл температура компост жасаудың үшінші кезеңіне – органикалық қосылыстардың түпкілікті жойылуы байқалатын биологиялық ыдырайтын қоспаны салқындату кезеңіне де тән. Термофильді кезең 5-тен 25 күнге дейін немесе одан да көп уақытқа созылуы мүмкін, компосттаудың осы кезеңінде температура 70 °C және одан жоғары болуы мүмкін. Әдетте, бұл кезеңде патогенді микроорганизмдердің белсенді жойылуы және ұшпа органикалық заттардың ең көп жоғалуы орын алады [20]. Соңғы кезең бірнеше апта, тіпті айлар бойы жалғасуы мүмкін және биологиялық ыдырайтын қоспаның температурасы қоршаған орта температурасына жеткенде аяқталады [21].

Биологиялық ыдырайтын қоспаның аэрациясы температурамен тығыз байланысты. Мысалы, температураның жоғарылауымен зиянды қосылыстардың шығуы және ауаның улануы артады. Әдетте бұл жағдайда ауаның негізгі қоспасы метанол және 2-бутанол болып табылады [22].

Биологиялық ыдырайтын қоспалардың аэрациясының үш түрі бар:

- қысқыштарға, компост үйінділеріне немесе аэробты процеске арналған тиісті құрылғыларға ауаны айдау арқылы жүзеге асырылатын мәжбүрлі аэрация;

- көлденең қысқыштарды желдің бағыты бойынша арнайы орналастыру және перфорацияланған қысқыштардың ішіне өңделетін қоспаның ішіне ауаның пассивті түсуін қамтамасыз ететін перфорациясы бар арнайы құбырларды төсеу арқылы жүзеге асырылатын пассивті аэрация;

- ешқандай құрылғыларды қолданбай, бірақ желіздеуді ескере отырып, табиғи аэрациямен компост жасау әдісі [23].

Мәжбүрлі аэрация кезінде ауаны қабылдау жылдамдығы әдетте қалалық шаң мен ағынды су шөгінділерін компосттау үшін 0,20-1,33 л/мин кг құрғақ ұшқыш затты және көнді қамтитын қоспаларды өңдеу үшін 0,87-1,9 л/мин кг құрғақ ұшпа затты құрайды. Пассивті аэрация кезінде компост үйінділеріне ауаның түсу жылдамдығы шамалы және 0,04–0,08 л/мин кг құрғақ ұшқыш заттарды құрайды [24].

Пассивті аэрация мәжбүрлі немесе белсенді аэрациямен салыстырғанда процестің құнын айтарлықтай төмендетуі мүмкін. Пассивті аэрация арнайы аэрация арналарын жүзеге асыруды және ыдыраған қоспа мен ауа арасындағы температура айырмашылығына байланысты жасалған ауа ағынының жылдамдығына сәйкес есептеуді талап етеді [25].

Қоспадағы рН мәні компосттау процесінің тиімді параметрлерінің бірі болып табылады. Әдетте, аммоний түзілуіне байланысты рН мәндері аздап қышқылдан бейтарап сілтілігіе дейін өзгереді, яғни. рН 4,5–8,1 диапазонында. Әдетте, бұл мәндер компосттау процесіне қатысатын микроорганизмдердің белсенділігімен тығыз байланысты [26].

Топырақтың құнарлылығын сақтау үшін қалдықтарды қайта өңдеу процесі ауыл шаруашылығы сияқты ескі болып табылады. Өсімдіктер мен жануарлардан алынатын органикалық қалдықтар тікелей және жанама түрде дақылдардың өнімділігін арттыру үшін үлкен практикалық құнды көзі ретінде қарастырылады [27].

1.3 Органикалық қалдықтарды аэробты биодеградациялауға қатысатын микроорганизмдер

Органикалық қалдықтардың биодеградациясы – органикалық қалдықтар молекулаларының микроорганизмдермен көп сатылы әдісімен бұзылуы [28]. Биологиялық ыдырау химиялық қосылыстардың күрделілігінің биологиялық катализді азаюы түрінде анықталады. Биодеградация бұл – органикалық заттарды тірі микробты организмдер кіші қосылыстарға ыдырататын процесс [30].

Биодеградация аяқталған кезде келесі процесс "минералдану" деп аталады. Алайда, көп жағдайда "биодеградация" термині әдетте субстраттағы кез-келген биологиялық жанама өзгерісті сипаттау үшін қолданылады [31].

Микробты организмдер зат алмасу немесе ферментативті процестер арқылы заттарды түрлендіреді. Өсу процесінде органикалық ластаушы зат көміртек пен энергияның жалғыз көзі ретінде қолданылады. Кометаболизм үшін субстрат болған кезде органикалық қосылыстың метаболизмі ретінде анықталады, ол көміртегі мен энергияның негізгі көзі ретінде қолданылады [32].

Биодеградация процесіне бірнеше микроорганизмдер, соның ішінде саңырауқұлақтар, бактериялар және ашытқылар қатысады. Балдырлар мен протозоидтар туралы есептер олардың биологиялық ыдырауға қатысуы туралы сирек кездеседі [33]. Биологиялық ыдырау процестері әртүрлі, бірақ көбінесе ыдыраудың соңғы өнімі көмірқышқыл газы болып табылады [34].

Органикалық материал аэробты, оттегімен немесе анаэробты, оттегісіз ыдырай алады [35].

Биологиялық ыдырайтын материал, әдетте, өсімдіктер мен жануарлар материалы және тірі организмдерден шыққан басқа заттар немесе микроорганизмдер қолдана алатындай өсімдіктер мен жануарлар материалына ұқсас жасанды материалдар сияқты органикалық материал болып табылады. Кейбір микроорганизмдер көмірсутектерді (мысалы, мұнай), полихлорланған дифенилдерді (ПХД), полиароматикалық көмірсутектерді (ПАУ), радионуклидтерді және металдарды қоса алғанда, қосылыстардың үлкен спектрін ыдыратуға, түрлендіруге немесе жинақтауға арналған табиғи микробтық катаболикалық әртүрлілікке ие [36].

Осылайша, компосттау технологиясы қатты қалдықтарды өңдеу, топыраққа тыңайтқыш өндіру үшін кеңінен қолданылады. Процесс әртүрлі микроорганизмдердің белсенділігіне негізделген, олардың арасында саңырауқұлақтар лигноцеллюлоза материалдарының кең спектрін, өсімдік жасушаларының негізгі компонентін және ең көп жаңартылатын органикалық ресурстарды ыдырату қабілетіне байланысты маңызды рөл атқарады [37].

Мезофильді немесе термофильді жағдайда өсетін әртүрлі микроорганизмдердің (бактериялардың да, саңырауқұлақтардың да) қатысуы компосттың пайда болуының қажетті шарты болып табылады. Микроорганизмдер қауымдастығының құрамы, ең алдымен, биологиялық

ыдырауға ұшырайтын компоненттердің құрамына және олардың қоспалардағы салыстырмалы құрамына байланысты. Осыған байланысты біз белгілі бір микроорганизмдерге қатысты мысалдар келтіре отырып, компост қоспаларының құрамдас бөліктерінің сипаттамаларын береміз [38].

Aspergillus, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Myriodontium* және *Pleurotus* ұрпақтарының бес түрін *сипаттайтын* жиырма жеті штамм тұрмыстық ағынды сулардың шөгінділерінен, өсімдік қалдықтары мен саңырауқұлақтардың жеміс денелерін өңдеу арқылы алынған компостталған пальма майы қалдықтары мен компосттардан шығарылды (шірік дақтарда өседі). 33 штамм анықталып, олардың тұрмыстық ағынды сулардың тұнбаларын компосттау қабілеті тексерілді. Бұл микроорганизмдер тұнбаның ең жоғары концентрациясында биомассаның ең көп мөлшерін (құрғақ салмақ) өндіруге қабілетті болды [39].

Нәжіс таяқша тәрізді бактериялар 6500, 220 және 150 жасуша/см³-ге тең мөлшерде болады; *Salmonella spp.* үшін сәйкес мәндер 67,8, 6,48 және 6,6 жасуша/см³ болды; бактериялардың жалпы саны сәйкесінше $2,9 \times 10^7$, $2,8 \times 10^7$ және $2,5 \times 10^7$ жасуша/мл болды. Барлық жағдайларда аммонификациялаушы бактериялар, одан кейін нитрификациялаушы бактериялар басым болды. Саңырауқұлақтар мен патогенді бактериялардың саны аз болды [40].

Лиолитикалық немесе целлюлолитикалық микроорганизмдермен инкубациялау. Жетілмеген компостқа лигнолитикалық немесе целлюлолитикалық микроорганизмдерді қосу (*Trichoderma viride* немесе *Bacillus spp.*) өнімнің сапасын жақсартты және оның құраушы органикалық заттарының гумификация дәрежесін арттырды. Алынған компост топырақтың сапасын жақсартты және салаттың өнімділігін арттырды, әсіресе азотты бекітетін бактериялардың қатысуымен (*Azotobacterchroococcum*, мүмкін компостқа адсорбцияланған (осы микроорганизмдер үшін қойма ретінде әрекет етеді) [41].

Қыздыру арқылы органикалық қалдықтарды тез компосттау. Бұл әдіс ылғал мөлшері 60-75% және 3-20 мм бөлшектері бар органикалық қалдықтарды өңдеуді қамтиды. Органикалық қалдықтар процесте пайда болатын газдар үшін шығатын ферментерге орналастырылады, онда олар 40°C-тан жоғары температурада (55-60°C қолайлырақ) және 5-20% оттегімен қыздырылады, содан кейін компост кептіріледі (ашыту аяқталғаннан кейін). Бұл процесс компостаудың ұзақтығын 1,5-2 есе қысқартады және компосттың таза бағасын төмендетеді [42].

Aspergillus, *Microsporum*, *Trichophyton* саңырауқұлақтары, *Mucor*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Cladosporium* және *Curvularia* ашытқыларының ұрпақтары орман қоқысын, күріш сабанын және тұрмыстық қалдықтарды компосттау процесінде басым болды [43]. Қатты қалдықтарды компосттау процесінде кең таралған саңырауқұлақ штамдары *Aspergillus*, *Penicillium*, *Monascus* және *Trichoderma* болды [44].

Aspergillus, *Penicillium* саңырауқұлақтарының органикалық қалдықтарының кең спектрін ыдырату қабілеті биоорганикалық компосттау процесінде олардың үстемдігінің себептері болуы мүмкін [45].

Aspergillus тектес саңырауқұлақтар көптеген қоршаған орта жағдайларында өмір сүре алады және әртүрлі гидролитикалық ферменттерге ие (амилаза, протеаза, целлюлаза), сондықтан саңырауқұлақтар әртүрлі органикалық қосылыстарды, тіпті лигнин мен целлюлоза сияқты күрделі органикалық қосылыстарды ыдырата алады және компост жасау процесінде маңызды рөл атқарады [46].

Aspergillus-тен басқа, қалған үш түрдің саңырауқұлақтары компосттау процесінің жылдамдығы мен тиімділігін арттыру қабілетімен танымал. Сондай-ақ *Trichoderma* және *Penicillium* тектес саңырауқұлақтар компосттау процесінде көптеген органикалық қосылыстардың ыдырауына қатысады. Жақында *Penicillium* компосттау процесінің сапасы мен тиімділігін арттыруға қабілетті екендігі хабарланды [47].

Тағы бір зерттеуде триходерма атровириді лигнин мен целлюлозаның, ксилан қосылыстарының ыдырауы арқылы жетілген компосттағы гумин қышқылдарының құрамын жақсартты [48].

Mucor тектес саңырауқұлақтар барлық изоляттардың 50% (9/18) құрайтын үгінділер компостындағы ең басым саңырауқұлақтар болып табылады және β-глюканаза, маннаназа және протеазаның белсенділігі жоғары, сондай-ақ тұрмыстық қалдықтарда болады [49].

Саңырауқұлақтар компосттау процесінің тиімділігі мен сапасын арттырудан басқа, өсімдіктерді патогенді саңырауқұлақтардан қорғауда маңызды рөл атқарады. Айдын-Бен Абдаллах *Pythium ultimum* қоздыратын *Pythium leak* картоп ауруы компосттан алынған *Aspergillus spp.* органикалық сығындылары мен культура фильтраттары арқылы бақыланатынын хабарлады [50].

Makita, Owolewa зерттеуі *Penicillium sp.* және *Aspergillus sp.*-ның *Candida albicans* саңырауқұлақ қоздырғышын басу мүмкіндігі бар екенін көрсетті. Триходерма өсімдіктердің өсуі мен дамуын жақсартады, сондай-ақ өсімдіктерге құрғақшылық және топырақтың тұздылығы сияқты стресстік жағдайларға жауап беруге көмектеседі [51].

2 Материал және зерттеу әдістемесі

Зерттеу әдістемесі жұмыстың екі кезеңінен тұрды. Бірінші кезең мелиорациялық қасиеттері жоғары компост өндіру үшін көңді аэробты ыдырату процестерін оңтайлы режимде жоспарлау үшін математикалық модельдеу әдісін қолдануға бағытталған. Осы кезеңде біз таңдалған оңтайлы төрт фактордан есептейтін кестелер жасадық. Екінші кезең модельді зертхана жағдайында бейімдеуге және зерттелетін шикізаттың (органикалық қалдық) – жаңа және шіріген көңнің жалпы микробиологиялық ластануын зерттеуге бағытталған. Бұл мәселелерді орындау үшін жалпы қабылданған әдістеме бойынша екі сынама алынды, содан кейін олар микробиологиялық әдіспен зерттелді. Микробиологиялық әдісті қолдана отырып, біз екі сынамадан тұратын белсенді микроорганизмдердің культуралық қасиеттерін зерттедік.

Мал шаруашылығының органикалық қалдықтарының биохимиялық аэробты ыдырауының негізі кейбір көп факторлы тәуелділік болып табылады. Көп факторлы экспериментті жоспарлау зерттелетін факторлардың түпкілікті нәтижеге әсерін сипаттайтын эмпирикалық тәуелділікті табуға мүмкіндік береді, біздің жағдайда – орнату үшін берілген жағдайларда компост өндірісіндегі органикалық мал қалдықтарының аэробты биодеградациясы.

Жұмыста сызықтық емес бірнеше корреляцияға негізделген экспериментті жоспарлау әдісі қолданылады [52,53]:

$$R = \sqrt{1 - \frac{(N-1) \times \sum (Y_{\text{э}} - Y_m)^2}{(N-K-1) \times \sum (Y_{\text{э}} - Y_{\text{ср}})^2}} \quad (1) \quad t_R = \frac{R \times \sqrt{N-K-1}}{1-R^2} > 2 \quad (2)$$

мұндағы: K – бұл белсенді факторлардың саны, N – бұл сипатталған нүктелер саны, Y_m – бұл теориялық (есептелген) нәтиже, $Y_{\text{ср}}$ – бұл орташа тәжірибелік, $Y_{\text{э}}$ – бұл тәжірибелік нәтиже.

Нақтылық шарт бойынша анықталады:

Жуықтау функциясын таңдаудың көптеген әдістері ең кіші квадраттар әдісіне негізделген.

Түзу теңдеуіне қатысты:

$$Y = a + b \times X. \quad (3) \quad b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}, \quad a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n} \quad (4)$$

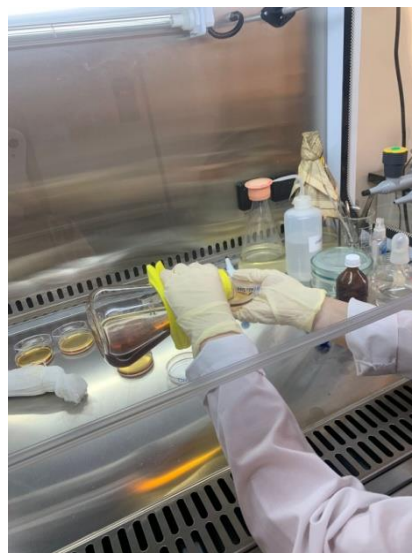
Алынған нәтижелер негізінде жартылай функциялардың маңыздылығын анықтағаннан кейін жалпыланған теңдеу алынады $Y_{об}$:

$$Y_{об} = \frac{Y_1 \times Y_2 \times \dots \times Y_n}{Y_{ср}^{n-1}} \quad (5)$$

мұндағы: $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n$ – бұл жеке функциялар, $Y_{ср}$ – жалпыланған функцияның барлық қарастырылған мәндерінің жалпы орташа мәні нақты функциялар санынан бір дәрежеге аз.



а)



б)

2.1 сурет. Эксперимент жасау барысы

Барлық зерттеу жұмыстары нормативті құжаттарда жазылған әдістемелерге сүйене отырып жасалынды. Зертханалық жағдайда зерттелетін шикізаттың (органикалық қалдық), яғни жаңа шыққан және шіріген көңнің жалпы микробиологиялық қасиеттерін, өсуін қарастыру үшін үздікті өсіру, қатты қоректік орталарға егу әдістері, культивирлеу әдістері, өсіп шыққан колонияларды сандық өлшеу, қатты қоректік орталарда өскен колониялардың культуралық қасиеттерін зерттеу сияқты әдістер қолданылды (2.1 сурет, 2.1 кесте).

2.1 кесте – Зерттеу әдістері

№	Әдістеме	Нормативті құжаттар
1	Органикалық тыңайтқыштар. Сынамаларды таңдау әдістері	ГОСТ Р 58487-2019
2	Физикалық процестерді сандық моделдеу. Терминдер мен анықтамалар	ГОСТ Р 57188-2016
3	Микробиология. Азықтық өнімдер. Микробиологиялық зерттеулердің жалпы ережелері	ГОСТ Р 51446-99 (ИСО 7218-96)
4	Азықтық өнімдер мен жануарларға арналған жем өнімдерінің микробиологиясы. Микробиологиялық зерттеулерге қойылатын арнайы талаптар мен әдістемелер	ГОСТ ISO 7218-2015

3. Зерттеу нәтижелері

3.1 Компост өндірісіндегі органикалық мал қалдықтарының аэробты биодеградациясын математикалық жоспарлау және оңтайландыру

Компосттау процесін компост алу үшін оттегінің қатысуымен және бақыланатын жағдайларда микро- және макроорганизмдермен іріктеп жиналған биологиялық қалдықтардың автотермиялық және термофильді биологиялық ыдырауы ретінде анықтауға болады. Компостты тұрақты, сенімді гигиеналық, қарашірікке ұқсас, органикалық заттарға бай және іріктеп жиналған биологиялық қалдықтардың микробиологиялық трансформациясы кезінде алынған жағымсыз иістерді шығармайтын материал ретінде қарастыруға болады [54].

Әдетте биологиялық ыдырайтын қалдықтарды аэробты өңдеудің екі технологиясы белгіленеді, атап айтқанда ашық технология – ашық кеңістіктегі призмаларда компост өндіру және жабық технология – биореакторларда компост жасау (алдын-ала компост жасау және призмаларда компосттың жетілуі). Біріншісі процесті табиғи жағдайда, атмосфералық әсерлерден орашаланбаған призмада жүргізуді қамтиды. Соңғысы жасанды жағдайда — компосттау процесі бақыланатын түрде жүзеге асырылуы мүмкін жабық жерлерде (қораптарда, туннельдерде, контейнерлерде немесе залдарда) жүзеге асырылады [55].

Компосттау процесінің барысы және алынған өнімнің-компосттың сапасы көптеген факторларға, мысалы: компост шикізатының сапасы, атап айтқанда C/N қатынасына, макроэлементтер мен ауыр металдардың құрамына, pH, шикізаттың бөлінуіне, ылғалдылыққа, оттегінің қол жетімділігіне және т.б факторларға байланысты болады [56].

Микроорганизмдер метаболизмге және қоректік заттарға (мысалы, N, P, K) энергия алу үшін органикалық қосылыстарды ыдыратады. C және N ең маңызды болып табылады: көміртек энергия көзі ретінде қолданылады, ал азот жасуша құрылымын құру үшін қолданылады [57].

Компосттау үшін оңтайлы болып саналатын мән 25-30:1 C/N қатынасы болып табылады, дегенмен жақсы компосттау тиімділігі 20-40:1 бастапқы C/N қатынасында алуға болады. [58].

Ылғалдылық, компосттау процесінде маңызды параметр болып табылады. Бұл оттегінің сіңу жылдамдығына, микроорганизмдердің белсенділігіне және процестің температурасына әсер етеді [59].

Тиімді компост жасау үшін оңтайлы ылғалдылық 50-60% аралығында болуы керек. Ылғалдылық 30%-дан төмен болған кезде бактериялық белсенділік шектеулі, ал 65%-дан жоғары композиттің кеуектілігі төмендейді, бұл анаэробты жағдайларға және иіс шығаруға әкеледі [60]. pH компост жасау процесінде маңызды параметр болып табылады, өйткені ол компост жасау кезінде микроорганизмдердің белсенділігіне әсер етеді [61].

Биомассаның ыдырауының оңтайлы мәні 6,0–8,0 диапазонында. Төмен pH әдетте тағам қалдықтарын компосттау кезінде маңызды мәселе болып табылады.

Бұл микробиологиялық белсенділікті шектеуге, биомассаның ыдырауын бәсеңдетуге ықпал етеді. Төмен рН деңгейі тұрмыстық қалдықтарды компосттау процесінің бастапқы кезеңінде температураның жоғарылауына да теріс әсер етеді [62].

Компосттау – бұл O_2 пайдаланатын және H_2O және CO_2 газдарын бөлетін аэробты процесс. Сондықтан аэрация компосттың сапасына және компосттау процесіндегі микроорганизмдердің белсенділігіне әсер ететін маңызды фактор болып табылады. Аэрация сонымен қатар органикалық қалдықтардың термофильді ыдырауы жағдайында компост температурасын сақтауға көмектеседі [63]. Оттегінің мөлшері бөлшектердің мөлшері мен формасына, сондай-ақ компост материалының ылғалдылығына әсер ететін композициялық призманың кеуектілігіне байланысты [64].

Приздадағы CO_2 концентрациясы процестің дұрыс жүруі үшін қажетті деңгейде оттегі концентрациясын ұстап тұруды қамтамасыз ету үшін 15%-дан аспауы керек, яғни ыдырау сатысында 15-20% және жетілу сатысында 5-10% [65].

Компосттау кезінде органикалық қосылыстардың түрленуінің екі негізгі түрі жүреді, атап айтқанда минералдану және гумификация. Қолайлы жағдайларда компосттау процесі микроорганизмдердің әртүрлі топтарын қамтитын бірнеше фазалардан өтеді. Белсенді ыдырау кезеңінде қарқынды көбейетін микроорганизмдер арқылы оттегімен оңай қаныққан органикалық қосылыстардың тез ыдырауы байқалады [66].

Белсенді ыдырау кезеңінде қарқынды көбейетін микроорганизмдер арқылы оттегімен оңай қаныққан органикалық қосылыстардың тез ыдырауы байқалады. Бұл фаза призманың температурасының қоршаған орта температурасынан 25-45°C мезофильді температуралар арқылы термофильді температураға (55°C жоғары) дейін біртіндеп жоғарылауымен сипатталады. Термофильді температуралар қолайлы, өйткені олар қоздырғыштарды, арамшөптердің тұқымдарын немесе жәндіктердің личинкаларын бейтараптандыру арқылы компостталған материалдардың гигиенасын қамтамасыз етеді. [67].

Бұл кезеңдердің дұрыс өтуі соңғы өнімнің, яғни компосттың сапасын анықтайды. Компосттың сапасын бағалаудың маңызды параметрлері оның компосттау процесінің аяқталу дәрежесі ретінде анықталатын, компостталатын материалдың ылғалдану дәрежесіне және тұрақтылыққа, яғни жинақталған материалдың одан әрі тез ыдырауға төзімділігіне байланысты анықталады [68].

Компосттың жетілуі әртүрлі физика-химиялық және биологиялық параметрлердің мәні негізінде анықталады, мысалы: C/N қатынасы, ылғалдылық, рН, нитрификация индексі — NH_4/NO_3 (NI), электролиттік өткізгіштік, жалпы органикалық көміртегі (TOC), гумификация индексі (HI), фитотоксикалық тесттер (PT), өсіру индексі (GI) және т. б [69].

Қоршаған орта мен адам мен жануарлардың денсаулығы үшін қауіпсіздікті қамтамасыз ету қажеттілігіне байланысты, органикалық қалдықтарды компосттау арқылы өңдеудің маңызды аспектісі, басқалармен қатар құрамында ауыр металдардың (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) және *Salmonella* sp., *E. coli*,

Ascaris, Trichuris, Тохосара сияқты патогенді организмдердің болуын ескере отырып, компосттардың сапасын бағалау болып табылады. [70].

Жоғарыда аталған ластаушы заттардың шамадан тыс мөлшері коммуналдық қалдықтардан алынған компосттарға тән. Бұл оларды ауыл шаруашылығына арналған тыңайтқыш ретінде жоққа шығаруы мүмкін. Компосттау процесінде қалдықтар бағалы және экологиялық таза органикалық тыңайтқыштарға айналады, оларды пайдалану топырақтың физикалық, химиялық және биологиялық қасиеттерін жақсартады. [71].

Компосттарды құнарлылығы төмен маргиналды топырақтарда қолдану ұсынылады, мұнда топыраққа органикалық заттар мен қоректік заттарды компостпен енгізу оның құнарлылығын арттырады және оны ауылшаруашылық өндірісінде қалпына келтіруге мүмкіндік береді. Компосттар сонымен қатар тұрақты ауыл шаруашылығында минералды тыңайтқыштардың құнды алмастырушысы бола алады [72].

Компосттау процесіне әсер ететін факторлар [73]:

1) субстратты оттегімен байытуға ықпал ететін аэрация,

2) субстраттың құрамы:

қоректік заттар,

- ылғал;

3) субстраттың физико-химиялық қасиеттері:

- кеуектілік,

- құрылысы,

- құрылымы,

- бөлшектер өлшемі,

- температура,

- рН.

Сондықтан экспериментті жоспарлау үшін мал шаруашылығының органикалық қалдықтарын, атап айтқанда, ауылшаруашылық малдың көңін компосттау процесіне айтарлықтай әсер ететін келесі негізгі факторлар таңдалды:

- органикалық мал шаруашылығы қалдықтарын аэробты өңдеудегі температура (X_1) технологиялық түрде төрт фазада (лаг, мезофильді, термофильді, жетілу) келесі температура диапазонында жүзеге асырылады: психофильді (шамамен 15-20 °C) лаг фазасында, мезофильді (шамамен 30-40 °C) мезофильді және жетілетін фазаларда, термофильді (45-60 °C) термофильді фазада. Толық компосттау процестерін қамтамасыз ету үшін суық мезгілде субстратқа жеткізілетін ауаның температурасын ескеру қажет [74];

- Ca^{2+} (X_2) иондарының концентрациясы 6000-нан 8000 мг/л-ге дейін микробиологиялық белсенділікті төмендетеді және фазалық лагтың өту уақытын 2 аптаға дейін және одан да көп арттырады [75].

- компосттау кезінде рН (X_3) диапазоны 5,5-тен 9,0-ге дейін, бұл процестің фазасына байланысты (біздің жағдайда шикізат көң болып табылады, онда нитрификация процесі жүреді, мұнда рН 8-9 диапазонында) [76].

- компостталатын субстраттың ылғалдылығы (X_4) 40-60% аралығында болуы керек[77].

Жоғарыда баяндалғанға сүйене отырып, математикалық жоспарлау үшін мынадай бес деңгейі бар төрт фактор бөлінді (3.1-кесте).

Кесте 3.1 - Факторлық кеңістік аймағы

Факторлар	Факторлар деңгейі				
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
X_1 – Шикізатқа жеткізілетін температура, $^{\circ}\text{C}$	45,0	46,8	48,6	50,4	52,2
X_2 – Концентрация Ca^{2+} , мг/л	6000	6240	6480	6720	6960
X_3 - pH	5,5	5,72	5,94	6,16	6,38
X_4 – Ылғал мөлшері, %	40	45	50	55	60

Математикалық модельдеу және компосттау процесін оңтайландыру үшін алдымен барлық төрт фактордың мәні анықталды, содан кейін графиктің эксперименттік және теориялық мәні есептелді. Экспериментті жоспарлаудың төрт факторлы матрицасы шіріген көң сатысында компосттың жетілу дәрежесі осы тәжірибелерде 54-78% деңгейінде өзгергенін көрсетті (3.2-кесте). Белгілі бір функциялардың эксперименттік мәндерін есептеу қарастырылған факторлардың әсері органикалық қалдықтардың аэробты биодеградация процесіне айтарлықтай әсер ететіндігін көрсетеді.

Компосттау процесін модельдеу нәтижесінде жеке теңдеулермен сипатталатын заңдылықтар алынды. Есептік мәндер және сандарды жуықтау теориясы (зерттелетін функциялардың жуықтауы) жеке функциялардың теориялық мәндерін анықтауға мүмкіндік берді (3.3-кесте).

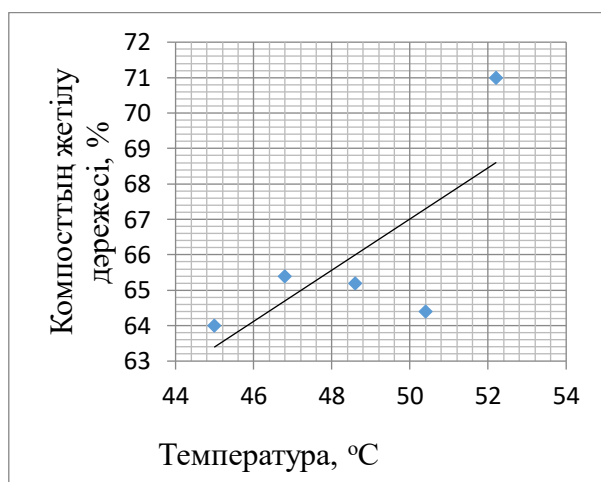
Алынған эксперименттік және теориялық мәліметтерге сәйкес біз зерттелген факторлардың компосттың пайда болу дәрежесіне әсерін көрсететін графиктер саламыз.

Кесте 3.2 - Нақты функцияның эксперименттік мәндерін есептеу

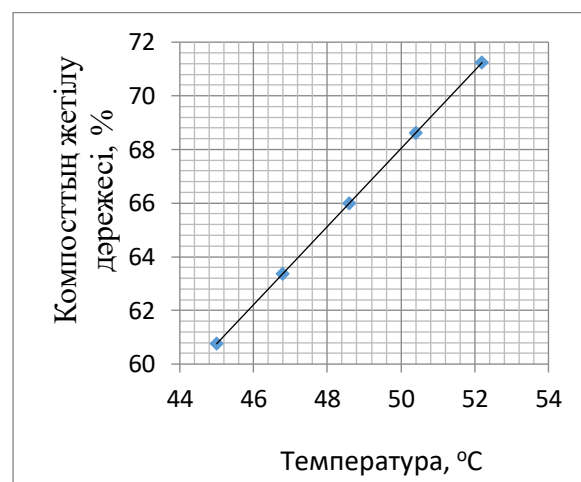
№ фактора	Уровень					Среднее значение
	1	2	3	4	5	
X_1	60,4	63,8	67,2	66,4	72,2	82,5
X_2	64	65,4	65,2	64,4	71	82,5
X_3	71	64,4	65,4	65,2	64	82,5
X_4	64	65,2	65,4	64,4	71	82,5

Кесте 3.3 -жеке функцияларды жуықтау

Формулы	X_1	X_2	X_3	X_4
$Y_{n1}=a+b \cdot X_{n1}$	60,76	63,4	68,64	63,36
$Y_{n2}=a+b \cdot X_{n2}$	63,38	64,7	67,32	64,68
$Y_{n3}=a+b \cdot X_{n3}$	66	66	66	66
$Y_{n4}=a+b \cdot X_{n4}$	68,62	67,3	64,68	67,32
$Y_{n5}=a+b \cdot X_{n5}$	71,24	68,6	63,36	68,64



а) жеке функцияның эксперименттік мәндері



б) жеке функциялардың теориялық мәні

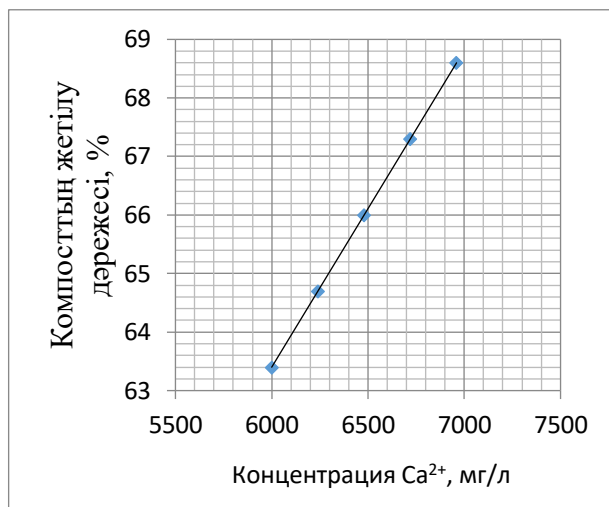
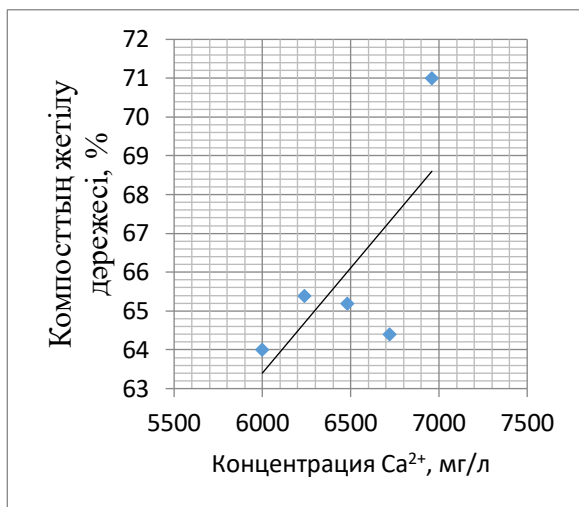
3.1-сурет - Компосттың жетілу дәрежесінің компосттау кезінде тесілген құбырлар арқылы берілетін ауа температурасына тәуелділігі

3.1-суреттен көріп отырғанымыздай, компосттау кезінде термофильді режимнің тиімділігін қамтамасыз ету үшін шикізатқа жеткізілетін температураны таңдаудағы оңтайлы шешім (біз білетіндей, 48-55 °C аралығындағы оңтайлы термофильді режим) 52,2 °C деңгейінде болуы керек. Бұл жағдайда биологиялық толыққанды компосттың жетілу пайызы максималды болады (71,4 %).

3.2-суреттен көріп отырғанымыздай, Шикізаттағы Ca^{2+} иондарының құрамына байланысты компосттың пісіп-жетілуін арттырудың оңтайлы шешімі 6960 мг/кг құрайды, бұл жағдайда зерттелетін фактордан компосттың жетілу дәрежесі максималды 63,36% болады.

3.3-суреттен көріп отырғанымыздай, шикізаттың рН-на байланысты компосттың пісіп-жетілуін арттырудың оңтайлы шешімі рН 5,5 болады, содан кейін осы фактордан компосттың шығарылу дәрежесі 68,64% жетеді.

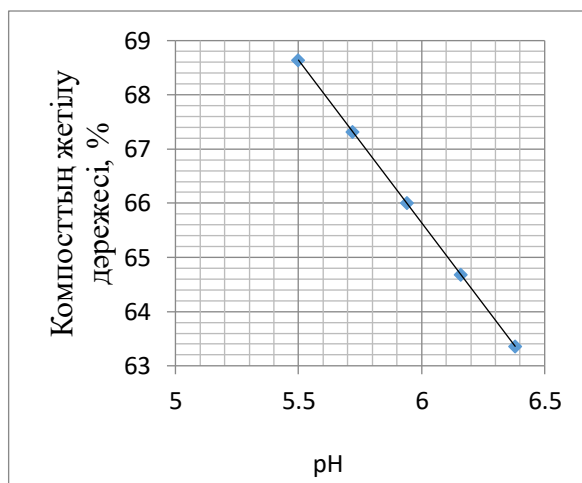
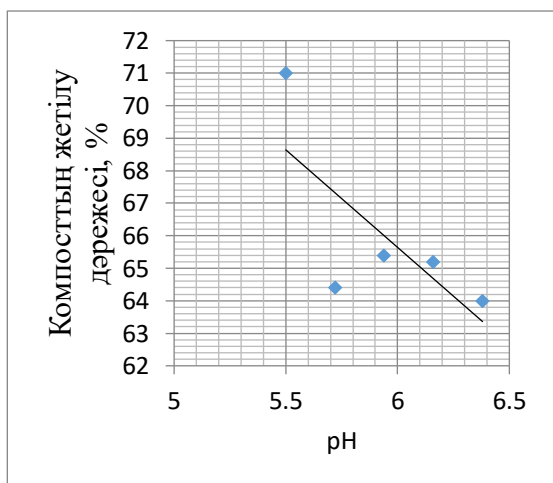
3.4-суреттен көрініп тұрғандай, компост жасау кезінде субстраттағы ылғалдылыққа байланысты компосттың жетілу дәрежесін жоғарылатудың оңтайлы шешімі 60% болады, содан кейін осы фактордан компосттың шығарылуы дәрежесі 68,64% жетеді.



а) жеке функцияның эксперименттік мәндері

б) жеке функциялардың теориялық мәні

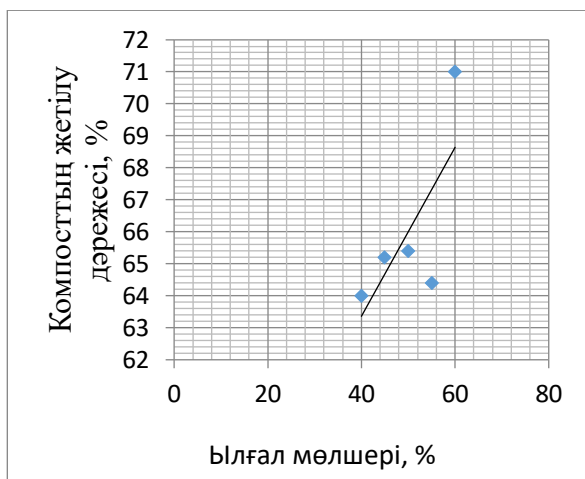
Сурет 3.2 - Компосттың шығу дәрежесінің шикізат құрамындағы Ca^{2+} иондарының компосттау кезіндегі концентрациясына тәуелділігі



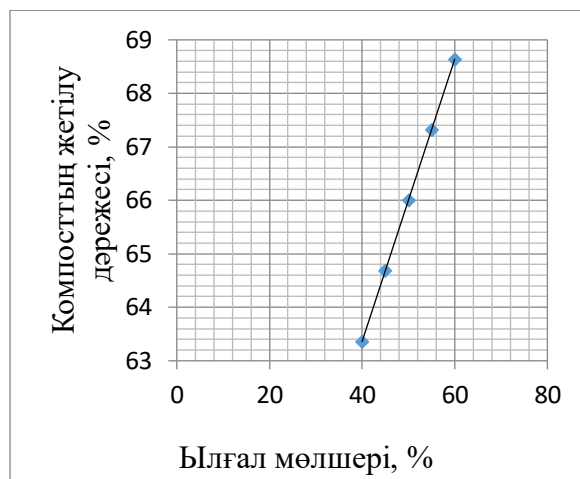
а) жеке функцияның эксперименттік мәндері

б) жеке функциялардың теориялық мәні

Сурет 3.3 - Компосттау кезінде компосттың жетілу дәрежесінің pH-ға тәуелділігі



а) жеке функцияның эксперименттік мәндері



б) жеке функциялардың теориялық мәні

3.4-сурет - Компосттың жетілу дәрежесінің компосттау кезінде субстраттағы ылғалға тәуелділігі

Жалпыланған теңдеуді талдау (0,89) толыққанды компост өндіру үшін мал шаруашылығының органикалық қалдықтарын аэробты биодеградациялау кезінде қарастырылатын факторлардың оңтайлы шешімі болатындығын көрсетті:

- суық мезгілде шикізатқа жеткізілетін температура үшін ол 52,2 °C деңгейінде болуы керек, өйткені бұл компосттың өніп-жетілуін 71,4%-ке дейін арттырады;

- шикізаттағы Ca^{2+} иондарының құрамы 6960 мг/кг артық болмауы тиіс, бұл жағдайда зерттелетін фактордан компосттың зерттелу дәрежесі ең жоғарғы деңгейде болады - 63,36 %;

- шикізаттың рН-ы 5,5-ке тең болуы керек, содан кейін осы фактордан компосттың жетілу дәрежесі - 68,64 %;

- компосттау кезінде қоректік ортадағы ылғалдылық 60% болады, содан кейін осы фактордан компосттың жетілу дәрежесі 68,64% жетеді.

3.2 Мал шаруашылығының органикалық қалдықтарынан бөлінген микроорганизмдер штаммдарының культуралдық қасиеттері

Өздеріңіз білетіндей, компосттың өніп шығу дәрежесі қайта өңделген шикізаттың – қоқыс көңінің микробиологиялық белсенділігімен анықталады. Сондықтан математикалық модельге, мәдени жағдайларға сәйкес берілген микробиологиялық белсенділікті зерттеу компостинг үшін пайдалы жалпы микробиотаның өсуін белсендіруге мүмкіндік береді. Ол үшін ЖМС (КОЕ/г) сандық есепке алу және культуралық қасиеттерді зерттеу үшін микробиология әдістері қолданылды-шекті сұйылту әдісі, себу әдісі, культуралық қасиеттерді зерттеу әдісі.

3.4-кестеде мал шаруашылығының органикалық қалдықтарынан бөлінген микроорганизмдердің сандық есебі көрсетілген.

3.5-кестеден көріп отырғанымыздай, шіріген көңнің жалпы таралуы жоғары және өсірудің бесінші деңгейінде болды, ал жаңа піскен – төртінші. Мұны жаңа көңде рН 8 – ден 9-ға дейін, ал шіріген көңде шамамен 7-ге дейін өзгертіндігімен түсіндіруге болады және бұл көрсеткіш гетеротрофты микроорганизмдер үшін қолайлы екені белгілі. Өзгергіштік көрсеткіштері бойынша біз шіріген көңде тұрақты мәліметтер бар екенін көреміз (24,9% - дан 30% - ға дейін), бұл зерттелген субстраттың құрамы бойынша біркелкі түсіндіруге болады.

3.4-кесте - Мал шаруашылығының органикалық қалдықтарынан бөлінген микроорганизмдерді сандық есепке алу

Тәжірибе	Ластану	
	$\bar{X} \pm m_x, \text{КОЕ/г}$	$C_v, \%$
Жаңа піскен көң	$(8,5 \pm 1,5) \times 10^4$	30,0
Шірік көң	$(2,5 \pm 0,5) \times 10^5$	24,9

24 сағат өсіру арқылы колониялардың өсу қарқынын зерттедік. Біздің зерттеулеріміз көрсеткендей, жаңа піскен көң сынамасынан оқшауланған микроорганизмдер өсуде белсенді, онда 17 колония анықталды, ал шіріген көң сынамасында 5 колония алынды. Бұл көрсеткіштерді компост жасауға дайындалған "жаңа" көң үйіндісінде фазаның белсенді процестері жүретіндігімен түсіндіруге болады, ал шіріген көң үйіндісінде ауылшаруашылық алқаптары мен қосалқы шаруашылықтарда қолдануға дайын процестің тұрақтануы байқалады.

Келесі кезеңде, қойылған міндеттерге сәйкес, олар қоректік ортада өсірілген колониялардың мәдени қасиеттерін зерттедік.

3.5 және 3.6-кестелердің деректері көрсеткендей, жаңа піскен және шіріген көң үлгілерінен бөлінген микроорганизмдердің мәдени қасиеттері айтарлықтай ерекшеленеді: пішіні бойынша шіріген көңнен алынған барлық колониялар дөңгелек пішінді, ал жаңадан — концентрлі, өлшемі бойынша — аз. 1 мм және 2-4 мм, сәйкесінше, мөлдірлік бойынша, барлығы контуры бұлтты, тегіс және тістері сәйкесінше, профилде — қызыл және бұдырлы, бетінде — тегіс және кедір-бұдыр, түсі бойынша — сәйкесінше — сары және ақ, құрылымы бойынша — барлық колониялар біртекті болды. Жүргізілген микробиологиялық зерттеулерден көріп отырғанымыздай, жаңа піскен көңнің ластануы шіріген көңнің ластануынан сандық (өсу қарқыны, колониялар саны) және сапалық (колониялардың мәдени қасиеттері) көрсеткіштері бойынша айтарлықтай ерекшеленеді.

Кесте 3.5 – Жаңа көң үлгілерінен бөлінген микроорганизмдердің мәдени қасиеттері

Колония саны, №	Культуралдық қасиеттері							
	Колония пішіні	Колония мөлшері, мм	Мөлдірлігі	Жиек контуры	Профиль	Беті	Түсі	Құрылымы
1	концентрлік	2-4 мм, орташа	Бұлыңғыр	қырлы	таулы	өрескел	ақ	біртекті
2	концентрлік	2-4 мм, орташа	Бұлыңғыр	қырлы	таулы	өрескел	ақ	біртекті
3	концентрлік	2-4 мм, орташа	Бұлыңғыр	қырлы	таулы	өрескел	ақ	біртекті
4	концентрлік	2-4 мм, орташа	Бұлыңғыр	қырлы	таулы	өрескел	ақ	біртекті
5	концентрлік	2-4 мм, орташа	Бұлыңғыр	қырлы	таулы	өрескел	ақ	біртекті
6	концентрлік	2-4 мм, орташа	Бұлыңғыр	қырлы	таулы	өрескел	ақ	біртекті
7	концентрлік	2-4 мм, орташа	Бұлыңғыр	қырлы	таулы	өрескел	ақ	біртекті
8	концентрлік	2-4 мм, орташа	Бұлыңғыр	қырлы	таулы	өрескел	ақ	біртекті
9	концентрлік	2-4 мм, орташа	Бұлыңғыр	қырлы	таулы	өрескел	ақ	біртекті
10	концентрлік	2-4 мм, орташа	Бұлыңғыр	қырлы	таулы	өрескел	ақ	біртекті
11	концентрлік	2-4 мм, орташа	Бұлыңғыр	қырлы	таулы	өрескел	ақ	біртекті
12	концентрлік	2-4 мм, орташа	Бұлыңғыр	қырлы	таулы	өрескел	ақ	біртекті
13	концентрлік	2-4 мм, орташа	Бұлыңғыр	қырлы	таулы	өрескел	ақ	біртекті
14	концентрлік	2-4 мм, орташа	Бұлыңғыр	қырлы	таулы	өрескел	ақ	біртекті
15	концентрлік	2-4 мм, орташа	Бұлыңғыр	қырлы	таулы	өрескел	ақ	біртекті
16	концентрлік	2-4 мм, орташа	Бұлыңғыр	қырлы	таулы	өрескел	ақ	біртекті
17	концентрлік	нүктелік, 1-ден аз	Бұлыңғыр	қырлы	таулы	өрескел	ақ	біртекті

3.6-кесте - Шіріген көң сынамаларынан бөлінген микроорганизмдердің культуралық қасиеттері

Колония саны, №	Культуралдық қасиеттері							
	Колония пішіні	Колония мөлшері, мм	Мөлдірлігі	Жиек контуры	Профиль	Беті	Түсі	Құрылымы
1	дөңгелек	нүктелік, 1-ден аз	Бұлыңғыр	тегіс	дөңес	тегіс	сары	біртекті
2	дөңгелек	нүктелік, 1-ден аз	Бұлыңғыр	тегіс	дөңес	тегіс	сары	біртекті
3	дөңгелек	нүктелік, 1-ден аз	Бұлыңғыр	тегіс	дөңес	тегіс	сары	біртекті
4	дөңгелек	нүктелік, 1-ден аз	Бұлыңғыр	тегіс	дөңес	тегіс	сары	біртекті
5	дөңгелек	нүктелік, 1-ден аз	Бұлыңғыр	тегіс	дөңес	тегіс	сары	біртекті

Сондықтан компост өндірісінде жануарлардың органикалық қалдықтарының биодеградациясының аэробты процесін оңтайландыру үшін, біріншіден, жалпы ластануды зерттеп, содан кейін зертханадан алынған мәліметтерді өңдеу негізінде жергілікті жағдайлар мен шаруашылықтың мүмкіндіктеріне байланысты компост жасау процесіне арналған модельдеу мен жобалау жасау қажет.

ҚОРЫТЫНДЫ

Соңғы онжылдықтарда Қазақстанда ауылшаруашылық жануарлары мал басының жүйелі түрде өсуі байқалуда және соның салдарынан күрделі экологиялық проблема – органикалық қалдықтар деңгейінің артуы шиеленісуде. Сондықтан органикалық қалдықтарды, атап айтқанда, жануарлардың қалдықтарын көмуге байланысты мәселелерді шешу Қазақстан Республикасы үшін өзекті мәселе болып табылады.

Зерттеу әдістемесі жұмыстың екі кезеңінен тұрды. Бірінші кезең мелиоративтік қасиеттері жоғары компост алу үшін көңнің аэробты ыдырау процестерін оңтайлы режимде жоспарлау мақсатында математикалық модельдеу әдісін қолдануға бағытталады. Екінші кезең үлгіні зертханалық жағдайда бейімдеуге және зерттелетін шикізаттың – балғын және шіріген көңнің жалпы микробиологиялық ластануын зерттеуге бағытталды. Бұл тапсырманы орындау үшін жалпы қабылданған әдіс бойынша үлгілер алынды, содан кейін олар микробиологиялық әдіспен зерттелді.

Нәтижелер:

1 Көңнің аэробты ыдырау процестерінің оңтайлы режимін жоспарлау үшін математикалық модельдеу әдісі қолданылды.

2 Зерттелетін шикізаттың – жаңа пайда болған және шіріген көңнің жалпы микробиологиялық белсенділігі (ЖМС, колонияның өсу жылдамдығы) зерттелді.

3 Жаңа пайда болған және шіріген көңнен бөлінген микроорганизмдердің культуралды қасиеттері зерттелді.

Пайдаланылган әдебиеттер тізімі

- 1 Haspekova D., Gurova M. Land against garbage [Electronic resource] // Russian Council for International Affairs. - 2014. - April 22. – URL: http://russiancouncil.ru/inner/?id_4=3558&active_id_11=54#top-content.
- 2 Kaza, Silpa, Lisa C. Yao, Perinaz Bhada-Tata, and Frank Van Woerden. 2018. What a Waste 2.0. World Bank Publications 30317. The World Bank. <https://ideas.repec.org/b/wbk/wbpubs/30317.html>.
- 3 Об утверждении Классификатора отходов. Приказ и.о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 6 августа 2021 года № 314. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 9 августа 2021 года № 23903.
- 4 R. Max, R. Hannah, O.O. Esteban World Population Growth PhD thesis A. Mayere (Ed.), 2011. Solar Powered Desalination, University of Nottingham (2019) report, Retrieved from <https://ourworldindata.org/world-population-growth> Google Scholar.
- 5 Arezoo Dadrasnia, Isabella de Bona Muñoz, Eduardo Hernandez Yáñez, Imane Uald Lamkaddam, Mabel Mora, Sergio Ponsá, Mansour Ahmed, Laia Llenas Argelaguet, Paul M. Williams, Darren L. Oatley-Radcliffe, Sustainable nutrient recovery from animal manure: A review of current best practice technology and the potential for freeze concentration, Journal of Cleaner Production, Volume 315, 2021, 128106, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128106>.
- 6 Van Dijk C.E., L.A.M. Smit, M. Hooiveld, J.-P. Zock, I.M. Wouters, D.J.J. Heed-erik, C.J. Yzermans Associations between proximity to livestock farms, primary health care visits and self-reported symptoms BMC Fam. Pract., 17 (1) (2016), p. 22.
- 7 Buckwell A., E. Nadeu Nutrient Recovery and Reuse (NRR) in European Agriculture. A Review of the Issues, Opportunities, and Actions RISE Foundation, Brussels (2016), p. 96.
- 8 Petit-Boix A., S. Leipold Circular economy in cities: Reviewing how environmental research aligns with local practices J. Clean. Prod., 195 (2018), pp. 1270-1281.
- 9 Neshat S.A., M. Mohammadi, G.D. Najafpour, P. Lahijani Anaerobic co-digestion of animal manures and lignocellulosic residues as a potent approach for sustainable biogas production Renew. Sustain. Energy Rev., 79 (2017), pp. 308-322.
- 10 Achinas S., G.J. Willem Euverink Rambling facets of manure-based biogas production in Europe: a briefing Renew. Sustain. Energy Rev. (2019), p. 109566.
- 11 Bernal M., B. Bescós, L. Burgos, M.A. Bustamante, R. Clemente, C. Fabbri, X. Flotats, M.C. García-González, E. Herrero, G. Mattachini, G. Moscatelli, J. Noguerol, J. Palatsi, S. Piccinini, M. Proniewicz, G. Provolo, B. Riaño, V. Riau, J.A. Sáez, M. Teresa, L. Tey, M. Torrellas, L. Valli, A.J. Ward, H. Wisniewska Evaluation of Manure Management Systems in Europe Aragonese Society of Agroenvironmental Management (2015), pp. 1-180.
- 12 Juma, N.G. 1998. The pedosphere and its dynamics: a systems approach to soil science. Edmonton, Canada, Quality Color Press Inc., 1, pp. 315.

- 13 Lee, C. 1992. Controls on organic carbon preservation: The use of stratified water bodies to compare intrinsic rates of decomposition in oxic and anoxic systems. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 56. pp. 3323-3335.
- 14 Ganczarczyk, J., Hamoda, M.F., Hong-Lit Wong. 1980. Performance of aerobic digestion at different sludge solid levels and operation patterns. *Water Res.*, 14, pp. 627.
- 15 Canfield, D.E. 1994. Factors influencing organic carbon preservation in marine sediments. *Chem. Geol.*, 114, pp. 315-329.
- 16 Westrich, J.T., Berner, R.A. 1984. The role of sedimentary organic matter in bacterial sulfate reduction: The G model tested. *Limnol. Oceanogr.*, 29, pp.236-249.
- 17 Composting for Sustainable agriculture Dinesh K., Mahe-swari Editor, October 2014,
https://www.researchgate.net/publication/288969095_Intensification_of_Aerobic_Processing_of_the_Organic_Wastes_into_Compost.
- 18 Walsh JL, Valentine GE, Ross CC (1991) Agricultural wastes. *Res J Water Pollut Control Fed* 63(4):452–458.
- 19 Ivankin A. N. et al.42Tuomela M, Vikman M, Hatakka A, Itavaara M (2000) Biodegradation of lignin in a compost environment: a review. *Bioresour Technol* 72:169–183.
- 20 Mahimairaja S, Bolan NS, Hedley MJ (1995) Agronomic effectiveness of poultry manure composts. *Commun Soil Sci Plant Anal* 26:1843–1861.
- 21 Boldrin A, Hartling KR, Laugen M, Christensen TH (2010) Environmental inventory modelling of the use of compost and peat in growth media preparation. *Resour Conserv Recy* 54:1250–1260.
- 22 Skajaa J, Hannibal E (1991) Anaerobic gasification advances. *Biocycle* 32:74–77.
- 23 Aviani I, Laor Y, Medina S, Krassnovsky A, Raviv M (2010) Co-composting of solid and liquid olive mill wastes: management aspects and the horticultural value of the resulting composts. *Bioresour Technol* 101:6699–6706.
- 24 Haines J (1995) *Aspergillus* in compost: straw man or fatal flaw. *Biocycle* 36:32–35.
- 25 Bernal MP, Lopez-Real JM, Scott KM (1993) Application of natural zeolites for the reduction of ammonia emissions during the composting of organic wastes in a laboratory composting simulator. *Bioresour Technol* 43:35–39.
- 26 Bustamante MA, Paredes C, Marhuenda-Egea FC, Pirez-Espinosa A, Bernal MP, Moral R (2008) Co-composting of distillery wastes with animal manures: carbon and nitrogen transformations in the evaluation of compost stability. *Chemosphere* 72:551–557.
- 27 Maheshwari DK (2013) *Bacteria in agrobiolgy: crop productivity*. Springer, Heidelberg, p 507.
- 28 Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности: Учебное пособие. В 2-х частях. Ч. 1. Системное обращение с отходами / А. Г. Ветошкин. - М.: Инфра-Инженерия, 2019.-440 с.

- 29 Alexander M. Biodegradation and Bioremediation, San Diego CA 1994. Academic Press.
- 30 Marinescu M, Dumitru M and Lacatusu A. Biodegradation of Petroleum Hydrocarbons in an Artificial Polluted Soil. Research Journal of Agricultural Science 2009;41(2).
- 31 Bennet JW, Wunch KG and Faison B D. Use of fungi biodegradation. Manual of environmental microbiology 2002, 2nd ed., ASM Press: Washington, D.C., 960-971.
- 32 Fritsche W and Hofrichter M. Aerobic Degradation by Microorganisms 2008 in Biotechnology Set, Second Edition (eds H.-J. Rehm and G. Reed), Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany. doi: 10.1002/9783527620999.ch6m.
- 33 Das N and Chandran P. Microbial Degradation of Petroleum Hydrocarbon Contaminants: An Overview SAGE-Hindawi Access to Research Biotechnology. Research International. Volume 2011, Article ID 941810, 13 pages. Doi:10.4061/2011/941810.
- 34 Pramila R., Padmavathy K, Ramesh KV and Mahalakshmi K. *Brevibacillus parabrevis*, *Acinetobacter baumannii* and *Pseudomonas citronellolis* – Potential candidates for biodegradation of low density polyethylene (LDPE). Journal of Bacteriology Research 2012; 4(1) 9-14.
- 35 Mrozik A, Piotrowska-Seget Z and Labuzek S. Bacterial degradation and bioremediation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Polish Journal of Environmental Studies 2003; 12 (1) 15-25.
- 36 Leitão AL. Potential of *Penicillium* Species in the Bioremediation Field. International Journal of Environmental Resarch. Public Health 2009; 6 1393-1417; doi:10.3390/ijerph6041393.
- 37 Kumar R, Singh S, Singh OV (2008) Bioconversion of lignocellulosic biomass: biochemical and molecular perspectives. JIndMicrobiolBiotechnol 35(5): 377–391.
- 38 Guanzon, Y. and Holmer, R.J., Proc. National Eco-Waste Multisectoral Conference and Fair at Pryce Plaza Hotel, Cagayan de Oro City, Philippines, 2003, pp. 178–184.
- 39 Molla, A.H., Fakhru-Razi, A., Abd-Aziz, S., Hanqfi, M.M., Roychoudhury, P.K., and Akan, M.Z., Bioresour. Tech-nol, 2002, vol. 85, no. 3, pp. 263–272.
- 40 Marchaim, U. And Criden, J., in Fuel Gas Production from Biomass, Wise, D.L., Ed., Boca Raton: CRC Press, 1981, pp. 95–120.
- 41 Requena, N., Baca, T.M., and Azcon, R., Biol. Fertil. Soils, 1997, vol. 24, no. 1, pp. 59–65.
- 42 Hagashi, E., Morita, T., Obara, M., and Inoe, T., JPAppl., 06199586, 1994.
- 43 Hefnawy M, Gharieb M, Nagdi OM (2013) Microbial diversity during composting cycles of rice straw. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research 1(3): 232–245.
- 44 Eida MF, Nagaoka T, Wasaki J, Kouno K (2011) Evaluation of cellulolytic and hemicellulolytic abilities of fungi isolated from coffee residue and sawdust composts. Microbes Environ 26(3): 220–227.
- 45 Miller FC (1996) Composting of municipal solid waste and its components. In Palmisano AC, Barlaz MA, eds. Microbiology of Solid Waste. CRC Press: 115–154.

- 46 Hawksworth DL (2011) Naming *Aspergillus* species: progress towards one name for each species. *MedMycol* 49: S70–76.
- 47 Wang HY, Fan BQ, Hu QX, Yin ZW (2011) Effect of inoculation with *Penicillium expansum* on the microbial community and maturity of compost. *BioresourTechnol* 102 (24): 11189–11193.
- 48 Maji D, Singh M, Wasnik K, Chanotiya CS, Kalra A (2015) The role of a novel fungal strain *Trichoderma atroviride* RVF3 in improving humic acid content in mature compost and vermicompost via ligninolytic and celluloxylanolytic activities. *J ApplMicrobiol* 119(6): 1584–1596.
- 49 Dehghani R, Asadi MA, CharkhlooE, MostafaieG, SaffariM, MousaviGA, PourbabaieM (2012) Identificationoffungalcommunitiesinproducingcompostbywind-rowmethod. *J Environ Prot (Irvine, Calif)* 3: 61–67.
- 50 Aydi-Ben Abdallah R, Hassine M, Jabnoun-Khiareddine H, Haouala R, Daami Remadi M (2014) Antifungal activity of culture filtrates and organic extracts of *Aspergillus* spp. against *Pythium ultimum*. *J Plant Ptotec* 9: 17–30.
- 51 Makut MD, Owolewa OA (2011) Antibiotic-producing fungi present in the soil environment of keffi metropolis, Nasarawa state, Nigeria. *TrakiaJournalofSciences* 9(9): 33–39.
- 52 Казова Р.А. Моделирование обезвреживания техногенных материалов // Материалы XIмеждународной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности. Экология». Алматы: КазНТУ имени К.И.Сатпаева. 2008.– С.56– 59
- 53 Малышев В.П. Математическое планирование металлургического и химического эксперимента. Алма-Ата: Наука, 1977. – 35 с
- 54 Lohri, C.R.; Diener, S.; Zabaleta, I.; Mertenat, A.; Zurbrügg, C. Treatment technologies for urban solid biowaste to create value products: A review with focus on low and middle-income settings. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* 2017,16, 81–130
- 55 VanderWurff, A.W.G.; Fuchs, J.G.; Raviv, M.; Termorshuizen, A.J. (Eds.) *Handbook for Composting and Compost Use in Organic Horticulture; BioGreenhouse COST Action FA 1105; BioGreenhouse: Wageningen, The Netherlands, 2016*
- 56 Aziz, S.Q.; Omar, I.A.; Mustafa, J.S. Design and study for composting process site. *Int. J. Eng. Invent.* 2018,7, 9–18
- 57 Iqbal, M.K.; Nadeem, A.; Sherazi, F.; Khan, R.A. Optimization of process parameters for kitchen waste composting by response surface methodology. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 2015,12, 1759–1768
- 58 Onwosi, C.O.; Igbokwe, V.C.; Odimba, J.N.; Eke, I.E.; Nwankwoala, M.O.; Iroh, I.N.; Ezeogu, L.I. Composting technology in waste stabilization: On the methods, challenges and future prospects. *J. Environ. Manage.* 2017,190, 140–157
- 59 Petric, I.; Helic, A.; Avdic, E.A. Evolution of process parameters and determination of kinetics for co-composting of organic fraction of municipal solid waste with poultry manure. *Bioresour. Technol.* 2012,117, 107–116

- 60 Yeh, C.K.; Lin, C.; Shen, H.C.; Cheruiyot, N.K.; Camarillo, M.L.; Wang, C.L. Optimizing Food Waste Composting Parameters and Evaluating Heat Generation. *Appl. Sci.* 2020,10, 2284
- 61 Wang, S.-P.; Zhong, X.-Z.; Wang, T.-T.; Sun, Z.-Y.; Tang, Y.-Q.; Kida, K. Aerobic composting of distilled grain waste eluted from a Chinese spirit making process: The effects of initial pH adjustment. *Bioresour. Technol.* 2017,245, 778–785
- 62 Zhang, L.; Sun, X. Improving green waste composting by addition of sugar cane bagasse and exhausted grape marc. *Bioresour. Technol.* 2016,218, 335–343
- 63 Cerda, A.; Artola, A.; Font, X.; Barrena, R.; Gea, T.; Sánchez, A. Composting of food wastes: Status and challenges. *Bioresour. Technol.* 2018,248, 57–67
- 64 Azim, K.; Soudi, B.; Boukhari, S.; Perissol, C.; Roussos, S.; Thami Alami, I. Composting parameters and compost quality: A literature review. *Org. Agr.* 2018,8, 141–158
- 65 Zhang, L.; Sun, X. Improving green waste composting by addition of sugar cane bagasse and exhausted grape marc. *Bioresour. Technol.* 2016,218, 335–343
- 66 Sayara, T.; Basheer-Salimia, R.; Hawamde, F.; Sánchez, A. Recycling of Organic Wastes through Composting: Process Performance and Compost Application in Agriculture. *Agronomy* 2020,10, 1838
- 67 Muscolo, A.; Papalia, T.; Settineri, G.; Mallamaci, C.; Jeske-Kaczanowska, A. Are raw materials or composting conditions and time that most influence the maturity and/or quality of composts? Comparison of obtained composts on soil properties. *J. Clean. Prod.* 2018,195, 93–101
- 68 Rashwan, M.A.; Alkoaik, F.N.; Saleh, H.A.-R.; Fulleros, R.B.; Ibrahim, M.N. Maturity and stability assessment of composted tomato residues and chicken manure using a rotary drum bioreactor. *J. Air Waste Manag. Assoc.* 2021,71, 529–539
- 69 Mengqi, Z.; Shi, A.; Ajmal, M.; Ye, L.; Awais, M. Comprehensive review on agricultural waste utilization and high-temperature fermentation and composting. *Biomass Convers. Biorefin.* 2021
- 70 Cesaro, A.; Belgiorno, V.; Guida, M. Compost from organic solid waste: Quality assessment and European regulations for its sustainable use. *Resour. Conserv. Recycl.* 2015,94, 72–79
- 71 Jodar, J.R.; Ramos, N.; Carreira, J.A.; Pacheco, P.; Fernández-Hernández, A. Quality assessment of compost prepared with municipal solid waste. *Open Eng.* 2017,7, 221–227
- 72 Puyuelo, B.; Arizmendiarieta, J.S.; Irigoyen, I.; Plana, R. Quality assessment of composts officially registered as organic fertilisers in Spain. *Span. J. Agric. Res.* 2019,17, e1101
- 73 Naoto Shimizu. Process Optimization of Composting Systems, статья, 2017 – 22.
URL: https://www.researchgate.net/publication/321936695_Process_Optimization_of_Composting_Systems
- 74 Ranieri L., Mossa G., Pellegrino R., Digiesi S. Energy Recovery from the Organic Fraction of Municipal Solid Waste: A Real Options-Based Facility Assessment // Sustainability, 2018. Vol. 10. PP. 1-15 doi:10.3390/su10020368. Сериков Т.А.

«Разработка технологии переработки органических отходов и конструкции мобильного биореактора по переработке органических отходов»
Маг.диссертация, Алматы, 2020 – 58
с.URL.https://official.satbayev.university/download/document/16296/2020_МАГ_Сериков%20Темирлан.pdf(дата обращения 29.03.2022)

75 Xia Y., He P.-J., Pu H.-X., Lu F., Shao L.-M., Zhang H. Inhibition effects of high calcium concentration on anaerobic biological treatment of MSW leachate // EnvironSciPollutRes, 2016. Vol. 23. PP. 7942–7948. DOI 10.1007/s11356-016- 6052-3.Сериков Т.А. «Разработка технологии переработки органических отходов и конструкции мобильного биореактора по переработке органических отходов». Маг.диссертация, Алматы, 2020 – 58
с.URL.https://official.satbayev.university/download/document/16296/2020_МАГ_Сериков%20Темирлан.pdf(дата обращения 29.03.2022)

76 Chatterjee B., Mazumder D. Anaerobic digestion for the stabilization of the organic fraction of municipal solid waste: A review // Environmental Reviews, 2016. Vol. 24(4). PP. 426-459 <https://doi.org/10.1139/er-2015-0077>

77 NaotoShimizu. Process Optimization of Composting Systems, статья, 2017 – 22.
URL.https://www.researchgate.net/publication/321936695_Process_Optimization_of_Composting_Systems.



Метаданные

Название

2022 БАК Елемесова Амина Муратбековна.docx

Автор

Елемесова Амина Муратбековна

Научный руководитель

Гуля Джамалова

Подразделение

ИГИНГД

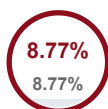
Список возможных попыток манипуляций с текстом

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся манипуляций в тексте, с целью изменить результаты проверки. Для того, кто оценивает работу на бумажном носителе или в электронном формате, манипуляции могут быть невидимы (может быть также целенаправленное вписывание ошибок). Следует оценить, являются ли изменения преднамеренными или нет.

Замена букв		7
Интервалы		0
Микропробелы		0
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		23

Объем найденных подоби

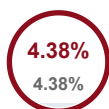
Обратите внимание! Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



КП1

25

Длина фразы для коэффициента подобия 2



КП2

8035

Количество слов



КЦ

63319

Количество символов

Подобия по списку источников

Просмотрите список и проанализируйте, в особенности, те фрагменты, которые превышают КП №2 (выделенные жирным шрифтом). Используйте ссылку «Обозначить фрагмент» и обратите внимание на то, являются ли выделенные фрагменты повторяющимися короткими фразами, разбросанными в документе (совпадающие сходства), многочисленными короткими фразами расположенными рядом друг с другом (парафразирование) или обширными фрагментами без указания источника ("криптоцитаты").

10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	https://tailieutuoi.com/tai-lieu/isolation-and-identification-of-fungi-associated-with-composting-process-of-municipal-biosolid-waste	42	0.52 %
2	Алматы қаласынан шыққан төгінді суларды ауыр металдардан биологиялық тазалау жолдары 6/3/2021 Satbayev University (ИХиБТ)	41	0.51 %
3	Treatment of By-Products Generated from Anaerobic Digestion of Municipal Solid Waste Marta Wilk, Małgorzata Krzywonos, Przemysław Seruga;	35	0.44 %

4	Разработка технологии переработки органических отходов и конструкции мобильного биореактора по переработке органических отходов 7/7/2020 Satbayev University (ИХиБТ)	35	0.44 %
5	https://tailieutuoi.com/tai-lieu/isolation-and-identification-of-fungi-associated-with-composting-process-of-municipal-biosolid-waste	33	0.41 %
6	https://tailieutuoi.com/tai-lieu/isolation-and-identification-of-fungi-associated-with-composting-process-of-municipal-biosolid-waste	30	0.37 %
7	Разработка технологии переработки органических отходов и конструкции мобильного биореактора по переработке органических отходов 7/7/2020 Satbayev University (ИХиБТ)	29	0.36 %
8	Разработка технологии переработки органических отходов и конструкции мобильного биореактора по переработке органических отходов 7/7/2020 Satbayev University (ИХиБТ)	28	0.35 %
9	https://tailieutuoi.com/tai-lieu/isolation-and-identification-of-fungi-associated-with-composting-process-of-municipal-biosolid-waste	27	0.34 %
10	Алматы қаласынан шыққан төгінді суларды ауыр металдардан биологиялық тазалау жолдары 6/3/2021 Satbayev University (ИХиБТ)	26	0.32 %

из базы данных RefBooks (1.24 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
Источник: Paperity			
1	Treatment of By-Products Generated from Anaerobic Digestion of Municipal Solid Waste Marta Wilk, Małgorzata Krzywonos, Przemysław Seruga;	81 (5)	1.01 %
2	COVID-19 and municipal solid waste (MSW) management: a review Atanu Kumar Das, Md. Morsaline Billah, Asim Sarker, Md. Nazrul Islam;	19 (2)	0.24 %

из домашней базы данных (4.89 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	Алматы қаласынан шыққан төгінді суларды ауыр металдардан биологиялық тазалау жолдары 6/3/2021 Satbayev University (ИХиБТ)	134 (10)	1.67 %
2	Разработка технологии переработки органических отходов и конструкции мобильного биореактора по переработке органических отходов 7/7/2020 Satbayev University (ИХиБТ)	131 (6)	1.63 %
3	Табиғи таулы биоорганогенді-минералды шайыр тәрізді түзілуден бөлінген микроорганизмдердің өсуіне температураның әртүрлі өсуінің әсерін зерттеу 5/28/2021 Satbayev University (ИХиБТ)	51 (3)	0.63 %

4	Табиғи таулы биорганогендік-минералды шайыр тәрізді түзілістен оқшауланған микроорганизмдердің мәдени және морфологиялық қасиеттерін зерттеу 5/28/2021 Satbayev University (ИХиБТ)	46 (4)	0.57 %
5	Мұнай өнімдерімен ластанған топырақты тазарту биотехнологиясының моделі (бензин мысалында) 5/5/2018 Satbayev University (ИХиБТ)	21 (2)	0.26 %
6	Үлкен» мөлшерде жиналған қатты тұрмыстық қалдықтарды компостау кезіндегі ксенобиотиктердің биodeградация процесін математикалық жобалау және оптимизациялау 5/3/2018 Satbayev University (ИХиБТ)	10 (2)	0.12 %

из программы обмена базами данных (0.00 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из интернета (2.64 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	https://tailieutuoi.com/tai-lieu/isolation-and-identification-of-fungi-associated-with-composting-process-of-municipal-biosolid-waste	200 (9)	2.49 %
2	https://science-education.ru/ru/article/view?id=21293	12 (1)	0.15 %

Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	------------	---