

УДК 631.895

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-80-84>Тип статьи: Оригинальное исследование
Type of article: Original research**Бузетти К.Д.,
Иванов М.В.***Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (МГУТУ)
Россия, г. Москва
E-mail: mihail-ivanov90@list.ru***Ключевые слова:** органические удобрения, минеральные удобрения, гумус, продовольственная безопасность, плодородие, переработка отходов птицефабрик.**Для цитирования:** Бузетти К.Д., Иванов М.В. Воздействие минеральных и органических удобрений на экосистему, качество сельскохозяйственной продукции и здоровье человека. *Аграрная наука*. 2020; 338 (5): 80–84.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-81-84>**Конфликт интересов отсутствует****Konstantin D. Buzetti,
Mikhail V. Ivanov***Caspian Zonal Research Veterinary Institute – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "FANZ RD"
88, Dakhadaev str., Makhachkala, Russia, 396700
E-mail: alievayb1@mail.ru***Key words:** organic fertilizers, mineral fertilizers, humus, food security, fertility, processing of poultry waste.**For citation:** Buzetti K.D., Ivanov M.V. The impact of mineral and organic fertilizers on the ecosystem, the quality of agricultural products and human health. *Agrarian Science*. 2020; 338 (5): 80–84. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-80-84>**There is no conflict of interests**

Воздействие минеральных и органических удобрений на экосистему, качество сельскохозяйственной продукции и здоровье человека

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Переработка отходов птицефабрики позволяет получать высокоэффективные органические удобрения, которые способны заменить минеральные удобрения, при этом значительно улучшаются экологические показатели региона, состав почвы, плодородие культур, качество сельскохозяйственной продукции.**Материал, результаты.** В статье рассматриваются преимущества и недостатки применения минеральных и органических удобрений. Показано негативное влияние азотных, калийных и фосфорных удобрений на состояние почвы, гидросферы и атмосферы, загрязнение различными вредными элементами, проанализировано их негативное воздействие на сельскохозяйственную продукцию и здоровье населения. В то же время показано, что применение органических удобрений улучшает состав и свойства почв, повышает урожайность сельскохозяйственных культур, при этом экологически чистых, что обеспечивает продовольственную безопасность страны, улучшает здоровье людей и увеличивает продолжительность жизни. Органические удобрения, полученные из отходов птицефабрик, значительно снижают количество выбросов в окружающую среду, повышают экологическую безопасность, улучшают качество жизни людей, проживающих в регионе.

The impact of mineral and organic fertilizers on the ecosystem, the quality of agricultural products and human health

ABSTRACT

Relevance. Processing of poultry farm waste makes it possible to obtain highly effective organic fertilizers that can replace mineral fertilizers, while significantly improving the environmental indicators of the region, the composition of the soil, crop fertility, and the quality of agricultural products.**Materials and results.** The article discusses the advantages and disadvantages of using mineral and organic fertilizers. The negative impact of nitrogen, potash and phosphorus fertilizers on soil, hydrosphere and atmosphere pollution by various harmful elements is given. Their negative impact on agricultural products and public health is analyzed. At the same time, it is shown that the use of organic fertilizers improves the composition and properties of soils, increases crop yields, while growing environmentally friendly crops, which ensures food security of the country, improves people's health and increases their life expectancy. The use of organic fertilizers improves the composition and properties of soils, significantly increases the yield of agricultural crops, while growing environmentally friendly crops, which ensures food security of the country, improves people's health and increases their life expectancy. Organic fertilizers obtained from poultry farm waste significantly reduce the amount of emissions into the environment, increase environmental safety, and improve the quality of life of people living in the region.Поступила: 20 марта
После доработки: 13 мая
Принята к публикации: 15 маяReceived: 20 march
Revised: 13 may
Accepted: 15 may

Введение

Увеличение плодородия сельскохозяйственных культур невозможно без использования высокоэффективных удобрений. Такие элементы, как азот, фосфор, калий, магний, кальций, сера, содержатся в составе растений, поэтому они необходимы для их выращивания. Внесение удобрений в почву позволяет растениям созревать быстрее, делает их плоды более здоровыми, сочными, при этом повышает их урожайность. В сельском хозяйстве применяют два вида удобрений: минеральные и органические. Отличительная особенность минеральных удобрений от органических заключается в том, что химические элементы, содержащиеся в них, сразу после внесения в почву начинают поглощаться растениями. Органические удобрения сначала разлагаются в результате микробиологических процессов, и только потом их производные поглощаются растениями.

Классификация минеральных удобрений может быть представлена основными тремя химическими элементами: азотом, калием и фосфором. Эти три элемента являются ведущими в питании растений и оказывают значительное влияние на их рост и развитие. Азот, фосфор и калий рассматриваются как основа гармоничного развития растительного мира. Их отсутствие или недостаток приводят к слабому росту и дальнейшей гибели растений. Положительные стороны применения минеральных удобрений заключаются в том, что они достаточно дешевы, при минимальных затратах при помощи них можно значительно повысить урожайность культур. Даже на малоплодородных почвах можно получить хорошие результаты. Минеральные удобрения позволяют получать сильные и здоровые растения; улучшают качество некоторых растений; повышают устойчивость к болезням, насекомым и вредителям; увеличивают максимально допустимый срок хранения зерна и ячменя [1]; повышают концентрацию питательных веществ (белков, жиров, углеводов). Однако, с точки зрения экологии, применение минеральных удобрений может иметь ряд негативных аспектов. Минеральные удобрения оказывают негативное влияние на почву, загрязняют водную среду и атмосферу, распространяя через них экологически вредные элементы и соединения в прилегающие регионы и, как следствие, негативно влияют на качество сельскохозяйственной продукции и здоровье населения [2]. Миграция азота и фосфора из почвы начинается сразу после внесения их в почву. Из внесенного в почву азота растения поглощают приблизительно около 40%, остальная часть вымывается дождем или испаряется в виде газа. Фосфор в меньшей степени, но тоже мигрирует из почвы. Повышенная концентрация азота и фосфора приводит к загрязнению водных объектов, они быстро растут и превращаются в болота, потому что повышенное содержание этих веществ приводит к росту растительности. Наблюдения показывают, что содержание гумуса в почвах постоянно снижается. В плодородных почвах и черноземах в начале 20 века содержалось до 10% гумуса, который служит «хранилищем» основных элементов питания растений. Гумус является коллоидным веществом, частицы которого удерживают питательные вещества на своей поверхности в доступной для растений форме. Образуется гумус, когда микроорганизмы разлагают остатки растительного и животного происхождения. Минеральные удобрения не могут заменить гумус. Они приводят к активной минерализации гумуса, при этом структура почвы ухудшается. Минеральные удобрения провоцируют выщелачивание кальция, магния, цинка, меди, марганца и других полез-

ных для растений элементов из почвы, что сказывается на процессах фотосинтеза, снижает сопротивляемость растений болезням. Применение минеральных удобрений приводит к уплотнению почвы, снижению ее пористости, уменьшению доли гранулированных агрегатов, закислению почвы. При внесении минеральных удобрений происходит загрязнение почвы тяжелыми металлами и токсичными элементами, так как сырье, используемое для получения минеральных удобрений, содержит ряд тяжелых металлов: уран, стронций, цинк, кадмий, свинец и другие, которые попадают в калийные и суперфосфатные удобрения. Наиболее опасными химическими элементами, входящими в минеральные удобрения, являются тяжелые металлы: ртуть, свинец, кадмий. Последний разрушает красные кровяные тельца в крови человека и животных, нарушает работу почек, кишечника, размягчает ткани. Присутствие урана, радия и тория в фосфорных удобрениях повышает уровень внутреннего облучения людей и животных при поступлении растительной пищи в организм. Суперфосфат также содержит фтор в количестве 1–5%, а его концентрация может достигать 77,5 мг/кг, вызывая различные заболевания [2].

Не лучшее влияние минеральные удобрения оказывают на живой мир почвы, вызывая изменение видового состава почвенных микроорганизмов. Количество бактерий, способных усваивать минеральные формы азота, возрастает, а количество симбиотических микроорганизмов в ризосфере растений уменьшается (ризосфера представляет собой 2–3 мм, участок почвы, прилегающий к корневой системе). Количество азотфиксирующих бактерий в почве уменьшается, в результате чего корневая система растений уменьшает высвобождение органических соединений, а их объем составляет около половины массы надземной части, что приводит к снижению фотосинтеза растений. Активируются токсинообразующие микрогрибы, количество которых контролируется полезными микроорганизмами. Использование извести не улучшает ситуацию, в некоторых случаях это приводит к увеличению загрязнения почвы болезнетворными микроорганизмами, например, корневыми гнилями. Минеральные удобрения вызывают угнетение почвенных животных: черви, гусеницы и фитофаги, питающиеся растениями, снижают ферментативную активность почвы. Минеральные удобрения значительно уменьшают формирующую активность всех почвенных растений и живых существ почвы. Установлено, что применение минеральных удобрений снижает активность почвенных ферментов более чем в два раза.

Применение минеральных удобрений зачастую увеличивает число низкокачественной продукции. Происходит это из-за того, что в растениях содержание углеводов снижается, а количество сырого белка увеличивается. В картофеле снижается содержание крахмала, а в зерновых культурах изменяется состав аминокислот, что снижает питательную ценность белка. Богатые нитратами овощи и фрукты воздействуют на желудочно-кишечный тракт, повышают риск развития онкологических заболеваний. Под влиянием большого количества химических веществ в сырье растительного и животного происхождения изменяется биохимический состав пищевых продуктов. Снижается количество витаминов и питательных веществ, они замещаются опасными нитритами. Применение минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур также влияет на хранение сельскохозяйственной продукции. Понижение содержания сахара и твердых

веществ в свекле и других овощах приводит к уменьшению сроков их хранения. Интенсивнее темнеют клубни картофеля, при консервировании овощей нитраты вызывают активную коррозию металлических банок, что влияет на качество хранения продукта. Большое количество нитратов содержится в листьях салата, шпината, до 90% нитратов концентрируется в моркови, до 65% — в верхней части корнеплодов свеклы, их количество увеличивается при хранении соков и овощей при повышенной температуре. При питании растений они берут азот из почвы, азот накапливается в тканях растения, что является нормальным явлением, но, когда в тканях появляется избыток азота, его избыточная часть превращается в соли азотной кислоты. Эти азотные соединения лишают красные кровяные тельца возможности снабжать кислородом клетки нашего организма. В результате нарушается обмен веществ, страдает центральная нервная система, уменьшается сопротивляемость организма болезням.

Азот и фосфор также негативно влияют на жизнедеятельность планктона. Умерший планктон и водоросли осаждаются на дне водоемов, что приводит к их заиливанию, а также выбросу газов метана и сероводорода, снижению концентрации водорастворимого кислорода, который приводит к гибели рыб. Видовой состав ценных рыб при этом также снижается. Рыбы не дорастают до нормального размера, раньше стареют и умирают. В водоемах планктон накапливает нитраты, рыбы их съедают, потребление таких рыб человеком приводит к болезням желудка.

Накопление азота в атмосфере приводит к выпадению кислотных осадков, подкислению воды и почвы, разрушению строительных построек, окислению металлов, при этом страдают леса, погибают животные и птицы, живущие в них, а в водоемах уменьшается количество рыбы и моллюсков. Имеются свидетельства, что на некоторых плантациях, где разводят мидий, они стали непригодными для употребления, также имели место случаи отравления при их приеме в пищу.

Минеральные удобрения также влияют на здоровье человека, попадая в организм человека с приемом пищи, нитраты всасываются в пищеварительный тракт, в кровь и вместе с ней — в ткани всех органов. Около 65% нитратов разлагаются, превращаясь в нитриты уже в полости рта. Нитриты окисляют гемоглобин до метгемоглобина, который не способен переносить кислород. Доля метгемоглобина в организме должна составлять

2%, он вызывает различные заболевания. С 40% содержанием метгемоглобина в крови человек может умереть. В детском возрасте ферментативная система развита слабо, поэтому нитраты для них более опасны. Нитраты и нитриты в организме человека преобразуются в сложные соединения нитрозы, являющееся канцерогенами. В проведенных экспериментах на 20 видах животных было доказано, что эти нитрозные соединения приводят к образованию злокачественных опухолей во всех органах, кроме костей. Нитрозоамины, обладают гепатотоксическими свойствами, вызывают заболевания печени, в частности, приводят к хроническому гепатиту. Нитриты часто являются причиной хронической интоксикации организма, ослабляют иммунную систему, снижают умственную и физическую работоспособность человека, проявляя мутагенные и эмбриотоксические свойства. В питьевой воде содержание нитратов постоянно растет, они не должны превышать концентрации 10 мг/л (требования ГОСТа). Для овощей и фруктов устанавливаются максимально допустимые нормы количества нитратов в одном килограмме, однако эти нормы постоянно корректируются в сторону повышения. Влияние минеральных удобрений на растения и качество растительной продукции представлено в таблице 1, а на животных и людей — в таблице 2.

Фактическое содержание нитратов в овощах, как правило, превышает допустимый порог. Максимальная суточная доза нитратов, не оказывающая негативного влияния на организм человека, не должна превышать 200–220 мг на 1 кг массы тела. Как правило, эти нормы нарушаются, и в организм человека попадает фактически 150–300 мг, а иногда и до 500 мг на 1 кг массы тела.

Переходя к анализу органических удобрений, следует отметить, что к ним относятся птичий помет, навоз сельскохозяйственных животных, фекалии, ил, отходы древесины, торф, компост, пепел, костная мука. Из приведенного выше списка видно, что существуют различные органические удобрения, характеристики их зависят от источника, а также производства и метода переработки. Органические удобрения содержат азот, калий, фосфор, кальций, магний, оксиды металлов, серную кислоту, кремний и специальное органическое вещество (очень ценный элемент, улучшающий структуру почвы).

Куриный помет является одним из более эффективных органических удобрений, как было показано в работах [1, 3, 4], представляющих собой сложную смесь, со-

Таблица 1.
Влияние минеральных удобрений на растения и качество растительной продукции

Table 1. The effect of mineral fertilizers on plants and the quality of plant products

Виды удобрений	Влияние минеральных удобрений	
	положительное	Отрицательное
Азотные	Повышают содержание белка в зерне; улучшают хлебопекарные качества зерна	При высоких дозах или несвоевременных способах внесения — накопление в виде нитратов, буйный рост в ущерб устойчивости, повышенная заболеваемость, особенно грибными болезнями. Хлористый аммоний способствует накоплению Cl. Основные накопители нитратов — овощи, кукуруза, овес, табак
Фосфорные	Снижают отрицательные воздействия азота; улучшают качество продукции; способствуют повышению устойчивости растений к болезням	При высоких дозах возможны токсикозы растений. Действуют в основном через содержащиеся в них тяжелые металлы (кадмий, мышьяк, селен), радиоактивные элементы и фтор. Основные накопители — петрушка, лук, щавель
Калийные	Аналогично фосфорным	Действуют в основном через накопление хлора при внесении хлористого калия. При избытке калия — токсикозы. Основные накопители калия — картофель, виноград, гречиха, овощи закрытого грунта

Таблица 2.

Влияние минеральных удобрений на животных и людей

Table 2. The effect of mineral fertilizers on animals and humans

Виды удобрений	Основные воздействия
нитратные формы (азотные)	Нитраты (ПДК для воды 10 мг/л, для пищевых продуктов — 500 мг/день на человека) восстанавливаются в организме до нитритов, вызывающих нарушение обмена веществ, отравления, ухудшение иммунологического статуса, метгемоглобинемию (кислородное голодание тканей). При взаимодействии с аминами (в желудке) образуют нитрозамины — опаснейшие канцерогены. У детей могут вызывать тахикардию, цианоз, потерю ресниц, разрыв альвеол. В животноводстве: авитаминозы, уменьшение продуктивности, накопления мочевины в молоке, повышение заболеваемости, снижение плодовитости
Суперфосфат (фосфорные)	Действуют в основном через фтор. Избыток его в питьевой воде (более 2 мг/л) вызывает повреждение эмали зубов у человека, потерю эластичности кровеносных сосудов. При содержании более 8 мг/л — остеохондрозные явления
Хлорсодержащие удобрения	Потребление воды с содержанием хлора более 50 мг/л вызывает отравления (токсикозы) человека и животных

державшую различные органические и минеральные вещества, увеличивающих урожайность на 25–30% в зависимости от культуры, природных условий и места их произрастания.

Как представлено в работе [2], более 600 птицефабрик в Российской Федерации производят в среднем каждая более 100 т сжиженных отходов в день. Как правило, большая часть этих отходов не перерабатывается, а накапливается вблизи птицеводческого хозяйства, образуя поля сжиженной массы, которые негативно влияют на санитарное и экологическое состояние окружающей среды. Загрязнение почв, прудов, лесов и пастбищ, прилегающих к птицеводческим хозяйствам, наносит серьезный экономический, экологический и социальный ущерб не только сельскохозяйственным угодьям, но и жителям близлежащих населенных пунктов. Сырой непереработанный куриный помет после суточного хранения приобретает сильный зловонный запах. Он содержит большое количество семян сорняков, яиц и личинок гельминтов и мух, многие микроорганизмы, среди которых часто встречаются опасные возбудители заболеваний. В этой связи птицеводческие хозяйства, согласно Международной конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (Финляндия, 1991), являются экологически опасными видами экономической деятельности [3].

По данным ВНИТИП, птицефабрика на 400 тыс. кур-несушек производит 700 т биогаза при разложении куриного навоза, в том числе 400 т метана (65%), 208 т диоксида углерода (30%), 35 т водорода, сероводорода, аммиака и других соединений (5%). Ущерб экосистеме от этих выбросов оценивается в 440 млн рублей. В то же время необработанный птичий помет, как органическое удобрение, в течение года хранения в непереработанном виде почти полностью теряет свои ценные свойства. В России, по данным Минсельхоза, органические удобрения используются только на 6%

Таблица 3.

Показатели термообработки куриного помета

Table 3. Indicators of heat treatment of chicken manure

№	Показатель	Ед. изм.	Результат
1	Массовая доля влаги	%	11,31
2	Массовая доля сухого вещества	%	88,69
3	pH	Ед.	6,73
4	Азот общий	%	4,30
5	Фосфор общий	%	2,18
6	Калий общий	%	1,09
7	Массовая доля органического вещества	%	60,73
8	Массовая доля органического вещества в пересчете на углерод	%	30,37
9	Отношение C:N		6,33
10	Массовая доля аммонийного азота	%	0,50

Таблица 4.

Показатели концентрации вредных компонентов

Table 4. The concentration of harmful components

№	Показатели концентрации вредных компонентов	Обнаружено
1	<i>Salmonella</i>	не обнаружено
2	<i>Campylobacteriaceae</i>	не обнаружено
3	<i>Klebsiella</i>	не обнаружено
4	<i>Staphylococcus</i>	не обнаружено
5	Иерсиния псевдотуберкулезис	не обнаружено

территории. Кроме того, эти удобрения являются непереработанным навозом, который вносится в почву без предварительной обработки. Использование необработанного навоза в качестве органического удобрения способствует загрязнению полей сорняками, патогенной микрофлорой, яйцами гельминтов и пестицидами, что делает невозможным выращивание экологически безопасной продукции. Термически обработанный куриный навоз представляет собой сыпучее или гранулированное, высокоэффективное органическое удобрение, позволяющее долгое время сохранять все удобрения в почве, а относительно небольшой размер гранул позволяет быстро растворяться в почве. Показатели термообработки куриного навоза приведены в

таблице 3 и 4. Использование органических удобрений из птичьего помета позволяет получать экологически безопасную продукцию, при этом практически отсутствует экологический риск при внесении их в почву. Применение гранулированного органического удобрения из отходов птицефабрик, полученного в результате высокотемпературной переработки, дает возможность устранить экологические риски вредного воздействия на местную экосистему и почвы, в которую оно вносится; эффективно регулировать баланс гумуса и восстановить плодородный слой почвы, так как находящиеся в нем питательные вещества находятся в оптимальном для растений и почвенной микрофлоре сочетании; увеличить содержание минеральных компонентов до уровня оптимального для конкретной почвы; постепенно использовать питательные вещества для растений; сохранить свойства удобрения на длительное время; выращивать и производить экологически чистые продукты питания; увеличить продолжительность жизни и сократить заболеваемость населения.

Выводы

Таким образом, несмотря на положительные стороны применения минеральных удобрений, их использование в сельском хозяйстве приводит к вредному воздействию на экосистему, при этом происходит изменение почв и их уплотнение; загрязнение воды и водоемов; в атмосферу диффундируют вредные химические эле-

менты и соединения, которые мигрируют в соседние регионы; также происходит негативное воздействие на сельскохозяйственное производство и здоровье населения; исчезают почвы, вовлеченные в естественный процесс разложения и образования гумуса бактериями, количество которого сокращается; загрязнение грунтовых вод и атмосферы; изменение кислотности почвы; накопление в почве нетипичных для природной среды соединений; вымывание полезных катионов из почвы. Производство минеральных удобрений наносит удар по экологической ситуации в регионе. Поэтому можно сделать вывод, что химическое производство минеральных удобрений и их дальнейшее использование оказывают негативное воздействие на окружающую среду, отрицательно воздействуют на качество сельскохозяйственной продукции и здоровье человека. Органические удобрения, полученные из отходов птицефабрик, наоборот, значительно снижают количество выбросов в окружающую среду, повышают экологическую безопасность, улучшают качество жизни людей, проживающих в регионе. При применении органических удобрений улучшается состав и свойства почв, значительно повышается урожайность сельскохозяйственных культур, при этом выращиваются экологически чистые сельскохозяйственные культуры, что обеспечивает продовольственную безопасность страны, улучшает здоровье людей и увеличивает продолжительность их жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузетти К.Д., Иванов М.В. Получение жидких и гранулированных органических удобрений из отходов птицефабрик. *Аграрная наука*. 2020;2:61–63.
2. Бузетти К.Д., Иванов М.В. Исследование кинетических закономерностей процесса сушки отходов птицеводческих хозяйств с целью дальнейшей разработки технологии получения высокоэффективных органических удобрений и кормов для сельскохозяйственных животных. *Аграрная наука*. 2019;2:71–73.
3. Калошин Ю.А., Светлов Ю.В., Бузетти К.Д. и др. Тепло- и массообмен при получении эффективных органических удобрений и продуктов для комбинированного производства: сборник научных статей 1-х Международных Лыковских научных чтений, посвященных 105-летию академика А.В. Лыкова. М.: Университетская книга, 2015. С.187–190.
4. Бузетти К.Д., Кавецкий Г.Д. Технология сушки. М.: КолосС, 2012. 255 с.

ОБ АВТОРАХ:

Бузетти Константин Дантевич, кандидат технических наук, доцент
Иванов Михаил Владимирович, старший преподаватель

REFERENCES

1. Buzetti K.D., Ivanov M.V. Obtaining liquid and granular organic fertilizers from waste poultry farms. *Agrarian Science*. 2020;42:61–63. (In Russ.)
2. Buzetti K.D., Ivanov M.V. Study of kinetic regularities of the process of drying poultry waste in order to further develop the technology of obtaining high-performance organic fertilizers and feed for farm animals. *Agrarian science*. 2019;2:71–73. (In Russ.)
3. Kaloshin Yu.A., Svetlov Yu.V., Buzetti K.D. Heat and mass transfer upon receipt of effective organic fertilizers and products for combined production: collection of scientific articles of the 1st International Lykov Scientific Readings dedicated to the 105th anniversary of academician A.V. Lykova. M.: University Book, 2015. P.187–190. (In Russ.)
4. Buzetti K.D., Kavetsky G.D. Drying Technology. Moscow: Koloss, 2012. 255 p. (In Russ.)

ABOUT THE AUTHORS:

Konstantin D. Buzetti, candidate of technical sciences, associate professor
Mikhail V. Ivanov, Senior Lecturer