

Внесение в почву только трепела без органоматериалов уменьшает поступление в растения свинца в 4,9–8,8 раза по сравнению с фоновым вариантом, что однозначно свидетельствует об интенсивной сорбции свинца трепелом. По эффективности снижения поступления свинца в растения трепел существенно превосходил торф и ТСК, однако наилучший результат получен, когда в почву вносили трепел, смешанный с ТСК, в этом варианте снижение поступления свинца в растения достигало 11–13 раз по сравнению с фоном. Сочетание трепела с ТСК в 1,5–2 раза снижает поступление свинца в растения по сравнению с трепелом и в 2,8 раза – с ТСК. Эффективность композиционного материала подтверждается данными средней высоты и массы растений.

Аналогичные результаты получены при изучении влияния композиционных материалов на поступление в растения кадмия (табл. 3).

При совместном загрязнении почвы свинцом и кадмием в дозах по 100 мг/кг, сохраняются те же закономерности поступления кадмия в растения кукурузы, как и при загрязнении почвы только кадмием. В фоновом варианте растения кукурузы содержали 841 мг/кг кадмия, внесение торфа уменьшило его поступление в растения в 4,4 раза по сравнению с фоном (до 180 мг/кг), внесение ТСК – до 137 мг/кг, трепела – 186 мг/кг. Таким образом, трепел давал такой же эффект снижения поступления кадмия в растения, как и торф. Наименьшее поступление кадмия и наибольший рост и масса сухого вещества растений наблюдались при смешивании трепела с ТСК (58 мг/кг), что объясняется высокими сорбционными свойствами указанного композиционного материала. Последний композиционный материал по эффективности превосходил положительное действие каждого компонента по отдельности и максимально снижал поступление свинца в растения из почвы.

Таким образом, способность ГК образовывать нерастворимые МГК и высокая комплексообразующая способность смеси органоматериалов с природными минеральными материалами позволяют использовать их для снижения поступления ТМ в сельскохозяйственную продукцию при возделывании на загрязненных почвах.

УДК 636.087+662.641.2

А. Р. Цыганов, проф., д-р с.-х. наук; С. А. Линкевич, канд. с.-х. наук;
А. Э. Томсон, доц., канд. хим. наук, Г. В. Наумова, проф., д-р техн. наук,
Т. Ф. Овчинникова, канд. техн. наук; Т. В. Соколова, доц., к-т техн. наук;
Т. Я. Царюк, канд. техн. наук, Жмакова Н. А., канд. техн. наук;
Макарова Н. Л. канд. техн. наук; И. П. Фалюшина, мл. науч. сотр.;
А. А. Макеенко, мл. науч. сотр.

БГТУ, г. Минск, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству»,
Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск

СФАГНОВЫЙ ТОРФ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСТАВЕ КОРМОВЫХ ДОБАВОК

Одним из важных природных ресурсов Беларуси является торф, который широко используется как бытовое топливо, а также в сельском хозяйстве как источник гумуса в виде органических удобрений и мелиорантов.

Особое место среди торфяных отложений занимает малоразложившийся сфагновый торф. Он формируется на месторождениях верхового типа, образуя поверхностные слои залежи.

Наша республика располагает значительными запасами сфагнового торфа (более 200 млн. т), однако из-за низкой теплотворной способности он не пригоден как топливо, не востребован в тепличных хозяйствах в связи с их переходом на искусственные субстраты, не используется в качестве подстилки из-за высокого содержания скота и лишь в незначительных количествах расходуется в производстве грунтов.

Важно отметить, что при разработке торфяных месторождений верхового типа на топливо необходимо удалять поверхностные слои малоразложившегося торфа в течение ряда лет. При этом возникает проблема его рационального использования, тем более учитывая, что торф – медленно возобновляемое природное сырье, к которому необходим бережный подход.

К особенностям малоразложившегося сфагнового торфа относится его высокая влагопоглощающая способность, присутствие в его компонентном составе большого количества полисахаридов, представленных в основном гемицеллюлозами, а также наличие широкого спектра биологически активных веществ органической природы: пектины, флавоноиды, катехины, каротиноиды, витамины, органические кислоты и аминокислоты, а также фенольные соединения, придающие ему биоцидные свойства. Он является также источником никотиновой кислоты. Гуминовые вещества, содержащиеся в торфе, обладают биологической активностью, включая йод в органической форме.

В этой связи в настоящее время сфагновый торф рассматривается как богатый источник биологически активных веществ, а также энтеросорбент, который целесообразно использовать в составе кормовых добавок.

Беларусь относится к регионам с развитым многоотраслевым животноводством, которое обеспечивает не только внутренние потребности страны, но и поставку разнообразной продукции на международный рынок. Свиноводство – одна из основных и наиболее проблемных отраслей животноводства.

Сложным и ответственным периодом в кормлении свиней является переход от молочного вскармливания к твердым кормам. Осложнения, возникающие в это время, оказывают значительное влияние на производственные показатели, т.к. именно в это время закладывается будущая продуктивность животного, его здоровье и способность противостоять инфекционным заболеваниям. Поэтому особое внимание необходимо уделять полноценному специальному кормлению поросят-отъемышей.

В период отъема в возрасте 4-х недель у поросят значительно снижается активность лактазы – фермента, обеспечивающего усвоение молока, а активность других пищеварительных ферментов (протеаз, липаз, амилаз), участвующих в переваривании твердой растительной пищи, еще только начинает постепенно нарастать.

Кроме того, недостаточна выработка соляной кислоты, из-за чего в желудке не может поддерживаться уровень кислотности, необходимый для переваривания новых кормов. Это приводит к снижению активности пепсина, неполному перевариванию корма, развитию патогенной микрофлоры и накоплению кишечных токсинов [1].

Одним из способов решения указанной проблемы является введение в рацион поросят-отъемышей специальных кормовых добавок, обладающих энтеросорбционными свойствами [1].

Имеющийся научный и практический опыт свидетельствует, что высокоэффективным сорбентом является сфагновый торф. Попадая в кишечник, он сорбирует и выводит из организма токсины, газы, ионы тяжелых металлов, патогенные микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности, способствует нормализации микрофлоры кишечника, снижает содержание в крови билирубина и мочевины, улучшает липидный обмен. Эта способность обусловлена его химической природой.

Сфагновый торф, как известно, обладает также биоцидными и противовоспалительными свойствами [2]. Его применение в кормовых рационах животных позволяет предотвратить острые кишечные инфекции, заболевания печени, нарушения в обмене веществ [3].

Ценным источником биологически активных соединений в составе кормовых добавок являются также ростки солода – многотоннажный отход пивоваренного производства [4].

Для проведения исследований использовали ростки солода, предоставленные ОАО «Криница» (г. Минск) и торф месторождения «Радемье» (ОАО «Зеленоборское») Минской области.

Выбор торфа, пригодного для наших целей, проводили на основании его геоботанической характеристики, физико-химических свойств и сорбционной активности.

Геоботаническая характеристика торфа показала, что у него невысокая степень разложения (15–20 %), в ботаническом составе преобладают (60 %) остатки мха – *Sph. Magellanicum*.

При разработке базового состава новой кормовой добавки принимали во внимание, как особенности кормления поросят-отъемышей, так и имеющийся опыт по скармливанию отдельных материалов, их состав, свойства, совместимость в одной композиции и доступность.

С целью повышения привлекательности кормовой добавки для поросят было решено ввести в композицию небольшое количество сухого молока (ТУ РБ 415.95) следующего состава: 25 % жира, 24 % белка и 39 % углеводов.

Состав приготовленной смеси для получения кормовой добавки включал: 85 % торфа, 10 % ростков солода и 5 % сухого молока.

Физико-химическая характеристика этой композиции и ее компонентов показала, что сфагновый торф в сравнении с другими компонентами отличается сравнительно высокой влажностью – 52,5 %, зольность – 4,6 %, рН водной вытяжки – 3,3. Для ростков солода свойственно низкое содержание минеральных веществ – 2,3 %, но рН водной вытяжки значительно выше – 6,20, а влажность не превышает 12,8 %. Важным свойством сфагнового торфа, которое характеризует его способность к сорбции, является высокое водопоглощение – 420 %. Введение в состав композиции ростков солода и сухого молока незначительно влияет на этот показатель, снижая его до 415 %. Однако присутствие ростков солода заметно сказывается на кислотности целевого продукта. При этом рН водной вытяжки указанной смеси повышается до 5,7, приближаясь к нейтральной реакции среды. Сорбционные свойства торфа и базовой смеси оценивали также по поглотительной способности в отношении метиленового голубого и катионов тяжелых металлов (S мг/г).

Характеристика сорбционных свойств торфа *Sph. Magellanicum* (15–20 %) и опытного образца смеси представлена в табл. 1. Следует отметить, что торф содержит большее число карбоксильных групп и, следовательно, имеет несколько более высокие значения величины сорбции как по метиленовому голубому, так и по ионам тяжелых металлов. При этом разница невелика. Сопоставление значений величины сорбции с содержанием карбоксильных групп показывает, что данная величина по ионам свинца, меди и цинка превышает содержание свободных карбоксильных групп, что обусловлено как кулоновским, так и неспецифическим взаимодействием, включая комплексообразование с кислородсодержащими и аминоклассами. Как торф, так и базовая смесь обладают высокой избирательностью поглощения тяжелых металлов. При этом если относительное сродство исследуемых ионов к торфу уменьшается в ряду $Pb > Cu > Zn > Cd$, то для кормовой добавки ряд сродства имеет следующий вид: $Pb > Cd > Cu > Zn$. Это связано с тем, что положение ионов металлов в ряду избирательности определяется не только наличием активных центров сорбции и природой катиона, но и условиями процесса. По-видимому, присутствие в базовой смеси ростков солода и сухого молока, значительно повышая рН среды, оказывает влияние на избирательность сорбции ионов. В результате базовая смесь обладает избирательностью поглощения особо опасных для здоровья ионов свинца и кадмия.

Таблица 1 – Сорбционные свойства и избирательность торфа *Sph. Magellanicum* и опытного образца смеси

Образец	COO ⁻ – группы, мг-экв/г	$S, \frac{\text{мг/г}}{\text{мг-экв/г}}$				$K_d, \text{мл/г}$				
		Метиленовый голубой	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Cd ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Pb ²⁺	Cd ²⁺
Сфагновый торф	1,20	115,4	$\frac{205,4}{2,0}$	$\frac{62,7}{1,9}$	$\frac{42,5}{1,3}$	$\frac{28,1}{0,5}$	3320,4	1403,6	31628,6	125,2
Базовый образец кормовой добавки	1,05	99,8	$\frac{204,4}{1,9}$	$\frac{49,7}{1,6}$	$\frac{35,7}{1,1}$	$\frac{95,4}{1,7}$	9160,3	3503,2	13366,7	11800,0

Таким образом, опытный образец базовой смеси на основе сфагнового торфа и ростков солода, обогащенный сухим молоком, имеет благоприятный для организма поросят рН, содержит присущие исходному сырью биологически активные соединения и обладает более высокой водопоглощающей способностью и сорбционной активностью по отношению к ионам тяжелых металлов, чем сфагновый торф.

Как известно, кормовые добавки, предназначенные для скармливания молодняку свиней (пороссятам-отъемышам), не рекомендуется применять в рассыпном виде из-за опасности попадания их в дыхательные пути животных. При этом наиболее эффективным и распространенным способом подготовки кормов для таких животных является их гранулирование.

Одним из наиболее эффективных и широко применяемых в комбикормовой промышленности способов формования сырья является экструзия. Экструдирование включает в себя несколько процессов: температурную обработку при 120°C, избыточное давление и механохимическое деформирование, что приводит к образованию гранул с микропористой структурой, которые обладают хорошими адсорбирующими свойствами. Метод экструзии был использован в дальнейшей работе в наших опытах для получения гранулированных кормовых добавок.

Для оценки качества гранул новой кормовой добавки их испытание в животноводстве на пороссятах-отъемышах, на полупромышленной установке ООО «ЭкоГранТорф» методом экструзии были получены опытные партии гранулированных кормовых добавок:

- образец № 1 – гранулированный сфагновый торф;
- образец кормовой добавки № 2, содержащий сфагновый торф, ростки солода, сухое молоко, и в качестве связующего – органический сапропель.

Физико-техническая характеристика и прочностные свойства экструдированного торфа и новой кормовой добавки, полученных в условиях опытно-промышленной установки, представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Физико-техническая характеристика и прочностные свойства экструдированных образцов сфагнового торфа и кормовой добавки

Образец	Влажность, %	Зольность А ^c , %	рН водной вытяжки	Водопоглощение, %	Прочность	
					на сжатие, МПа	к истиранию, фракция <0,25, %
Экструдированный торф	17,0	2,9	5,74	120,0	3,1	1,3
Экструдированная кормовая добавка	14,8	4,8	5,80	170,0	4,9	0,8

Новая кормовая добавка имеет более высокую зольность по сравнению с торфом, что объясняется наличием в ее составе сапропеля. Прочность ее гранул на сжатие и виброустойчивость в 1,6 раза выше, чем у гранул сфагнового торфа. Гранулы кормовой добавки отличаются также значительно более высокой водопоглощающей способностью.

Сорбционные характеристики образцов, представленные в табл. 3, свидетельствуют, что сорбционная активность новой кормовой добавки по метиленовому голубому на 25 %, а по иоду на 68 % выше, чем у гранулированного сфагнового торфа, что связано с присутствием в ее составе сапропеля, который обладает высокой сорбционной активностью [5].

Таблица 3 – Сорбционная активность экструдированных образцов сфагнового торфа и кормовой добавки

Образец	Сорбционная активность, мг/г	
	по метиленовому голубому	по иоду
Экструдированный торф	105,0	76,1
Экструдированная кормовая добавка	131,2	127,5

Производственная проверка эффективности применения экструдированного сфагнового торфа и новой кормовой добавки в рационах пороссят-отъемышей была проведена

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» на поросятах-отъемышах белорусской мясной породы.

Таблица 4 – Среднесуточный привес массы поросят в опытах по скармливанию опытных кормовых добавок

Группа опыта	Вид корма	Среднесуточный привес, г	Прирост к контролю	
			г	%
Контрольная	комбикорм СК-16	391,2	–	–
I опытная	Комбикорм СК-16 + экструдированный торф	407,0	15,8	4,0
II опытная	Комбикорм СК-16 + экструдированная кормовая добавка	422,1	30,8	7,9

Стоимость дополнительной продукции, полученной за период опыта, в расчете на одну голову при применении новой кормовой добавки на 2,48 руб. (1,2 у.е.) выше, чем в контрольном варианте, где поросятам давали стандартный корм.

Таким образом, в результате выполненных работ научно обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность использования в качестве основных компонентов новой биологически активной кормовой добавки малоразложившегося сфагнового торфа, обладающего высокой сорбционной емкостью и включающего в свой состав широкий спектр соединений ростстимулирующего и адаптогенного действия, и ростков солода – неиспользуемого в полном объеме отхода пивоваренного производства, богатого источником аминокислот, меланоидинов, пектина и других биологически активных соединений.

Физико-химическая и сорбционная характеристика опытных образцов новой кормовой добавки выявила их высокие водно-сорбционные качества и способность связывать ионы тяжелых металлов.

Результаты испытаний по скармливанию экструдированной кормовой добавки, экструдированного сфагнового торфа и стандартного полнорационного комбикорма СК-16 (контроль) представленные в табл. 4, показали, что за период наблюдений (33 дня) среднесуточный прирост живой массы поросят в контроле составил 391,2 г, в первой опытной группе – 407,0 г, во второй – 422,1 г. Таким образом, относительный прирост живой массы поросят, получавших новую экструдированную кормовую добавку на фоне контроля, составил 7,9 %. Экономические результаты применения кормовых добавок представлены в табл. 5.

Таблица 5. Экономическая эффективность применения новой кормовой добавки

Показатели	Группы животных		
	контрольная	I опытная	II опытная
Длительность опыта, дней	33		
Получено привеса на одну голову за период опыта, кг	12,91	13,43	13,90
Дополнительный привес на одну голову за период опыта по сравнению с контролем, кг	0	+0,52	+0,99
Закупочная цена на свинину первой категории, руб.	2,5		
Получено прибыли на 1 голову за период опыта по сравнению с контролем, руб.	0	+1,3	+2,48
Стоимость 1 долл. США	2,103		
Получено прибыли на 1 голову за период опыта по сравнению с контролем, долл. США	0	+0,62	+1,2

Комплекс исследований по получению гранулированных форм новой кормовой добавки показал, что включение в ее состав сапропеля не только повышает прочность гранул, но и значительно увеличивает сорбционную активность. Так, сорбционная способность кормовой добавки, гранулированной методом экструзии, по метиленовому голубому на 25 %, а по йоду на 68 % выше, чем у экструдированного сфагнового торфа, что связано с введением в состав добавки сапропеля.

Научно-хозяйственные опыты по скармливанию новой кормовой добавки пороссятам-отъемышам, проведенные совместно с РУП НПЦ НАН Беларуси по животноводству, подтвердили ее эффективность. Среднесуточный прирост в расчете на одно животное на 7,9 % выше, чем в контрольном варианте. Стоимость продукции, дополнительно полученной за время опыта, в расчете на одну голову составила 2,48 руб. или 1,2 у.е. (в ценах 2018 г.).

Список использованных источников

1. Пономаренко, Ю. А. Питательные и антипитательные вещества в кормах. / Ю. А. Пономаренко. – Минск: Экоперспектива. 2007. – 960 с.
2. Эрнст, Л. Кормовые продукты из торфа. / Л. Эрнст, З. Науменко, С. Ладинская // Животноводство. 1981. – № 9. – С. 27–28.
3. Томсон, А. Э. Торф и продукты его переработки. / А. Э. Томсон, Г. В. Наумова – Минск: «Беларуская навука». – 2009. – 328 с.
4. Ферман, Г. И. Идентификация азотистых веществ солодовых ростков и экстрактов из них / Г. И. Ферман, В. Т. Гирс // Изв. высш. учеб. зав. Пищевая технология. 1972. – №1. – С. 92–94
5. Вирясов, Г. П. Избирательная сорбция катионов металлов сапропелями. / Г. П. Вирясов, А. Э. Томсон, Т. В. Соколова [и др.]. // Природопользование: сб. науч. тр. – 1999. – Вып. 5. – Минск, 1999. – С. 102–104.

УДК 553.97

В.А. Ракович, Н.Н. Бамбалов
Государственное научное учреждение
«Институт природопользования НАН Беларуси»

УСТОЙЧИВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫБЫВШИХ ИЗ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕРЕЗОВСКОГО РАЙОНА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Выработанные торфяные месторождения и участки Березовского района используются в основном в лесном хозяйстве. Сельскохозяйственные земли занимают 100 га, из которых 75 га – посадки клюквы и голубики, 25 га – луговые естественные угодья, часть площадей передана в Госземзапас, а на шести участках идут процессы естественного зарастания и заболачивания.

Однако не всегда капиталовложения в сельскохозяйственную рекультивацию дают ожидаемый экономический эффект вследствие того, что не все торфяные месторождения по своим природным характеристикам (геоморфологическим, геологическим, гидрологическим, агрохимическим и др.) пригодны для создания на них сельскохозяйственных земель. Неэффективное использование выработанных торфяных месторождений в сельском хозяйстве приводит к их зарастанию древесно-кустарниковой растительностью, и, согласно спутниковой информации, такие территории в Березовском районе уже появились.

Помимо экономических потерь от недобора сельскохозяйственной продукции происходит зарастание выработанных торфяных месторождений древесно-кустарниковой растительностью, что усиливает степень их пожароопасности.

Существующая многолетняя практика использования выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений не всегда соответствует современным методам хозяйствования и природопользования, поэтому отдельные территории нуждаются в пересмотре направления использования с учетом новых научных знаний. Сложившаяся ситуация объясняется тем, что решения о направлении использования выработанных торфяных месторождений принимались на стадии проектирования промышленной разработки без достаточного научного обоснования.