

Научная статья

Original article

УДК 504

DOI 10.55186/25876740\_2023\_7\_3\_5

**ИННОВАЦИОННЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ  
ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ**  
INNOVATIVE WAYS TO SOLVE THE PROBLEM OF PROCESSING  
AGRICULTURAL WASTE



**Сергеева Ирина Вячеславовна**, заведующий кафедрой «Ботаника и экология», профессор, доктор биологических наук, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, [ivsergeeva@mail.ru](mailto:ivsergeeva@mail.ru)

**Логачева Екатерина Алексеевна**, доцент кафедры «Ботаника и экология», кандидат биологических наук, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, [Logacheva-Katia@mail.ru](mailto:Logacheva-Katia@mail.ru)

**Пономарева Альбина Леонидовна**, доцент кафедры «Ботаника и экология», кандидат сельскохозяйственных наук, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, [alb67na@mail.ru](mailto:alb67na@mail.ru)

**Шевченко Екатерина Николаевна**, доцент кафедры «Ботаника и экология», кандидат сельскохозяйственных наук, Саратовский государственный

университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, [en-shevchenko@mail.ru](mailto:en-shevchenko@mail.ru)

**Sergeeva Irina Vyacheslavovna**, Head of the Department "Botany and Ecology", Professor, Doctor of Biological Sciences, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov

**Logacheva Ekaterina Alekseevna**, Associate Professor of Botany and Ecology Department, Candidate of Biological Sciences, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov

**Ponomareva Albina Leonidovna**, Associate Professor of the Department of Botany and Ecology, Candidate of Agricultural Sciences, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov

**Shevchenko Ekaterina Nikolaevna**, Associate Professor of the Department of Botany and Ecology, Candidate of Agricultural Sciences, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov

**Аннотация.** В статье изложены результаты исследований анализа и опыта применения жидкой пометной фракции, образующейся в результате аэробного компостирования птичьего помета при производстве субстрата, используемом для выращивания грибов рода Шампиньон (*Agaricus*), в качестве органических удобрений сельскохозяйственных культур. Изучаемые сточные воды являются побочным продуктом производства и создают экологически неблагоприятную нагрузку на окружающую среду. Предложен эффективный экологически безопасный способ переработки отходов птицеводства с обоснованием применения сточной жидкости в сельскохозяйственной деятельности, позволяющий повысить урожайность и снизить неблагоприятное воздействие загрязняющих отходов на экосистему.

**Annotation.** The article presents the results of research analysis and experience in the use of liquid droppings formed as a result of aerobic composting of bird droppings in the production of a substrate used for growing mushrooms of the genus Champignon (*Agaricus*), as organic fertilizers of agricultural crops. The wastewater under study is a by-product of

production and creates an environmentally unfavorable load on the environment. An effective environmentally safe method of processing poultry waste is proposed with the justification of the use of wastewater in agricultural activities, which allows to increase yields and reduce the adverse effects of polluting waste on the ecosystem.

**Ключевые слова.** Органическое удобрение, птичий помет, компост, экологически безопасный способ, сточные воды.

**Keywords.** Organic fertilizer, bird droppings, compost, environmentally friendly method, waste water.

**Введение.** Обращение с отходами птицеводческих хозяйств на сегодняшний день является важным пунктом в вопросе экологически грамотного природопользования. Отходы птицеводства, объемы которых неизменно растут, рассматриваются как фактор загрязнения окружающей среды – почвы, грунта, вод, особенно на несанкционированных свалках. Продукт жизнедеятельности накапливается, поскольку моментальных технологий переработки не существует, как и специальных безопасных участков для вывоза и утилизации. В связи с этим предлагаются различные способы переработки помета, продуктом, которых являются различные органические удобрения (сухие, влажные, в гранулах и т.д.), органоминеральные удобрения, вермикомпост, биотопливо, биогаз и т.д. Существует около 30 запатентованных методов переработки птичьего помета. Одним из действенных способов переработки этих сельскохозяйственных отходов является метод аэробного компостирования в буртах с использованием консорциума штаммов микроорганизмов, с помощью, которых помет подвергается активной ферментации. Следует отметить, что технология аэробного компостирования в буртах имеет патент (РФ №2445294 20.0.2012) и применяется многими производителями для получения компоста [8], но применение образующейся сточной жидкости в виде органического удобрения ранее не изучалось. Практический аналог использования птичьего помета активно применяется для изготовления субстрата для выращивания различных штаммов грибов рода Шампиньон (*Agaricus*) [3, 4]. При изготовлении субстрата используется помет

бройлеров, так как кормовая база бройлеров направлена на получение мяса птицы, поэтому корма содержат большой процент белковых добавок [6, 7].

Целью данного исследования является оценка эффективности экологически безопасной переработки отходов птицеводства в компост для выращивания шампиньонов и образующихся в результате его изготовления сточных вод в органическое удобрение.

Материалы и методы. Опытные исследования проводились в 2020- 2022 годах в Краснодарском крае. Технология изготовления компоста проводилось по методике аэробного компостирования [1]. Для изучения возможности применения жидкой пометной фракции, в качестве органических удобрений, были проведены анализы на химический состав в лаборатории ФГБУ ЦАС «Краснодарский». Для изучения влияния удобрения на сельскохозяйственные растения, была выбрана соя культурная (*Glycine max* (L.) Merr.). Опытные и контрольные площадки закладывались на одном поле, для соблюдения равнозначности условий (состав почвы, влажность, погодные условия, сроки посева и применения удобрений). Посевные угодья сои менялись с каждым новым вегетационным периодом соблюдая севооборот. Минеральные удобрения не использовались. Удобрения вносились в двух повторениях методом внекорневой подкормки-опрыскивание раствором (норма внесения удобрения составляла 4 л/га, расход воды 20 л).

Результаты и обсуждение. Технологический процесс изготовления компоста предполагает, что основным отходом производства будет большой объем воды - более 2,5 тонн на 1 тонну компоста, образующийся при стоке с буртов, который будет содержать большое количество растворенных гуммированных и минерализованных веществ, образующиеся при ферментации субстратной массы. Предприятия и индивидуальные предприниматели занимающиеся производством компоста в качестве удобрения или для выращивания грибов рода *Agaricus*, зачастую сливают сточные воды на приграничные с предприятием-изготовителем территории, создавая отрицательную экологическую нагрузку на окружающую среду. Нормативов,

контролирующих данный вид отходов в Российской Федерации как таковых на сегодняшний день не существует.

Также в помете птицы, используемом для компоста, в зависимости от сопутствующих условий могут содержаться антибиотики, пестициды, тяжелые металлы, радионуклиды и другие токсические вещества. В связи с этим были проведены лабораторные испытания, которые направлены на выявление содержания макро- и микроэлементов, тяжелых металлов, радионуклидов в исследуемой сточной жидкости, результаты которых приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты лабораторных испытаний, определяющих химические показатели сточной жидкости

Определяемые показатели	НД на методы испытаний	Единица измерений	Фактическое значение показателей по результатам испытаний
Массовая доля влаги	ГОСТ 26713-85	%	98,3±0,3
Массовая доля сухого остатка	ГОСТ 26713-85	%	1,7±0,3
Массовая доля золы	ГОСТ 26714-85	%	5,7±0,3
рН солевой суспензии	ГОСТ 27979-88	ед. рН	8,2±0,3
Массовая доля органического вещества в пересчете на углерод	ГОСТ 27980-88, п. 1	%	47,2±0,8
Отношение С:N	ГОСТ 27980-88, приложение	-	18,0:1
Массовая доля общего азота, в натуральном веществе	ГОСТ 26715-85, п. 1	%	0,044±0,004
Массовая доля общего азота, в сухом веществе	ГОСТ 26715-85, п. 1	%	2,6±0,2
Массовая доля общего фосфора, в натуральном веществе	ГОСТ 26717-85	%	0,011±0,001
Массовая доля общего калия, в натуральном веществе	ГОСТ 26718-85	%	0,26±0,03
Массовая доля молибдена	ПНД Ф 16.1:2.3:3.50-08°	мг/кг	0,26±0,08
Массовая доля меди	ГОСТ Р 53218-2008	мг/кг	88,0±18,5
Массовая доля цинка	ГОСТ Р 53218-2008	мг/кг	149,1±31,3
Массовая доля свинца	ГОСТ Р 53218-2008	мг/кг	<0,1
Массовая доля кадмия	ГОСТ Р 53218-2008	мг/кг	<0,1
Массовая доля ртути	МУ 5178-90 от 27.06.90.	мг/кг	<0,01

Цезий-137	МИ ЦМИИ ГП «ВНИИФТРИ» от 10.97г.	Бк/кг	5,32±1,33
Стронций-90		Бк/кг	1,96±0,49

Примечание: 1.  $\pm\Delta$  - значение абсолютной погрешности при доверительной вероятности  $P=0,95$ .

2. Результат представляет собой среднее арифметическое значение двух параллельных измерений, признанных приемлемыми.

3. Значение результата анализа, представленное со знаками «<»», «>», означает, что полученный результат соответственно больше верхней границы или меньше нижней границы диапазона измерений используемой методики количественного химического анализа.

Полученные лабораторные данные исследуемой сточной жидкости сопоставлены с ГОСТ 33830-2016 (Удобрения органические на основе продуктов животноводства), который предусматривает показатели, характерные для пометных стоков представленные в таблице 2.

Таблица 2. Сравнительный анализ пометных стоков и сточной жидкости

№	Наименование показателя	ГОСТ 33830-2016	Лабораторные испытания сточной жидкости
1.	Показатель активности водородных ионов, ед. рН	6,0-8,5	8,2±0,3
2.	Массовая доля органического вещества в пересчете на углерод, %	70	47,2±0,8
3.	Массовая доля общего азота, в натуральном веществе, %	0,1	0,044±0,004
4.	Массовая доля общего фосфора, в натуральном веществе, %	0,1	0,011±0,001
5.	Массовая доля общего калия, в натуральном веществе, %	0,04	0,26±0,03

Исходя из данных приведенных в таблице 2, следует вывод о высокой биологической ценности сточной жидкости, образующейся при аэробном компостировании, которая сможет сократить или даже заменить потребление минеральных удобрений. Показатели органического вещества, составляют более половины рекомендуемой дозировки, а калий в 6,5 раз превышает требуемые показатели ГОСТ 33830-2016 в изучаемой жидкости. Кроме того, жидкость содержит достаточное количество молибдена, меди, цинка - микроэлементов,

являющихся незаменимыми в физиологических процессах жизнедеятельности растений [9]. Азот и фосфор присутствуют в небольшом количестве. Наличие тяжелых металлов и радиоактивных элементов не зафиксировано, что делает безопасным применение удобрений для человека и окружающей среды.

Для оценки влияния полученных органических удобрений на продуктивность сельскохозяйственных растений были заложены экспериментальные площадки, на которые высевалась зернобобовая культура – соя, ультраскороспелый сорт «Султана».

Таблица 3. Продуктивность сои культурной, сорт «Султана»  
(Усредненный показатель 2020-2022 г.)

№	Показатель	Опыт	Контроль
1.	Общая масса растения, (г)	86,22±5,7	36,26±2,1
2.	Высота прикрепления нижнего боба (см)	12,3±1,2	11,1±0,8
3.	Высота растения (см)	82±7,8	64±6,5
4.	Количество стеблей (шт)	12±3,6	5±2,4
5.	Масса плода (г)	1,73±0,09	1,24±0,07
6.	Масса 1 семени (г)	0,18±0,02	0,15±0,02
7.	Масса 1000 семян (г)	184±14,1	150±10,9
8.	Средняя урожайность ц/га	29,2±1,9	21,9±0,8

Примечание: вегетативные органы растения полностью дегидрированы.

Выводы. Таким образом, внесение исследуемых органических удобрений при возделывании сои культурной, оказало положительное влияние на количественный показатель урожайности и эффективную вегетацию. В связи с этим переработка отходов птицеводства в компост для выращивания шампиньонов и образующихся в результате его изготовления сточных вод в органическое удобрение делает процесс изготовления полностью безотходным. Использование органических отходов птицеводства в сельском хозяйстве в качестве удобрений решает ряд проблем по переработке сельскохозяйственных отходов: получение органических удобрений, как дополнительного продукта, образованных в результате производства другой продукции, при этом экономические затраты

практически отсутствуют, а нагрузка на экосистемы прилегающих территорий к производству снижается.

### Список литературы

1. Девочкина Н.Л., Мукиенко С.В., Селиванов В.Г., Рубцов А.А. Инновационные технология трехфазного приготовления субстрата для культивирования шампиньона // Теплицы России. — 2016. — №3. — С. 55—60
2. Девочкина Н.Л., Нурметов Р. Дж., Алексеева К.Л. Инновационная технология и технические средства для прпомышленного проивоудсва культивируемых грибов: практ. пособ. — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. — 80 с.
3. Лумисте Е.Г., Панова Т.В., Рыченкова Ю.А. Роль аэрации в процессе приготовления компоста // Вестник Брянской сельскохозяйственной академии — 2011. — № 6. — С. 54—57
4. Мишуров Н. П. Инновационные технологии подготовки птичьего помета к использованию // Вестник ВНИИМЖ. — 2018. — № 4 (20). — С. 106—114
5. Михалев Е.С., Торгашев В.Л., Половинки Г.А. Влияние органических удобрений на азотфиксирующую деятельность растений сои // Вестник аграрной науки. — 2020. — № 3 (84). — С. 177—183
6. НТП-АПК 1.10.09.002-04. Нормы технологического проектирования комплексов по выращиванию шампиньонов. —Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, г. Москва— 2004. — С. 87
7. Смоленцев С.Ю., Хаматгалеева Г.А., Нургалиева А.Р., Гайнетдинова А.Н., Сергиенко Г.Г. Влияние биологически активных добавок на химический состав и калорийность мяса птицы // Вестник Марийского государственного университета. — 2019. — №4 — Т.5. — С. 414-418
8. Суховеркова В.Е. Способы утилизации птичьего помета, представленные в современных патентах // Вестник аграрного государственного университета — 2016. — № 9 (143). — С. 45—54



9. Тютюма Н.В. Роль микроэлементов в стимулировании роста и развитии растений и повышение их устойчивости к неблагоприятным факторам среды // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. —2003. — №8. — С. 129-132

#### Referents

1. Devochkina N.L., Mukienko S.V., Selivanov V.G., Rubtsov A.A. Innovative technology of three-phase preparation of a substrate for champignon cultivation // Greenhouses of Russia. - 2016. - No. 3. - S. 55-60

2. Devochkina N.L., Nurmetov R.J., Alekseeva K.L. Innovative technology and technical means for the industrial production of cultivated mushrooms: pract. allowance - M.: FGBNU "Rosinformagrotech", 2021. - 80 p.

3. Lumiste E.G., Panova T.V., Rychenkova Yu.A. The role of aeration in the process of compost preparation // Bulletin of the Bryansk Agricultural Academy - 2011. - No. 6. - P. 54-57

4. Mishurov N. P. Innovative technologies for preparing bird droppings for use. Bulletin of VNIIMZH. - 2018. - No. 4 (20). - S. 106-114

5. Mikhalev E.S., Torgashev V.L., Polovinki G.A. Influence of organic fertilizers on nitrogen-fixing activity of soybean plants. Bulletin of agrarian science. - 2020. - No. 3 (84). - S. 177-183

6. NTP-APK 1.10.09.002-04. Norms of technological design of complexes for growing champignons. - Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Moscow - 2004. - P. 87

7. Smolentsev S.Yu., Khamatgaleeva G.A., Nurgalieva A.R., Gainetdinova A.N., Sergienko G.G. Influence of biologically active additives on the chemical composition and calorie content of poultry meat // Bulletin of the Mari State University. - 2019. - No. 4 - V.5. — pp. 414-418

8. Sukhoverkova V.E. Methods for the disposal of bird droppings presented in modern patents // Bulletin of the Agrarian State University - 2016. - No. 9 (143). - pp. 45-54

9. Tyutyuma N.V. The role of microelements in stimulating the growth and development of plants and increasing their resistance to adverse environmental factors // Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Ecology and life safety. —2003. - No. 8. — pp. 129-132

Spisok literatury

1. Devochkina N.L., Mukienko S.V., Selivanov V.G., Rubtsov A.A. Innovatsionnye tekhnologiya trekhfaznogo prigotovleniya substrata dlya kul'tivirovaniya shampin'ona // Teplitsy Rossii. — 2016. — №3. — S. 55—60
2. Devochkina N.L., Nurmetov R. Dzh., Alekseeva K.L. Innovatsionnaya tekhnologiya i tekhnicheskie sredstva dlya prpomyshlennogo proivodstva kul'tiviruemykh gribov: prakt. posob. — M.: FGBNU «RosinformagroteKH», 2021. — 80 s.
3. Lumiste E.G., Panova T.V., Rychenkova YU.A. Rol' aehratsii v protsesse prigotovleniya komposta // Vestnik Bryanskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii — 2011. — № 6. — S. 54—57
4. Mishurov N. P. Innovatsionnye tekhnologii podgotovki ptich'ego pometa k ispol'zovaniyu // Vestnik VNIIMZH. — 2018. — № 4 (20). — S. 106—114
5. Mikhalev E.S., Torgashev V.L., Polovinki G.A. Vliyanie organicheskikh udobrenii na azotfiksiruyushchuyu deyatel'nost' rastenii soi // Vestnik agrarnoi nauki. — 2020. — № 3 (84). — S. 177—183
6. NTP-APK 1.10.09.002-04. Normy tekhnologicheskogo proektirovaniya kompleksov po vyrashchivaniya shampin'onov. —Ministerstvo sel'skogo khozyaistva Rossiiskoi Federatsii, g. Moskva— 2004. — S. 87
7. Smolentsev S.YU., Khamatgaleeva G.A., Nurgalieva A.R., Gainetdinova A.N., Sergienko G.G. Vliyanie biologicheski aktivnykh dobavok na khimicheskii sostav i kaloriinost' myasa ptitsy // Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. — 2019. — №4 — T.5. — S. 414-418
8. Sukhoverkova V.E. Sposoby utilizatsii ptich'ego pometa, predstavlennye v sovremennykh patentakh // Vestnik agrarnogo gosudarstvennogo universiteta — 2016. — № 9 (143). — S. 45—54

9. Tyutyuma N.V. Rol' mikroelementov v stimulirovanii rosta i razvitii rastenii i povyshenie ikh ustoichivosti k neblagopriyatnym faktoram sredy // Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ehkologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. —2003. — №8. — S. 129-132

### Referents

1. Devochkina N.L., Mukienko S.V., Selivanov V.G., Rubtsov A.A. Innovative technology of three-phase preparation of a substrate for champignon cultivation // Greenhouses of Russia. - 2016. - No. 3. - S. 55-60

2. Devochkina N.L., Nurmetov R.J., Alekseeva K.L. Innovative technology and technical means for the industrial production of cultivated mushrooms: pract. allowance - M.: FGBNU "Rosinformagrotech", 2021. - 80 p.

3. Lumiste E.G., Panova T.V., Rychenkova Yu.A. The role of aeration in the process of compost preparation // Bulletin of the Bryansk Agricultural Academy - 2011. - No. 6. - P. 54-57

4. Mishurov N. P. Innovative technologies for preparing bird droppings for use. Bulletin of VNIIMZH. - 2018. - No. 4 (20). - S. 106-114

5. Mikhalev E.S., Torgashev V.L., Polovinki G.A. Influence of organic fertilizers on nitrogen-fixing activity of soybean plants. Bulletin of agrarian science. - 2020. - No. 3 (84). - S. 177-183

6. NTP-APK 1.10.09.002-04. Norms of technological design of complexes for growing champignons. - Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Moscow - 2004. - P. 87

7. Smolentsev S.Yu., Khamatgaleeva G.A., Nurgalieva A.R., Gainetdinova A.N., Sergienko G.G. Influence of biologically active additives on the chemical composition and calorie content of poultry meat // Bulletin of the Mari State University. - 2019. - No. 4 - V.5. — pp. 414-418

8. Sukhoverkova V.E. Methods for the disposal of bird droppings presented in modern patents // Bulletin of the Agrarian State University - 2016. - No. 9 (143). - pp. 45-54

9. Tyutyuma N.V. The role of microelements in stimulating the growth and development of plants and increasing their resistance to adverse environmental factors // Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Ecology and life safety. —2003. - No. 8. — pp. 129-132

© *Сергеева И.В., Логачева Е.А., Пономарева А.Л., Шевченко Е.Н. 2023, International agricultural journal. № 4, 562-573.*

**Для цитирования:** Сергеева И.В., Логачева Е.А., Пономарева А.Л., Шевченко Е.Н. ИННОВАЦИОННЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ// Международный сельскохозяйственный журнал. № 4, 562-573.