

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 504.064:632

А.В. Биньковская, А.И. Волков, Т.П. Шанина

**КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ
В АГРОЭКОСИСТЕМАХ ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ УКРАИНЫ И ПУТЕЙ
ИНТЕНСИФИКАЦИИ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ (С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ)**

Проведен анализ структурных составляющих агроэкосистем с применением кластеризации массива данных. Выявлены взаимосвязи распределения потоков органических отходов растительного и животного происхождения в районах Одесской области. Использование природных сообществ микроорганизмов в искусственных условиях (анаэробный метод) и возвращение конечного высокопитательного продукта в естественную среду определены как основные пути интенсификации процесса переработки отходов.

Ключевые слова: агроэкосистемы, органические отходы, анаэробное сбраживание, кластерный анализ.

Стремление человека к управлению окружающей природной средой обусловлено увеличением численности населения и возникшей необходимостью обеспечения растущей популяции достаточным количеством пищи. Первоначальная низкая плотность населения не оказывала существенного влияния на снижение продуктивности природных экосистем, что позволяло сохранять энергетический и видовой баланс. Постепенное увеличение потребностей требовало освоения новых территорий, применения целенаправленных методов для получения большего объема пищи с меньшими энергетическими затратами. Использование различных способов обработки почвы, адаптация территорий под определённые цели стали предпосылками для более интенсивного изменения природных экосистем и формирования сельского хозяйства как способа управления экосистемами с целью получения продуктов растениеводства и животноводства.

Использование термина «агроэкосистема» применительно к разным направлениям исследований не всегда позволяет точно трактовать суть такого определения. Агроэкосистемы рассматриваются одновременно и как агроценозы, и как совокупность естественных и социальных явлений, связанных с ними. «Агроэкосистемы – это «одомашненные экосистемы», которые во многих отношениях занимают промежуточное положение между природными экосистемами, такими как луга и леса, и искусственными, например, городами. Как и природные экосистемы, их питает солнце, однако имеются и отличия: 1) в агроэкосистемах источником дополнительной энергии, повышающей продуктивность, служит в первую очередь преобразованная энергия топлива, а также тяговая сила животных и труд человека; 2) человек значительно уменьшил разнообразие систем ради увеличения урожайности продовольственных культур или создания других продуктов; 3) преобладающие в агроэкосистеме растения и животные подвергаются искусственному, а не естественному отбору; 4) все управление системой, в отличие от саморегулирующихся природных экосистем, ведется извне и подчинено внешним целям» [9]. Определение агроэкосистемы, как объекта исследований, сформулировано в работе Г.А. Булаткина: «агроэкосистема – это пространственно ограниченная, искусственно созданная, нестабильная, взаимосвязанная совокупность биотических и частично измененных абиотических компонент, характерной особенностью которых является относительно устойчивое функционирование во времени при наличии входящего потока антропогенной энергии, и существующая для получения заранее определенного количества растительной сельскохозяйственной продукции. Агроэкосистема включает в себя однородный (одновидовой или многовидовой) однолетний или многолетний фитоценоз вместе с почвой, первым водоносным горизонтом и приземным слоем атмосферы в границах сельскохозяйственного поля или рабочего

© Биньковская А.В., Волков А.И., Шанина Т.П., 2015

Биньковская Анна Витальевна, ассистент кафедры прикладной экологии Одесского государственного университета; Украина 65016, Одесса, ул. Львовская, 15; e-mail: anna.binkovska@gmail.com

Волков Андрей Игоревич, к.геогр.н., доцент кафедры прикладной экологии Одесского государственного университета; Украина 65016, Одесса, ул. Львовская, 15; e-mail: aandrew@rambler.ru

Шанина Татьяна Петровна, к.хим.н., доцент кафедры прикладной экологии Одесского государственного университета; Украина 65016, Одесса, ул. Львовская, 15; e-mail: shanina_tp@mail.ru

участка» [3]. Говоря о сложности агроэкосистем как целостных объектов исследования, можно предположить, что для использования экосистемного подхода для анализа агроэкосистем необходимо учитывать наибольшее количество взаимодействующих компонентов этих систем, а также их связи с другими составляющими компонентами систем с характерными для них свойствами. Агроэкосистемы, как изменённые человеком природные системы, управляемые с целью повышения продуктивности определённой группы растений или животных, характеризуются набором признаков, позволяющих разделить их на два типа: экстенсивный и интенсивный. В агроэкосистемах экстенсивного типа, наряду с солнечной радиацией, используются дополнительные источники энергии, создаваемые человеком: они близки по продуктивности к естественным экосистемам – природным и культурным пастбищам и сенокосам. Агроэкосистемы интенсивного типа, потребляющие большое количество нефтепродуктов и химикатов, характеризуются производством генетически однородных популяций растений и животных за счёт максимального использования различных ресурсов (посевы высокоурожайных сельскохозяйственных культур, парники и теплицы). Кроме того, к этому типу относят предприятия животноводства, где практикуется безвыгульное содержание животных (предприятия по содержанию в стойлах молочного скота или лошадей, фермы по откорму свиней). В агроэкосистемах интенсивного типа сохраняется опосредованная связь между сельскохозяйственными животными и культурными растениями благодаря деятельности человека, несмотря на то, что посевы культурных растений пространственно отдалены от их потребителей – сельскохозяйственных животных: видовой состав и численность животных определяют площадь полей и ассортимент кормовых растений, а отходы животноводства, вывозимые на поля, служат удобрением для возделываемых человеком растений [13].

Структура и механизм трофических отношений в любых экологических системах являются неотъемлемой и важной частью их существования. Сбалансированность биогеохимического круговорота питательных веществ в природных экосистемах является следствием сложной системы взаимодействия среды обитания и разлагающих питательный субстрат организмов. В агроэкосистемах, вследствие искусственного формирования сообществ и среды обитания, равновесность круговорота элементов питания должна поддерживаться извне компенсаторно за счёт внесения их в почву в количествах, восстанавливающих отчуждённые с урожаем объёмы. Растущие потребности в энергии и химических средствах, нагрузка на трансформированные и адаптированные земли являются факторами отдаления от принципов рационального природопользования, приводя к приоритету производства товарных культур над стабильной продуктивностью и сохранением почвенного плодородия [10].

Ежегодно в Украине для производства энергии используется около 2 млн т у. т. /год биомассы различных видов. При этом основной вклад вносит древесина — ее доля в структуре годового потребления биомассы составляет почти 60 %. На древесину приходится и самый высокий процент использования экономически целесообразного потенциала — 80 %, тогда как для других видов биомассы (за исключением лужки подсолнечника) этот показатель на порядок ниже. Наименее активно (на уровне 1 %) реализуется энергетический потенциал соломы зерновых культур и рапса [5]. При обращении с отходами как растительного, так и животного происхождения часто практикуется их складирование на площадках под открытым небом, что приводит к загрязнению прилегающих территорий и потере ценных питательных веществ биомассой, несмотря на то, что имеется возможность применять эффективные способы ее переработки.

Изучение зарубежного опыта и современных технологий переработки органической массы животного и растительного происхождения может оказать существенное влияние на выработку политики обращения с органическими отходами агроэкосистем [18; 20]. Использование органических отходов животного и растительного происхождения для производства биогаза широко практикуется в Европе: по данным ЕВА - European Biogas Association, в 2012 г. количество биогазовых заводов составило более 13800, приблизительно 1400 биогазовых установок были введены в эксплуатацию, что соответствует росту производства на 12%. Безусловным лидером по производству биогаза является Германия (8400 заводов), Италия за 2012 год удвоила количество установок с 521 до 1264, доля использования в процессе переработки в качестве сырья отходов сельского хозяйства растительного и животного происхождения составила 44,7%. Чешская республика в 2012 г. ввела в эксплуатацию 154 биогазовых станции, что соответствует росту в 47%, Словакия – 36 (69% соответственно) [15].

В данной работе выполнен анализ и проведен ряд расчетов, позволяющих выявить динамику распределения потоков отходов растениеводства и животноводства в агроэкосистемах Одесской области, а также пути интенсификации их переработки методом анаэробного сбраживания как наиболее родственного к природным процессам трансформации органического вещества.

Материалы и методика

Для понимания механизмов протекания процессов в агроэкосистемах необходимо исследовать поведение ее компонентов – сельскохозяйственных культур, животных, а также определить данные о количестве и качестве этих компонентов, их взаимосвязи с другими составляющими экосистемы. Для изучения количественных характеристик образующихся объемов органических отходов растительного и животного происхождения в агроэкосистемах Одесской области проанализированы статистические данные по каждому из 26 районов области. Объем исследованных статистических данных охватывает период с 2006 по 2010 г. и включает как данные по растениеводству области – валовый сбор основных видов сельскохозяйственных культур, так и по животноводству – количественный и видовой составы поголовья животных, являющихся неотъемлемой частью этих агроэкосистем. При анализе статистических данных по ежегодному валовому сбору 16 основных видов сельскохозяйственных культур в районах Одесской области были выбраны шесть из них, а именно: пшеница, ячмень, овес, кукуруза, подсолнечник и картофель. Критериями выбора указанных культур являются: распространенность избранных видов по территории области, их урожайность, а также особенности методик, позволяющие получить расчетные данные по формированию растительной биомассы и провести анализ исходных и полученных значений. Диапазон данных по валовому сбору пшеницы во всех 26 районах области составил от 10528611 ц в 2006 г. до 13176255 ц в 2010 г.; ячменя от 12369837 в 2006 г. до 10411243 ц в 2010 г.; овса от 211367 в 2006 г. до 91406 ц в 2010 г.; кукурузы от 3393548 в 2006 г. до 4104082 ц в 2010 г.; подсолнечника от 3675303 в 2006 г. до 3280127 ц в 2010 г.; картофеля от 2975619 в 2006 г. до 5410273 ц в 2010 г. Расчет количества образующихся растительных отходов проводился с использованием методики, учитывающей основные факторы и показатели, позволяющие проводить вычисления по продуктивности различных сельскохозяйственных культур: усвоение солнечной энергии посевами, стандартная влажность, значение соотношения плодов или зерна к листовостебельной продукции [6]. Количество сухой биомассы основных сельскохозяйственных культур определялось по формуле:

$$y_{\tau} = \frac{100 \cdot Y_{\text{биол}}}{(100 - \varepsilon)\alpha},$$

где ε – стандартная влажность по ГОСТу, %;

α – сумма частей в отношении основной продукции к побочной в биомассе;

$Y_{\text{биол}}$ – показатель урожая сухой биомассы.

Расчет образующихся отходов животного происхождения проводился с использованием статистических данных по поголовью животных как сельскохозяйственных предприятий, так и хозяйств населения каждого из 26 районов Одесской области: крупного рогатого скота, свиней, овец, коз, а также птицы. Поголовье крупного рогатого скота составило от 258257 тыс. голов в 2006 г. до 182512 тыс. голов в 2010 г.; свиней от 453841 в 2006 г. до 385096 тыс. голов в 2010 г.; овец и коз от 370647 в 2006 г. до 398311 тыс. голов в 2010 г. Птицы всех видов, включая молодняк, составили от 1051061 в 2006 г. до 1168133 голов в 2010 г.

При вычислениях использовались усредненные показатели ежегодного образования отходов от одной головы: данные охватывают период 2006-2010 гг. При расчетах генерации помета птицей на фермах и в хозяйствах населения использовались детальные данные по видовому составу: кур и петухов, гусей, других видов птицы; отдельно рассчитывался процентный состав молодняка во всех группах, поскольку для определения выхода помета этой группой были применены отличные, чем для взрослой возрастной группы птиц, ежегодные показатели образования отходов.

Учитывая разнородность расчётных данных и их широкий диапазон, использовался алгоритм максиминного расстояния, позволяющий реализовать кластерный анализ данных без запроса предварительной информации о законе распределения анализируемой случайной величины [14]. Алгоритм состоит из следующих шагов:

1) в качестве первого центра кластера выбирается элемент $c_1 = x_1$;

2) в качестве второго центра кластера выбирается тот элемент $c_2 = x_{j_2}$, который находится на наибольшем расстоянии от c_1 , т.е.

$$\|x_{j_2} - c_1\| = \max_{x \in E} \|x - c_1\|;$$

3) предположим, что выбраны k центров $C^{(k)} = \{c_1, \dots, c_k\}$ кластеров. В качестве очередного $(k + 1)$ -го центра кластера выбирается тот элемент $x_{j_{k+1}}$, который находится на наибольшем расстоянии от ближайшего из центров c_1, \dots, c_k , т.е.

$$\min_{c \in C^{(k)}} \|x_{j_{k+1}} - c\| = \max_{x \in E \setminus C^{(k)}} \min_{c \in C^{(k)}} \|x - c\|;$$

4) проверяется условие останова [7].

Визуализация данных, полученных в результате кластеризации, выполнена с использованием ГИС-пакета MapInfo Professional [19]. Выбор данного программного пакета обусловлен наличием всех необходимых инструментов для создания тематических многослойных карт и возможностью конвертировать полученные результаты в различные графические форматы. Также важным достоинством MapInfo является полная совместимость с продуктами Microsoft, такими как Excel и Access.

Обсуждение материалов

Одесская область занимает площадь в 33,31 тыс.км² и включает 26 административных районов: Ананьевский, Арцызский, Балтский, Березовский, Белгород-Днестровский, Беляевский, Болградский, Великомихайловский, Ивановский, Измаильский, Килийский, Кодымский, Коминтерновский, Котовский, Красноокнянский, Любашовский, Николаевский, Овидиопольский, Ренийский, Раздельнянский, Савранский, Саратовский, Тарутинский, Татарбунарский, Фрунзовский, Ширяевский. Структурные компоненты сложившихся агроэкосистем районов взаимодействуют друг с другом, образуя в результате природных и антропогенных процессов конечные продукты и производя большое количество отходов.

По данным американских специалистов сельского хозяйства известно, что от всей массы кукурузы, выращенной для консервирования, примерно 50% составляют полевые отходы, около 30% - отходы обработки и менее 20% - само зерно в консервированном виде. При выращивании риса образуется большое количество соломы, а его обмолот дает 20% трудносжигаемой шелухи, содержащей 18% двуокиси кремния. К отходам при производстве сельскохозяйственных культур относят также отходы урожая, главным образом, листья, стебли, обрезки, падалица и отбракованные фрукты в виде влажных отходов, жнивье и солома, скорлупа и шелуха и т. п. Большие объёмы отходов также образуются в животноводстве и птицеводстве. Одна молочная ферма со 100 дойными коровами даёт примерно 14 т твёрдых отходов в сутки. Один откормочный комплекс на 10 тыс. голов крупного рогатого скота может дать 260 т отходов в сутки. На птицефабрике производительностью 1 млн яиц в сутки ежедневно образуется около 50 т отходов [11].

В районах Одесской области после сбора урожая остается значительное количество растительных отходов: в результате расчетов получены данные по количеству образующейся биомассы в каждом из 26 районов области. Общее количество отходов по всем районам области за каждый год с 2006 по 2010 г. составило: пшеницы от 22694779 ц в 2006 г. до 28324910 ц в 2010 г.; ячменя от 22337986 в 2006 г. до 18800741 ц в 2010 г.; овса от 418086 в 2006 г. до 180801 ц в 2010 г.; кукурузы от 6447405 в 2006 г. до 7797544 ц в 2010 г.; подсолнечника от 6983045 в 2006 г. до 6232236 ц в 2010 г.; картофеля от 5107155 в 2006 г. до 9284671 ц в 2010 г.

Расчет количества отходов животного происхождения также проводился по каждому району области. В результате расчетов получены данные по отходам в каждом из 26 районов области и суммарный результат по всем районам за каждый год периода с 2006 по 2010 г. Общее количество отходов по всем районам области за каждый год периода с 2006 по 2010 г. составило: крупный рогатый скот от 2840827 т в 2006 г. до 2007632 т в 2010 г.; свиньи от 2723046 в 2006 г. до 2310576 т в 2010 г.; овцы и козы от 370647 в 2006 г. до 398311 т в 2010 г.; птица от 6636,7 т в 2006 г. до 7247 т в 2010 г.

Полученные данные позволяют выявить динамику генерации органических отходов на протяжении пятилетнего периода. Расчётные объёмы образующихся отходов растительного происхождения колеблются от 390-506 тыс. т в Белгород-Днестровском районе до 333-469 тыс. т отходов животного происхождения в Саратовском районе. Результаты кластерного анализа данных и динамика распределения расчетных значений общего количества образующихся отходов по каждому из районов за период 2006-2010 гг. отображены на рис. 1-5.

Существующие методы переработки объемов органического сырья в Одесской области вместе с тем не позволяют говорить об эффективном использовании полезного ресурса органической массы. Однако она обладает значительным энергетическим и питательным потенциалом, при рациональном использовании которого можно существенно снизить энергетические потребности и поддержать стабильность агроэкосистем. Интенсификация процессов переработки образующихся отходов возможна при использовании родственных природным процессам методов; с точки зрения отдалённых экологических последствий такой путь наиболее благоприятен для сохранения и восполнения природных ресурсов агроэкосистем. Биологическое разложение органических отходов

аэробным способом сопровождается выделением в атмосферу газов, а также легколетучих и резкопахнущих веществ.

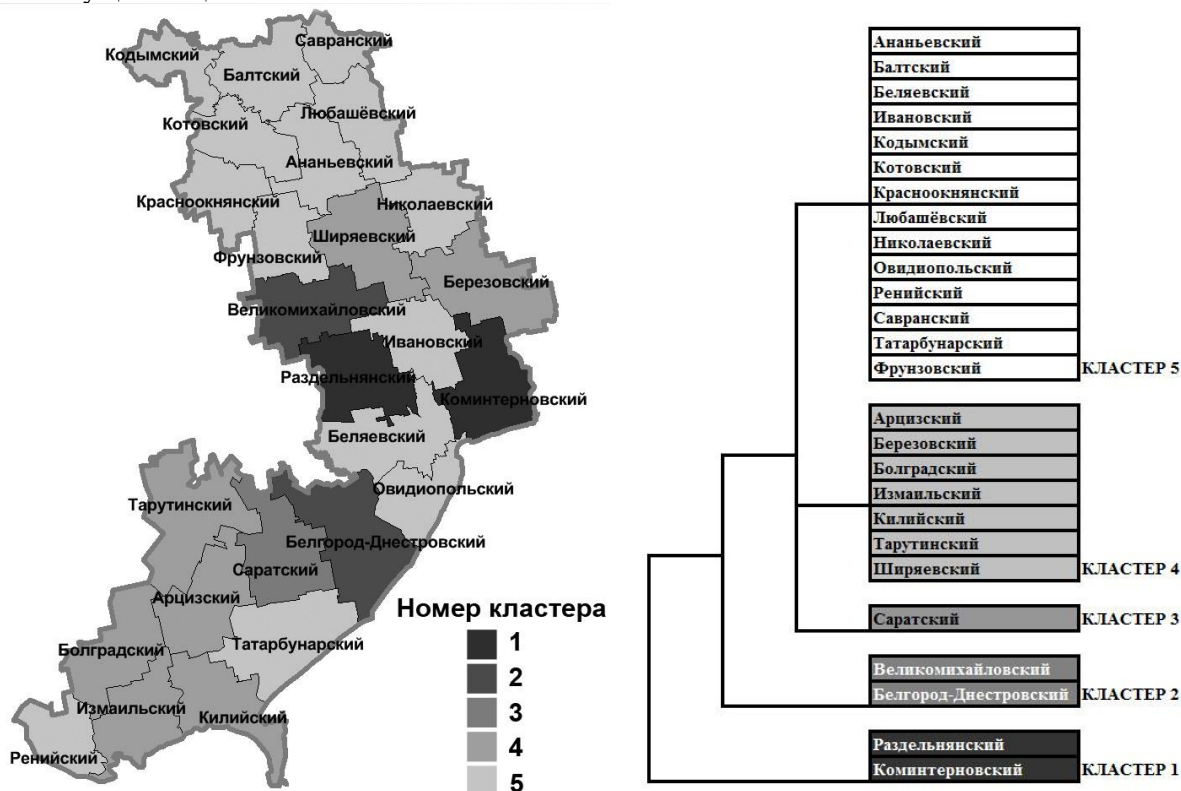


Рис. 1. Кластерный анализ территории Одесской области по суммарному количеству отходов растениеводства, животноводства и птицеводства 2006 г. (территориальное зонирование и дендрограмма)

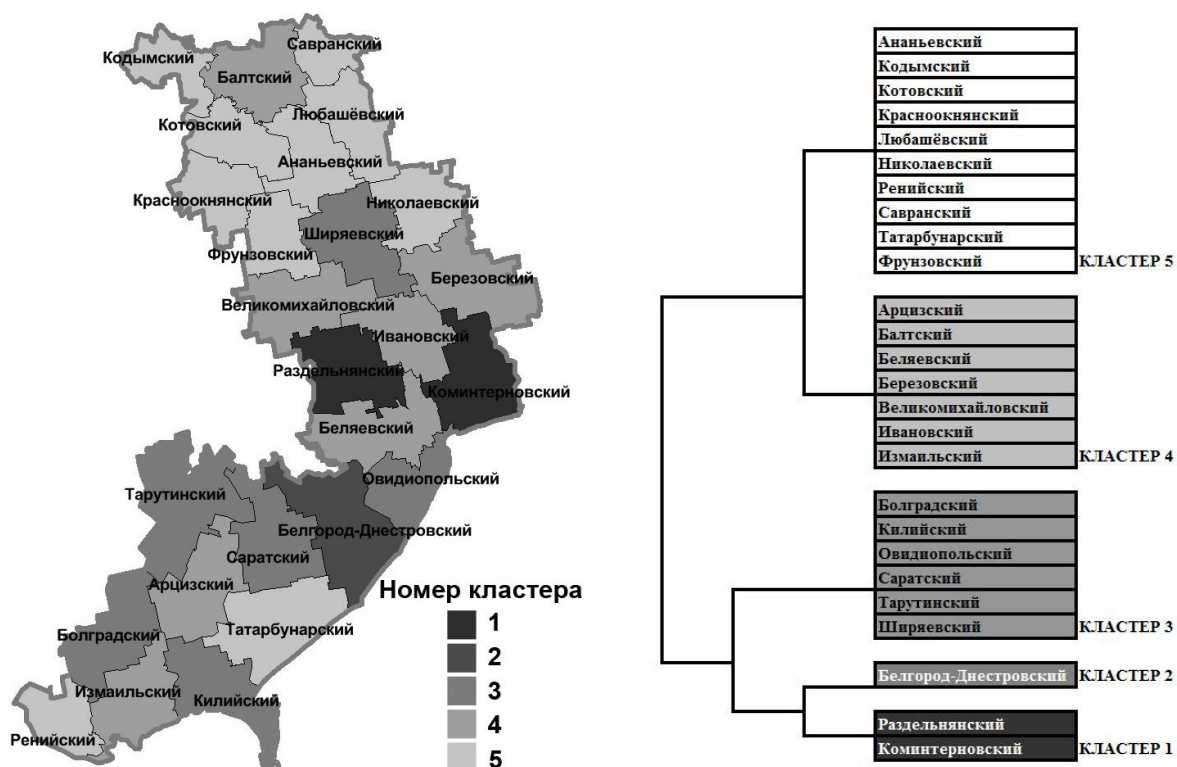


Рис. 2. Кластерный анализ территории Одесской области по суммарному количеству отходов растениеводства, животноводства и птицеводства 2007 г. (территориальное зонирование и дендрограмма)

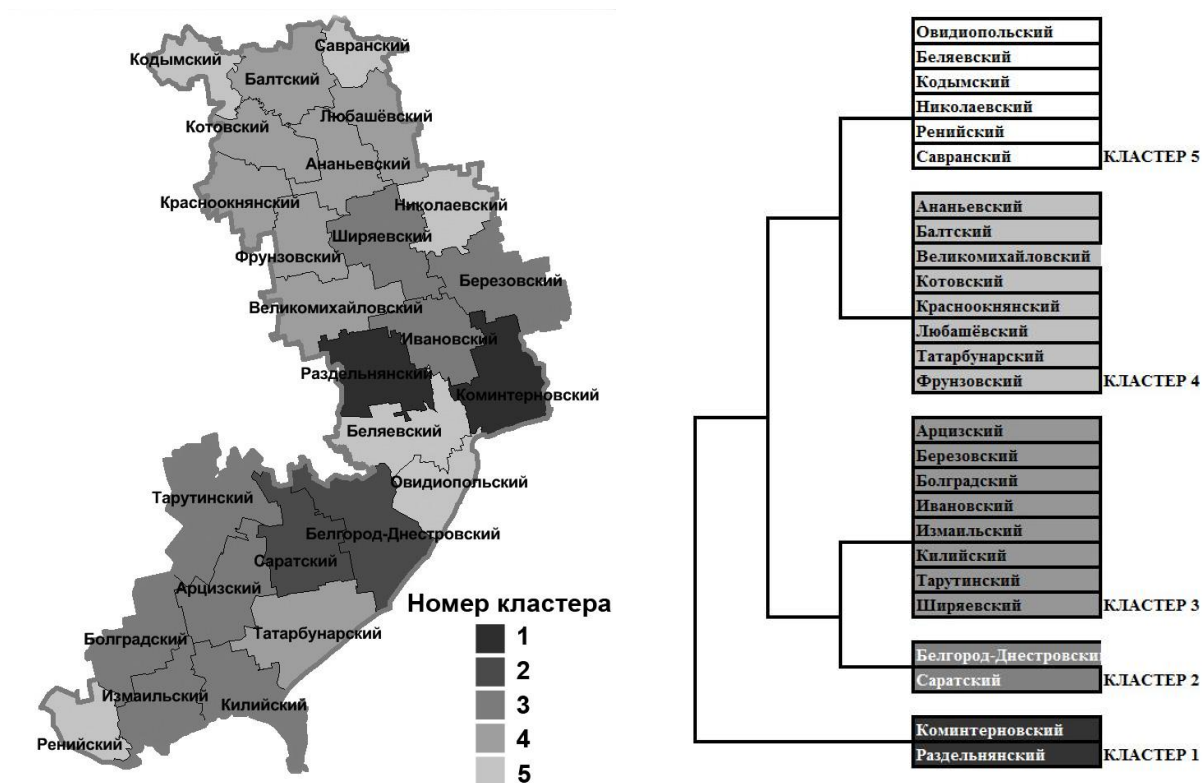


Рис. 3. Кластерный анализ территории Одесской области по суммарному количеству отходов растениеводства, животноводства и птицеводства 2008 г. (территориальное зонирование и дендрограмма)

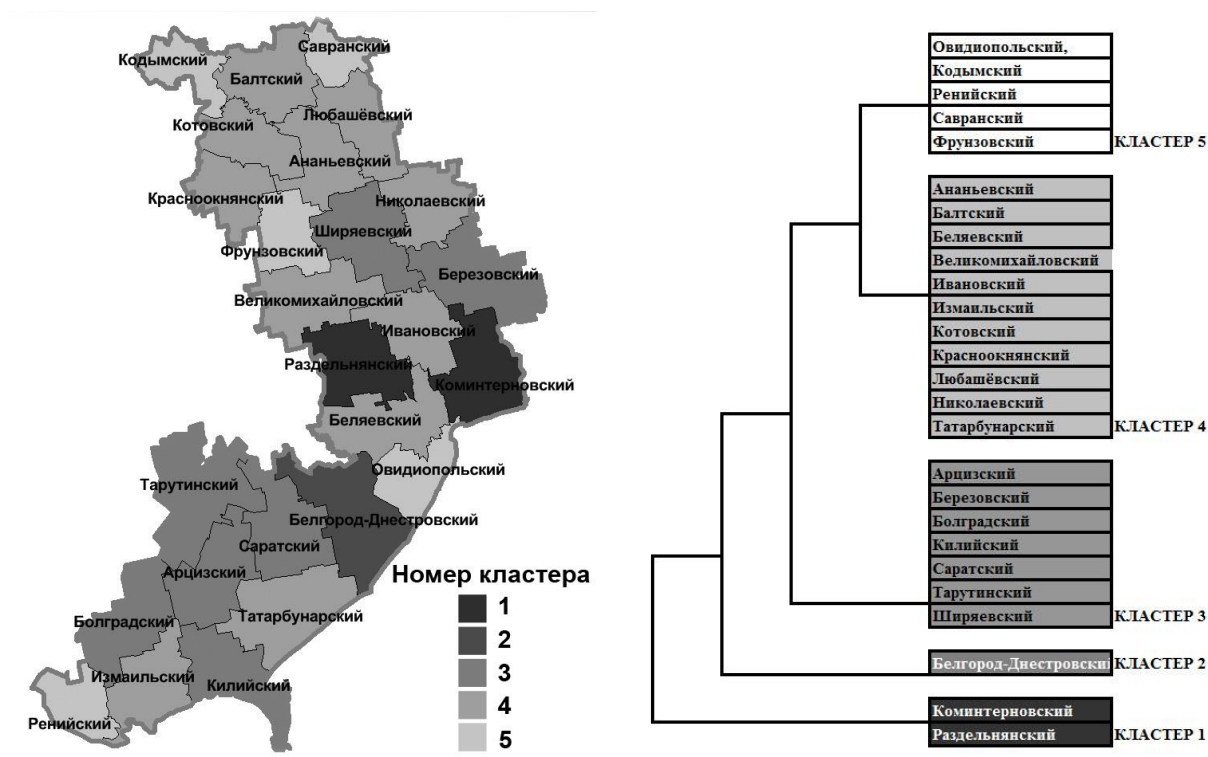


Рис. 4. Кластерный анализ территории Одесской области по суммарному количеству отходов растениеводства, животноводства и птицеводства 2009 г. (территориальное зонирование и дендрограмма)

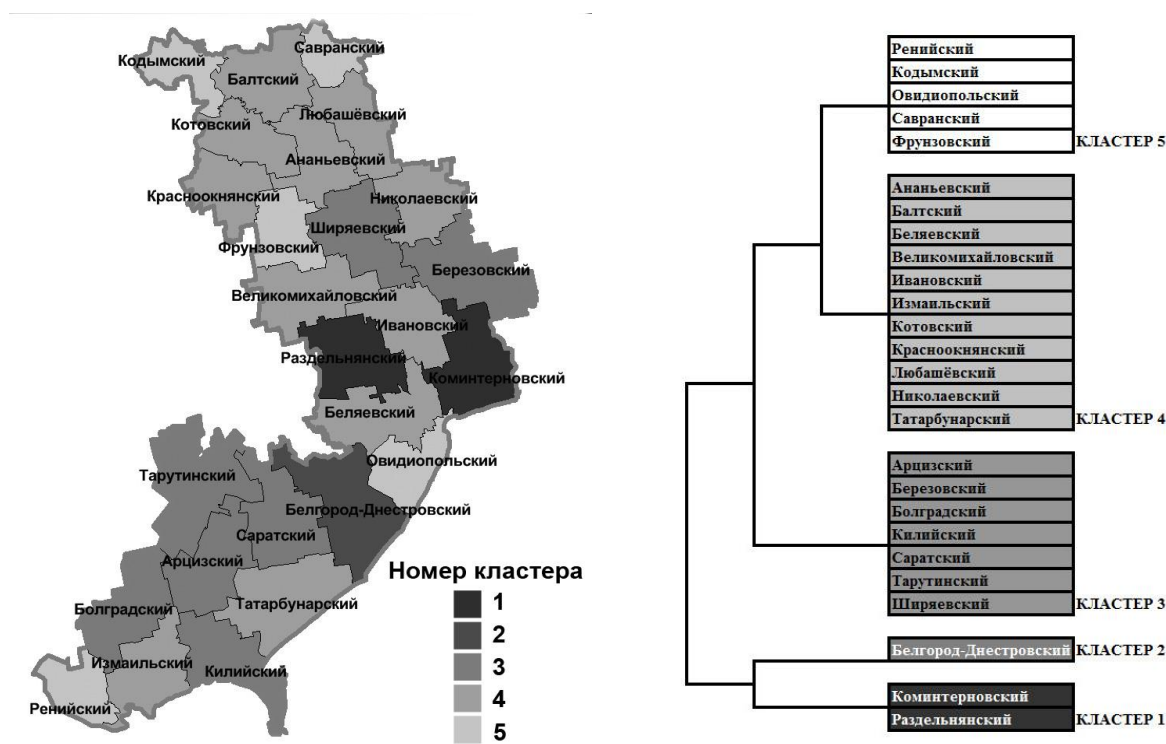


Рис. 5. Кластерный анализ территории Одесской области по суммарному количеству отходов растениеводства, животноводства и птицеводства 2010 г. (территориальное зонирование и дендрограмма)

Складирование отходов в непосредственной близости от источников воды сопровождается их загрязнением, что негативно сказывается на функционировании агроэкосистем в целом. Кроме того, потери питательных веществ при улетучивании и просачивании в почву могут достигать существенных значений: потери азота, важного элемента для питания растений, в конечном субстрате при аэробном сбраживании могут достигать 40%.

Современные тенденции энергосбережения и органического земледелия требуют внимания ко всем составляющим агроэкосистем, изучению их территориальных, качественных и количественных компонентов, рационального подхода к функционированию и внутрисистемным связям. Наиболее отвечающим современным требованиям к переработке и максимальному использованию компонентов органических отходов растительного и животного происхождения является метод анаэробного сбраживания, использование которого позволяет получить ценные по своему составу органические удобрения и биогаз с высоким содержанием метана.

Анаэробное брожение в естественных условиях наблюдается в водоёмах с высоким количественным содержанием органического вещества и ограниченным доступом кислорода, который расходуется преимущественно на окисление отмершего органического материала на глубине нескольких миллиметров от поверхности, не проникая в толщу водоёма. В результате формирования анаэробной среды создаются благоприятные условия для жизнедеятельности метаногенных бактерий, вследствие чего образуется газ с высоким содержанием метана. Изменение интенсивности потока метана, зависящее от климатических условий и времени года, наблюдается в диапазоне от 20 до 70% от среднего [1].

В процессе анаэробной переработки органических отходов в биогазовых установках формируется устойчивое метаногенное сообщество, являющееся специализированным для данного субстрата и физико-химических условий среды [8]. Использование метаногенных бактерий для обработки органической массы в искусственных регулируемых условиях (контроль температуры, влажности, перемешивание субстрата) позволяет ускорить процессы трансформации, а комбинирование растительных и животных отходов в биогазовых установках в определенных пропорциях увеличивает выход биогаза [16].

Переработка органического субстрата в анаэробной среде сопровождается физико-химическими изменениями, в результате которых образуется высокопитательная масса, содержащая значительные количества веществ, необходимых для жизнедеятельности растений агроэкосистем [17]. Конечный продукт обеззаражен, сбалансирован по составу, а питательные вещества трансформированы в состояние, наиболее удобное для усвоения растениями, что имеет существенные преимущества перед

традиционным способом внесения в почву жидкого навоза. Согласно автору [12], удобрение сенокосов и пастбищ жидким навозом или навозной жижей приводит к сильным изменениям эдафона. При сохранении общей численности организмов меняется их видовой состав, на маломощных почвах плотность популяции снижается, и животный мир становится менее разнообразным. Кроме того, увеличивается численность паразитических и полупаразитических нематод. По оценкам компании ООО "Зорг Биогаз Украина", питательная ценность органической массы животного происхождения (свиной, коровий навоз, птичий помет), полученной в результате анаэробной обработки, находится в диапазоне: N 4,3-18, NH₄-N 1,0-3,5, P₂O₅ 2,7-10,9, K₂O 6,1-8,8, MgO 1,3-4,2 кг/т, растительного происхождения (трава, травяной и кукурузный силос): N 2,1-4, NH₄-N 0,5-1,3, P₂O₅ 1,25-1,4, K₂O 4,0-4,8, MgO 0,5-1 кг/т [2]. По нашим оценкам, переработка навоза сельскохозяйственных животных в Одесской области за период 2006-2010 гг. анаэробным методом позволит получить следующие количества питательных веществ: навоз крупного рогатого скота – N 8,0-12,0, NH₄-N 2,0, P₂O₅ 5,0-7,0, K₂O 15,0-21,0, MgO 2,0-3,0; навоз свиней – N 10,0-16,0, NH₄-N 2,0-3,0, P₂O₅ 9,0-14,0, K₂O 10,0-16,0, MgO 2,0-4,0 т/тыс. т органической массы. Невозврат в почву питательных веществ от переработки растительной массы за период 2006-2010 гг. составил: пожнивных остатков пшеницы – N 12,9-30,6, NH₄-N 2,9-6,9, P₂O₅ 9-21,4, K₂O 8,4-19,9, MgO 1,1-2,7 т/тыс. т; кукурузы – N 0,4-2,9, NH₄-N 0,1-0,9, P₂O₅ 0,1-1,0, K₂O 0,4-3,3, MgO 0,1-0,6; картофеля – N 0,8-4,2, NH₄-N 0,3-1,4, P₂O₅ 0,5-2,6, K₂O 0,9-4,3, MgO 0,2-1,1 т/тыс. т растительной массы. Согласно статистическим данным Государственного комитета статистики Украины, в 2010 г. на 1 га посевной площади в Одесской области под посевы всех сельскохозяйственных культур было внесено 43 кг минеральных и 100 кг органических удобрений. В процентном выражении часть удобренной площади минеральными удобрениями составила 60,7%, органическими – 0,6% [4]. Следствием нарушения процесса накопления и миграции элементов питания почв является повышение их кислотности, снижение количественного содержания гумуса, что приводит к низкой продуктивности растений и, как следствие, обеднению видового компонента агроэкосистем. Таким образом, переработка органических отходов растительного и животного происхождения с использованием метода анаэробного сбраживания в агроэкосистемах Одесской области позволит сохранить питательную ценность биомассы и компенсировать недостаток питательных веществ в почве.

Выводы

1. В результате кластерного анализа территории Одесской области по общему количеству отходов растениеводства, животноводства и птицеводства выявлено, что наиболее стационарная по времени картина соответствует Коминтерновскому и Раздельнянскому районам, которые относятся к первому кластеру на всем рассматриваемом временном интервале. Это позволяет утверждать, что данные районы являются наиболее перспективными для планирования адресного использования энергетического потенциала указанных отходов в качестве составляющей альтернативного энергообеспечения агроэкосистем.

2. Жизнедеятельность агроэкосистем, как искусственно созданных человеком экосистем, вследствие естественных процессов сопровождается образованием значительного количества органических отходов растительного и животного происхождения, способы обращения с которыми оказывают существенное влияние на качественные характеристики компонентов агроэкосистем: почву, источники вод, видовой состав растительных и животных составляющих. Интенсификация процессов переработки образующейся органической массы с использованием анаэробного способа брожения позволит снизить нагрузку на структурные компоненты агроэкосистем и восполнить ежегодные потери питательных веществ и микроэлементов почвами. Переработка образующегося сырья в биогазовых установках имеет значительные преимущества перед традиционными методами накопления отходов, поскольку, в отличие от естественных условий, протекание анаэробных процессов в установках контролируемо, а все конечные продукты переработки (биогаз и органические удобрения) могут быть использованы на поддержание энергетического баланса и питательной ценности почв агроэкосистем.

3. Использование современных способов хозяйствования позволит уменьшить антропогенную нагрузку на природную среду, увеличить ресурсный потенциал биомассы для производства собственной энергии, что в совокупности с энергосберегающими технологиями окажет значительное влияние на сохранение устойчивости агроэкосистем.

Библиографический список:

1. Бажин Н.М. Метан в окружающей среде: аналит. обзор / Учреждение Рос. акад. наук, гос. публич. науч.-техн. библиотека Сиб. отделения РАН. – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2010. 56 с.

2. Биоудобрения - основа улучшения качества сельскохозяйственной продукции. Zorg Biogas AG. [Электронный ресурс] // ООО "Зорг Биогаз Украина" [Официальный сайт]. URL: <http://zorgbiogas.ru/upload/pdf/Zorgbiogas-biofertilizer.pdf> (дата обращения: 15.05.2014).
3. Булаткин Г.А. Эколого-энергетические основы оптимизации продуктивности агроэкосистем / М.: НИИ-Природа, 2008. 366 с.
4. Внесення мінеральних та органічних добрив під урожай сільськогосподарських культур у 2010 році. Статистичний бюлетень Державного комітету статистики України. К., 2011. 52 стор.
5. Гелетуха Г., Железная Т. Состояние и перспективы развития биоэнергетических технологий в Украине // Экология предприятия. Киев: ДП Преса, 2014. № 4. С. 32-41.
6. Каюмов М.К. Программирование продуктивности полевых культур: справочник 2-е изд., перераб. и доп. М.: Росагропромиздат, 1989. 368 с.
7. Лепский А.Е., Броневиц А.Г. Математические методы распознавания образов Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. 155 с.
8. Майстренко А.Ю. Общая характеристика метаногенеза и обоснование технологических схем получения биогаза // Энергетика та електрифікація: наук.-вироб. журн. / М-во палива та енергетики України, Науково-технічна спілка енергетиків та електротехніків України. Київ: ТОВ "Гнозіс", 2009. № 3. С. 52-59
9. Одум Ю. Основы экологии: пер. с 3-го англ. изд. / Под ред. и с предисл. Н.П. Наумова. М.: Мир, 1975. 741 с.
10. Сельскохозяйственные экосистемы: пер. с англ. А.С.Каменского, Ю.А.Смирнова, Э.Е.Хавкина / Под ред. и с предисл. Л.О.Карпачевского. М.: Агропромиздат, 1987. 23 с.
11. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. М.: Колос, 2000. 232 с.
12. Тишлер В. Сельскохозяйственная экология: Пер. с нем. к.б.н. Б.Р. Стригановой и В.А.Турчаниновой / Под ред. и с предисл. проф. М.С.Гилярова. М.: Колос, 1971. 455 с.
13. Шапиро Я.С. Агробиология: учебное пособие. СПб.: Проспект Науки, 2009. 280 с.
14. Школьній Є.П., Лоева І.Д., Гончарова Л.Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації К.: Міністерства України, 1999. 600 с.
15. Biogas production in Europe, December 2013. Biogas report 2013. [Electronic resource] // European Biogas Association [Official website]. January 2014. URL: <http://adbiogas.co.uk/wp-content/uploads/2014/01/EBA-Biogas-Report-2013.pdf> (accessed: 03.06.2014).
16. Frank R. Spellman, Nancy E. Whiting. Environmental Management of Concentrated Animal Feeding Operations (CAFOs). CRC Press USA, Taylor & Francis Group LLC, 2007. – 475 p.
17. Functional Plant Ecology. Second edition. Ed. by Francisco I. Pugnaire, Fernando Valladares. CRC Press USA, Taylor & Francis Group LLC, 2007. 726 p.
18. J. Warren, C. Lawson and K. Belcher. The Agri-Environment. Cambridge University Press (Published in the United States of America by Cambridge University Press, New York), 2008. 224 p.
19. MapInfo Professional User Guide - Stamford: Pitney Bowes MapInfo Corporation, 2007. 568 p.
20. Sanderine Nonhebel. Energy use efficiency in biomass production systems / Economics of Sustainable Energy in Agriculture. Kluwer Academic Publishers: New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow. Economy & Environment, 2002. Vol. 24. 250 p.

G.V. Binkovska, A.I. Volkov, T.P. Shanina

COMPREHENSIVE ANALYSIS OF ORGANIC WASTE STREAMS DISTRIBUTION WITHIN AGRICULTURAL ECOSYSTEMS IN THE ODESSA OBLAST (UKRAINE) AND METHODS FOR INTENSIFICATION OF THE WASTE TREATMENT WITH THE APPLICATION OF GEOINFORMATION TECHNOLOGIES

Structural components of agroecosystems were analyzed with due regard to clustering of the data array. Correlations in the distribution of plant and animal organic waste flows in the districts of the Odessa Oblast were revealed. Exploitation of the natural microorganism communities under artificial conditions (an anaerobic method) and subsequent reversion of the final nutrient-dense product into the natural environment were defined as the principal methods to intensify the process of waste treatment.

Key words: agricultural ecosystems, organic waste, anaerobic fermentation, cluster analysis.

G.V. Binkovska, Assistant lecturer of the Department of Applied Environmental Science; Odessa State Environmental University, 15 Lvivska str., Odessa, Ukraine, 65016; anna.binkovska@gmail.com

A.I. Volkov, PhD (Geography), Associate Professor of the Department of Applied Environmental Science; Odessa State Environmental University, 15 Lvivska str., Odessa, Ukraine, 65016; aandrew_v@rambler.ru

T.P. Shanina, PhD (Chemistry), Associate Professor of the Department of Applied Environmental Science; Odessa State Environmental University, 15 Lvivska str., Odessa, Ukraine, 65016; shanina_tp@mail.ru