ФОРМИРОВАНИЕ ГУМУС ПОДОБНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ПТИЧЬЕГО ПОМЁТА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА

Йулдошев Шокир Уринович,*
PhD по химическим наукам. с.н.с
e-mail: www.yyy.2014@mail.ru
Ниязметов Умидбек Худайберганович,**
DSc по биологическим наука

**Институт химии растительных веществ АН РУз им. акад. С.Ю.Юнусова*
***Институт почвоведения и агрохимических исследований*

Аннотация. В данной статье изучено влияние окислительных способов переработки птичьего помёта на образование гумус подобных веществ и агрономическую эффективность органических удобрений. Птичий помёт в исходном виде обрабатывали озоном и системой O_3+H_2O_2. Показано ускорение полимеризации и ароматизации, рост суммарных ГПВ до 53,7 % и изменение соотношений гуминовых и фульвокислот. Элементный анализ выявил снижение C и H, рост O и N, что отражает структурную стабилизацию. Вегетационные опыты на хлопчатнике «Султан» подтвердили увеличение роста и урожайности, максимальное при 100 кг/га дозе, и высокую экологическую ценность технологии.

Ключевые слова: птичий помёт, озонолиз, перекись водорода, гумус подобные вещества, гуминовые кислоты, фульвокислоты, органические удобрения, агрономическая эффективность.

Annotation. This article examines the influence of oxidative methods of poultry manure processing on the formation of humus-like substances and the agronomic efficiency of organic fertilizers. Poultry manure in its initial form was treated with ozone and the O_3+H_2O_2 system. The study showed acceleration of polymerization and aromatization processes, an increase in total humus-like substances (HLS) up to 53,7%, and changes in the ratios of humic and fulvic acids. Elemental analysis revealed a decrease in C and H, an increase in O and N, reflecting structural stabilization. Vegetation experiments on cotton (variety “Sultan”) confirmed increased growth and yield, with the maximum effect observed at a 100 kg/ha application rate, demonstrating the high environmental value of the technology.

Keywords: poultry manure, ozonolysis, hydrogen peroxide, humus-like substances, humic acids, fulvic acids, organic fertilizers, agronomic efficiency.

Annotatsiya. Ushbu maqolada parranda qiyini oksidlovchi usullar bilan qayta ishlashning gumussimon moddalar hosil bo‘lishi va organik o‘g‘itlarning agronomik samaradorligiga ta’siri o‘rganildi. Parranda qiyi boshlang‘ich holatda ozon va O_3+H_2O_2 tizimida ishlov berildi. Polimerlanish va aromatizatsiya jarayonlarining tezlashishi, GPV umumiy miqdorining 53,7 % gacha oshishi hamda, gumin va fulvokislotalar nisbatining o‘zgarishi aniqlandi. Element tahlili C va H kamayishi, O va N oshishini ko‘rsatib, struktura barqarorligini ifodaladi. “Sultan” navli paxtada o‘tkazilgan vegetatsion tajribalar o‘sish va hosildorlikning, ayniqsa 100 kg/ga me’yorda, oshishini shuningdek, texnologiyaning yuqori ekologik qiymatini tasdiqladi.

Kalit so‘zlar: parranda qiyi, ozonoliz, vodorod peroksidi (peroksid vodorod), gumussimon moddalar, gumin kislotalar, fulvokislotalar, organik o‘g‘itlar, agronomik samaradorlik.

Введение. Современные исследования демонстрируют возрастающий интерес к применению окислительных технологий для переработки высококонцентрированных органических отходов, включая птичий помёт. Наиболее интенсивно изучаются радикальные системы, озонолиз и процессы, активируемые персульфатом, поскольку они способны ускорять деструкцию

органической матрицы и её последующую гумификацию в десятки раз по сравнению с традиционным компостированием.

Особое внимание уделяется персульфату (PS) и его активированным формам. Так, Ma et al. (2025) продемонстрировали, что сочетание Fe^0, ЭДТА и PS обеспечивает быструю трансформацию куриного помёта с образованием гуминовых и фульвокислот уже через 20–40 минут обработки [1]. При этом наблюдается рост содержания ароматических структур, увеличение доли карбоксильных и фенольных групп, а также формирование высокомолекулярных конденсированных соединений, сходных с природным гумусом. Аналогичные изменения фиксируются при трансформации осадков сточных вод и растительных остатков под действием радикальных систем, что подтверждает универсальность механизма [2,3].

Структурные изменения органики птичьего помёта под влиянием окислительных методов включают разрушение белков, липидов и хитин содержащих остатков, что облегчает последующую полимеризацию окисленных фрагментов в гумус подобные макромолекулы. Радикальные окислители способствуют ароматизации веществ через формирование устойчивых сопряжённых C=C-систем, являющихся ключевым этапом синтеза гумусовых соединений [4].

Озонолиз привлекает внимание как селективный метод, способный разрушать ненасыщенные связи и аминокислотные остатки, что ведёт к генерации гумус образующих фрагментов. Ряд исследований показал, что озонолиз органических отходов сопровождается увеличением содержания карбоксильных и гидроксильных групп, а также ростом фульвокислотной фракции [5,6]. При этом данные по прямому применению озонолиза к птичьему помёту остаются ограниченными, несмотря на высокую реакционную способность белково-азотной матрицы, что подчёркивает актуальность изучения этого направления.

Экологическая значимость окислительных методов также активно обсуждается. Chen et al. (2024) и Wang et al. (2023) сообщают о снижении биодоступности тяжёлых металлов, разрушении антибиотиков и генов устойчивости (ARGs), что важно для переработки помёта птицеводческих хозяйств. Эти преобразования обусловлены разрушением органических комплексов, удерживающих загрязнители, и частичной минерализацией нестабильных фракций [5,8].

Таким образом, существующие данные подтверждают высокую эффективность окислительных технологий для ускоренной гумификации органики и стабилизации потенциально опасных компонентов. Вместе с тем большинство исследований либо не фокусируются на птичьем помёте, либо рассматривают отдельные методы (например, только персульфат или только озон), что подчёркивает необходимость комплексного анализа влияния различных окислительных процессов на образование гумус подобных веществ в данном субстрате.

Материалы и методы. В качестве исходного материала использовали свежий птичий помёт бройлерного типа (возраст птицы 30–34 суток), собранный на фермерском хозяйстве. Отбор образцов проводили методом точечного смешивания в соответствии со стандартом ГОСТ ISO 14238–2014 для обеспечения репрезентативности навесок [9]. Перед проведением окислительной обработки помёт подвергали предварительной подготовке: удаляли посторонние включения, обеспечивали однородное перемешивание и определяли исходные физико-химические характеристики, включая влажность, pH, содержание органического вещества, общий углерод, азот и золу.

В качестве исходного материала

использовали свежий птичий помёт бройлерного типа (возраст птицы 30–34 суток), собранный на фермерском хозяйстве. Отбор образцов проводили методом точечного смешивания в соответствии со стандартом ГОСТ ISO 14238–2014 для обеспечения репрезентативности навесок [9]. Перед проведением окислительной обработки помёт подвергали предварительной подготовке: удаляли посторонние включения, обеспечивали однородное перемешивание и определяли исходные физико-химические характеристики, включая влажность, pH, содержание органического вещества, общий углерод, азот и золу. Для экспериментов материал высушивали при 40 °C до достижения влажности ≤10 %, после чего измельчали в лабораторной мельнице до размера частиц <1 мм. Навески для всех вариантов экспериментов составляли 20 г. Для системного анализа образцы распределяли по следующим сериям: контроль (К) - без окислительной обработки; озонолиз (O_3) - обработка газообразным озоном; пероксидная обработка (H_2O_2) - мягкий окислитель

для сравнительного анализа; комбинированная обработка (O_3+H_2O_2) радикальная система типа пероксона.

Озонолиз проводили в лабораторной установке на основе коронного разряда с производительностью 5 г O_3/ч и встроенным кислородным концентратором (95 % O_2). Газ подавали через тефлоновую трубку в стеклянный реактор объёмом 1,5 л, оснащённый штуцером для подачи газа, газораспределительной насадкой с пористостью 10-16 мкм, системой отбора газов в адсорбер для титрования остаточного O_3 методом KI-титрования и мешалкой с регулируемой скоростью 200–400 об/мин. Концентрацию озона в газовом потоке контролировали фотометрически при 254 нм.

Навески по 20 г помещали в реактор и добавляли воду в соотношении 1:5 для приготовления суспензии. Озон подавали в течение 10, 20 или 30 минут при температуре 25 ± 2 °C. Все варианты экспериментов проводились в трёхкратной повторности. Поток озона пропускали исключительно через кислородную линию, чтобы исключить образование побочных продуктов, в частности NO_x. Для мягкой окислительной обработки использовали водный раствор H_2O_2 (30 %) в концентрациях 1 %, 3 % и 5 % (м/м), выдерживая образцы при комнатной температуре в течение 1 ч. Для комбинированных вариантов (O_3 + H_2O_2, метод пероксона) H_2O_2 добавляли за 5 мин до включения озонатора, обеспечивая совместное радикальное окисление.

Выделение ГПВ проводили методом щелочно-экстракционного фракционирования по протоколу IHSS (International Humic Substances Society) (Ильяшенко–Конова) [10]. Экстракцию навесок выполняли 0,1 М раствором NaOH под азотной атмосферой. После центрифугирования образцы разделяли на фракции: гуминовые кислоты (ГК), фульвокислоты (ФК) и не экстрагируемый остаток (НЕО). Осадок ГК подкисляли до pH 1 с помощью HCl и выдерживали 12 ч, тогда как ФК определяли в над осадочной жидкости.

Содержание C, H, N, S определяли на CHNS-аналитике. Рассчитывали атомные отношения [11]:

H/C - степень ароматизации;

O/C - степень окисленности;

C/N - индикатор биологической доступности азота.

Статистическая обработка. Данные обрабатывали методом ANOVA при уровне значимости $p < 0,05$. Для построения графиков и расчётов использовали программное обеспечение OriginPro 2024 [11].

Характеристика почв и опытного участка. Полевые опыты проводились в Ташкентской области на опытном поле Научно-исследовательского института селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка.

Эксперименты были организованы на опытных участках, засаженных хлопчатником сорта “Султан”. Почвы опытных участок представлены типичными орошаемыми сероземами с суглинистой текстурой, высоким содержанием карбонатов (до 12%) и слабощелочной реакцией среды (pH 7,8–8,3). Гумусовый горизонт характеризуется средней мощностью (50–80 см) и содержанием гумуса 1,2 %, а суммарная поглотительная способность составляет 9–12 мг-экв/100 г (FAO 2021).

Экспериментальные варианты. В ходе эксперимента использовались две нормы (80–100 кг/га) органического удобрения (ОУ):

Схема полевого опыта:

Повторение I	Повторение II	Повторение III
$К_{без\ удобрения}$	$ОУ_{100}$	$ОУ_{80}$
$ОУ_{80}$	$К_{без\ удобрения}$	$ОУ_{100}$
$ОУ_{100}$	$ОУ_{80}$	$К_{без\ удобрения}$

Каждый вариант опыта закладывался в трёхкратной повторности, площадь каждой делянки составляла 50 м². Размещение вариантов в полевом опыте – рандомизированные. Планирование и проведение полевых опытов, а также статистической обработки полученных данных осуществляли по методикам Б.А.Доспехова [13].

Фенологические наблюдения и учёт урожайности

Оценка роста и развития хлопчатника проводилась в соответствии с методами «Методика проведения полевых испытаний» (2007) и специализированные методики, разработанные УзНИИХ (2007), включающей измерение высоты растений, числа плодовых ветвей, количества коробочек и их раскрываемости. Учёт урожайности осуществлялся выборочным сбором с контрольных делянок по методу Доспехова [13,14].

Обработка результатов

Статистическая обработка экспериментальных данных выполнялась с использованием дисперсионного анализа Доспехова, проверка значимости различий между вариантами осуществлялась по критерию НСР при уровне значимости p <0.05. Все вычисления проводились с использованием программного пакета Statistica 13.5 (StatSoft Inc.).

Изменение содержания гумусоподобных веществ под воздействием озонолиза

В таблице представлены средние значения суммарного содержания гумус подобных веществ (ГПВ) и их распределение на основные фракции — гуминовые кислоты (ГК), фульвокислоты (ФК) и не экстрагируемый органический остаток (НЕО) - в исходном птичьем помёте (контроль) и после обработки озоном (O_3) различной продолжительности (10, 20 и 30 мин) и комбинированного воздействия озона с перекисью водорода ($O_3 + H_2O_2$). Значения представлены в процентах от общей массы органического вещества с указанием стандартного отклонения (± SD).

Окислительная обработка птичьего помёта озоном вызвала существенные изменения в составе ГПВ. Уже после 10 минут обработки наблюдалось увеличение суммарного содержания ГПВ на 12–18 % по сравнению с контролем, при этом прирост фракции гуминовых кислот оказался более выраженным, чем фульвокислот. Продление времени воздействия до 20 и 30 мин приводило к дальнейшему накоплению ГК (25–32 %) и умеренному увеличению ФК (10-15 %) (таблица 1).

Таблица 1

Содержание гумус подобных веществ (ГПВ) в птичьем помёте после озонолиза и комбинированной окислительной обработки

Вариант обработки	ГПВ, %	ГК, %	ФК, %	*НЕО, % (не экстрагируемый органический остаток)
Контроль	38.2 ±1.4	21.5 ±0.8	16.7 ±0.6	45.3 ±1.7
O_3 – 10 мин	43.1 ±1.5	25.1 ±0.9	18.0 ±0.7	38.7 ±1.5
O_3 – 20 мин	47.8 ±1.7	27.9 ±1.0	19.9 ±0.8	36.2 ±1.2
O_3 – 30 мин	50.4 ±1.9	28.4 ±1.1	22.0 ±0.9	34.1 ±1.3
$O_3 + H_2O_2$	53.7 ±2.1	29.6 ±1.2	24.1 ±1.0	32.9 ±1.2

*НЕО (не экстрагируемый органический остаток) - это доля органического вещества, которая не извлекается щелочными методами при фракционировании гумус подобных веществ.

Результаты демонстрируют закономерное увеличение содержания гумус подобных веществ (ГПВ) под воздействием озона. Уже после 10 минут обработки наблюдалось повышение суммарного содержания ГПВ на 12-18 % по сравнению с контролем, при этом преимущественно увеличивалась доля гуминовых кислот (ГК). Продление времени озонолиза до 30 мин привело к росту суммарного выхода ГПВ до 50,4 %, при этом доля фульвокислот (ФК) также увеличилась, что указывает на активизацию процессов радикальной полимеризации и ароматизации. Комбинированная обработка $O_3 + H_2O_2$ обеспечила наибольший суммарный выход ГПВ (53,7 %), с заметным увеличением как ГК, так и ФК и одновременным снижением не экстрагируемого остатка (НЕО), что свидетельствует о перераспределении органических фракций и ускоренной гумификации.

Динамика роста доли ГК согласуется с данными Lin et al. (2022), которые показали, что озон способствует формированию конденсированных ароматических структур через полимеризацию окисленных органических фрагментов [3]. Усиление поглощения при 254 нм подтверждает увеличение ароматизированных участков молекул и рост степени поликонденсации. Комбинированное применение озона с перекисью водорода ($O_3 + H_2O_2$) обеспечило максимальный выход ГПВ, особенно ФК, что указывает на усиление радикального механизма окисления, аналогично наблюдениям [2].

Таким образом, полученные результаты количественно иллюстрируют высокую эффективность озонолиза и комбинированной окислительной обработки в стимулировании образования стабильных гумус подобных веществ и трансформации органи-ческой матрицы птичьег о помёта.

Элементный состав

Таблица 2 отражает изменения элементного состава (C, H, N, O) и атомных отношений (H:C, O:C, C:N) гуминовых кислот (ГК) после различных вариантов окислительной обработки птичьего помёта. Полученные данные демонстрируют структурные трансформации органической матрицы и степень конденсации гумус подобных веществ (ГПВ).

В результате окислительной обработки озоном и комбинированной обработки $O_3 + H_2O_2$ наблюдались значительные изменения в составе и структуре ГПВ. Как показано в Таблице 1, суммарный выход ГПВ увеличивался с 38,2 % в контроле до 50,4 % при 30 минутной обработке озоном и достигал 53,7 % в

комбинированном варианте. Основное увеличение приходилось на долю ГК, которая возрастала с 21,5 % до 28,4-29,6 %, тогда как фульвокислотная фракция (ФК) наиболее интенсивно формировалась при комбинированной обработке, достигая 24,1 %. Содержание не экстрагируемого остатка (НЕО) снижалось на 18-25 %, что свидетельствует о перераспределении органических фракций с деградацией устойчивых полимеров и последующей конденсацией в гумус подобные структуры.

Таблица 2

Элементный состав гуминовых кислот

Варианты	C, %	H, %	N, %	O*, %	H:C	O:C	C:N
Контроль	53,8	5,63	4,72	35,9	1,25	0,42	11,4
O_3 – 10 мин	51,4	5,00	4,88	38,7	1,16	0,50	10,5
O_3 – 20 мин	49,9	4,62	5,10	40,4	1,11	0,55	9,8
O_3 – 30 мин	47,8	4,10	5,30	42,8	0,90	0,58	9,0
$O_3 + H_2O_2$	46,3	3,89	5,41	44,4	0,84	0,61	8,5

**O рассчитан по разницеа.*

Элементный состав гуминовых кислот (ГК) подтверждает структурные преобразования органической матрицы. Углерод (С) снижался с 53,8 % до 46,3 %, а водород (Н) - с 5,63 % до 3,89 %, что отражает разрушение алифатических цепей и рост степени ароматизации. Азот (N) несколько увеличивался, указывая на концентрацию белковых остатков в гумусовых матрицах, тогда как кислород (О) возрастал с 35,9 % до 44,4 %, подтверждая формирование кислородсодержащих функциональных групп, таких как карбоксильные и фенольные. Изменения атомных отношений H:C (снижение с 1,25 до 0,84) и O:C (рост с 0,42 до 0,61) свидетельствуют о повышенной ароматизации и окисленности ГПВ, а снижение C: N с 11,4 до 8,5 отражает рост биодоступности органического азота (таблица 2).

Комплексный анализ данных демонстрирует, что озонолиз, особенно в сочетании с H_2O_2, способствует ускоренной гумификации птичьего помёта за счёт радикального и молекулярного окисления, формируя более ароматизированные, полярные и функционально активные гумус подобные вещества с повышенной биологической и агрономической ценностью. Эти результаты согласуются с предыдущими исследованиями по радикальным и озоновым методам обработки органических субстратов [1,3,4,5,7].

Элементный состав гуминовых кислот подтверждает, что окислительные методы, включая озонолиз и комбинированную обработку O_3 + H_2O_2, способствуют структурной стабилизации и функциональной активизации гумус подобных веществ, формируя более конденсированные, ароматизированные и полярные фракции с высокой биологической и сорбционной активностью.

Вегетационный опыт

Для проверки агрономической эффективности удобрений был проведён опыт на хлопчатнике сорта “Султан”. Использовали контроль и две дозировки обработанного органического удобрения (80 и 100 кг/га).

Таблица 3 иллюстрирует результаты вегетационного опыта на хлопчатнике сорта “Султан” при применении контрольного варианта и двух дозировок обработанного органического удобрения (80 кг/га и 100 кг/га нормы). Данные демонстрируют положительное влияние внесения удобрений на морфометрические показатели растений и продуктивность

культуры на различных этапах вегетации.

На 1 июля внесение органического удобрения обеспечило увеличение средней высоты растений с 38,2 см в контроле до 40,4 см и 50,0 см при дозировках 80 кг/га и 100 кг/га соответственно. Количество плодовых ветвей возросло с 6,2 шт. в контроле до 7,3 и 8,3 шт., количество бутонов - с 5,2 до 6,0 и 7,8 шт., а число цветов показало увеличение только при максимальной дозировке (1,2 шт. в контроле и при 80 кг/га против 1,9 шт. при 100 кг/га).

Таблица 3

Влияние органического удобрения на рост, развитие и урожайность хлопчатника

Признаки	Показатели изучаемых признаков опытных вариантов		
	Контроль, (без удобрения)	Органическое удобрение 80 кг/га	Органическое удобрение 100 кг/га
1 июля			
Высота растений, см	38,2	40,4	50,0
Количество плодовых ветвей, шт.	6,2	7,3	8,3
Количество бутонов, шт.	78,6	6,0	7,8
Количество цветов, шт.	1,2	1,2	1,9
1 августа			
Высота растений, см	60,1	62,9	68,8
Количество плодовых ветвей, шт.	8,1	8,3	8,9
Количество бутонов, шт.	0,6	0,8	1,2
Количество цветов, шт.	0,2	0,4	0,6
Количество коробочек, шт.	6,5	7,0	7,6
1 сентября			
Высота растений, см	78,6	79,5	87,3
Количество плодовых ветвей, шт.	11,2	12,8	13,1
Количество нераскрывшихся коробочек, шт.	2,1	2,1	2,4
Количество раскрывшихся коробочек, шт.	6.2	7,1	8,8
Урожайность, ц/га	28,4	32,3	34,5
$НСР_{05}$ = 1,07 ц/га			

К 1 августа наблюдалось дальнейшее увеличение высоты растений (60,1 см в контроле, 62,9 и 68,8 см при 80 кг/га и 100 кг/га удобрения), количества плодовых ветвей (8,1, 8,3 и 8,9 шт.) и бутонов (0,6, 0,8 и 1,2 шт.). Количество цветов оставалось минимальным (0,2 0,6 шт.), тогда как число коробочек увеличивалось с 6,5 шт. в контроле до 7,0 и 7,6 шт. при внесении удобрения.

На 1 сентября растения, получавшие органическое удобрение, демонстрировали максимальную высоту (87,3 см при 100 кг/га дозировке против 78,6 см в контроле) и количество плодовых ветвей (13,1 шт. при 100 кг/га против 11,2 шт. в контроле). Количество нераскрывшихся коробочек варьировало незначительно (2,1–2,4 шт.), тогда как число раскрывшихся коробочек увеличивалось с 6,2 шт. в контроле до 7,1 и 8,8 шт. при 80 кг/га и 100 кг/га дозировках соответственно. Урожайность культуры возрастала пропорционально внесённой дозе: с 28,4 ц/га в контроле до 32,3 и 34,5 ц/га при 80 кг/га и 100 кг/га удобрения.

Таким образом, полученные данные подтверждают, что обработка птичьего помёта озоном и перекисью водорода способствует повышению эффективности образующегося органического удобрения, которое положи-

тельно влияет на морфологические параметры и продуктивность хлопчатника, причём наибольший эффект наблюдается при полной норме внесения (100 кг/га).

Заключение

Окислительные методы переработки птичьего помёта, включая озонолиз и комбинированное воздействие озона с перекисью водорода (O_3 + H_2O_2), эффективно стимулируют образование гумус подобных веществ (ГПВ), ускоряя процессы радикальной полимеризации и ароматизации органической матрицы. Озонолиз в течение 10–30 мин повышает суммарное содержание ГПВ на 12–50 %, преимущественно за счёт увеличения доли гуминовых кислот, а комбинированная обработка O_3 + H_2O_2 обеспечивает максимальный выход ГПВ (53,7 %), способствуя перераспределению органических фракций и снижению доли не экстрагируемого остатка.

Элементный состав ГПВ демонстрирует структурные преобразования: снижение содержания углерода и водорода, рост кислорода и незначительное увеличение азота, уменьшение H:C и C: N и увеличение O:C, что отражает повышение степени ароматизации, окисленности и биологической доступности азотсодержащих соединений.

Вегетационный опыт на хлопчатнике сорта “Султан” показал, что обработанное органическое удобрение положительно влияет на морфологические параметры растений, количество плодовых ветвей, бутонов, коробочек и конечную урожайность, причём наиболее выраженный эффект наблюдался при полной норме внесения (100 кг/га).

Полученные данные подтверждают высокую агрономическую и экологическую ценность окислительных технологий переработки птичьего помёта, обеспечивающих ускоренную гумификацию, стабилизацию потенциально опасных компонентов и формирование органических удобрений с высокой биологической и сорбционной активностью.

Список литературы:

1. Ma, Z., Han, L., Li, R., & Zhao, J. 2025. “Rapid Humification of Chicken Manure Using Fe^0-Activated Persulfate and EDTA: Molecular Characterization and Environmental Safety Assessment.” Chemosphere 356: 144982.

2. Zhou, T., Li, Y., & Feng, R. 2023. “Persulfate-Based Radical Systems for Accelerated Humification of Organic Fertilizer Precursors.” Journal of Environmental Chemical Engineering 11 (2): 109876.

3. Lin, Y., Wu, J., & Zhang, H. 2022. “Radical-Induced Humification of Organic Residues: Molecular Evidence from FTIR and NMR Analysis.” Science of the Total Environment 806: 150627.

4. Liu, Q., & Chen, X. 2022. “Aromatic Structure Formation during Oxidative Conversion of Organic Waste Substrates.” Environmental Science & Technology 56 (14): 10241–10253.

5. Chen, L., Zhao, F., & Huang, S. 2024. “Transformation of Antibiotic Resistance Genes during Advanced Oxidation Treatment of Poultry Manure.” Journal of Hazardous Materials 457: 132548.

6. Rivas, C., Pantoja, M., & López-García, J. 2021. “Ozone-Induced Oxidative Decomposition and Humification of Organic Matrices.” Applied Catalysis B: Environmental 296: 120241.

7. Gómez-Serrano, V., Bautista-Toledo, I., & Durán Valle, C. 2020. “Ozonation Effects on Organic Waste: Functional Group Formation and Humification Pathways.” Chemosphere 254: 126829.

8. Wang, Y., Chen, D., & Li, S. 2023. “Advanced Oxidation for Stabilizing Poultry Manure: Effects on Heavy Metal Bioavailability and Organic Matrix Structure.” Bioresource Technology 389: 129823.

9. ISO 18400-206:2018 — «Качество почвы. Отбор проб. Часть 206. Сбор, транспор-

тировка и хранение почвы в аэробных условиях для лабораторной оценки микробиологических процессов, биомассы и разнообразия». ГОСТ ISO 14238 - 2014. Качество почвы. Биологические методы. Определение минерализации и нитрификации азота в почвах и влияние химических веществ на эти процессы

10. Ильяшенко М. С. и Конова И. И., Методы исследования гумуса и гумусовых веществ (Москва: Наука, 1982), 54-60.

11. Piccolo, A. “The Supramolecular Structure of Humic Substances.” Soil Science 166, no. 11 (2001): 81-832.

12. Montgomery, Douglas C. Design and Analysis of Experiments. 9th ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2017.

13.Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985.- 352 с. Дала тажрибаларини ўтказиш услублари. ЎзПИТИ. – Тошкент, 2007. - Б 147

ИУДК.502.7:528.9:591.8

ЗИМНИЕ КУЛЬТУРЫ ПРИ ЭФФЕКТИВНОМ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ АГРОЦЕНОЗОВ

Батиров Хидир Файзиевич,
доктор с.-х. наук, профессор кафедры
Экологии и безопасности жизнедеятельности
e-mail: xidir_batirov@mail.ru

Пардаев Бурхон Аҳмад ўғли,
докторант этой же кафедры;

Самаркандского государственного университета
имени Шарофа Рашидова

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы круглогодового землепользования агроценозов за счёт зимних культур и пути их решения, разнообразие подходов развития региона, сделан акцент перспективных направлений и сценариев развития природопользования, обозначены потенциальные ресурсы для реализации целевых инновационных вариантов регионального развития и эффективного их решения. Расписан комплекс мероприятий по защите от загрязнения орошаемых полей водными источниками, отмечена роль антропогенных факторов в сфере природопользования и, на этой основе, сделано заключение по использованию культур зимней вегетации при круглогодовом земледелии в агроценозах.

Ключевые слова: проблемы зимнего землепользования, экологические аспекты, зимние культуры, ресурсы плодородия, почвы, их свойства.

Annotation. This article examines the challenge of year-round land use through winter crops and their solutions, as well as the diversity of regional development approaches. It highlights promising areas and scenarios for environmental management, and identifies potential resources for implementing targeted, innovative regional development options and their effective solutions. A set of measures to protect irrigated fields from water pollution is outlined the role of anthropogenic factors in environmental management is highlighted, and based on this, a conclusion is reached regarding the use of winter crops in year-round farming in acrocyanoses.

Key words: winter land use challenges, environmental aspects, winter crops, fertility resources, soils and their properties.