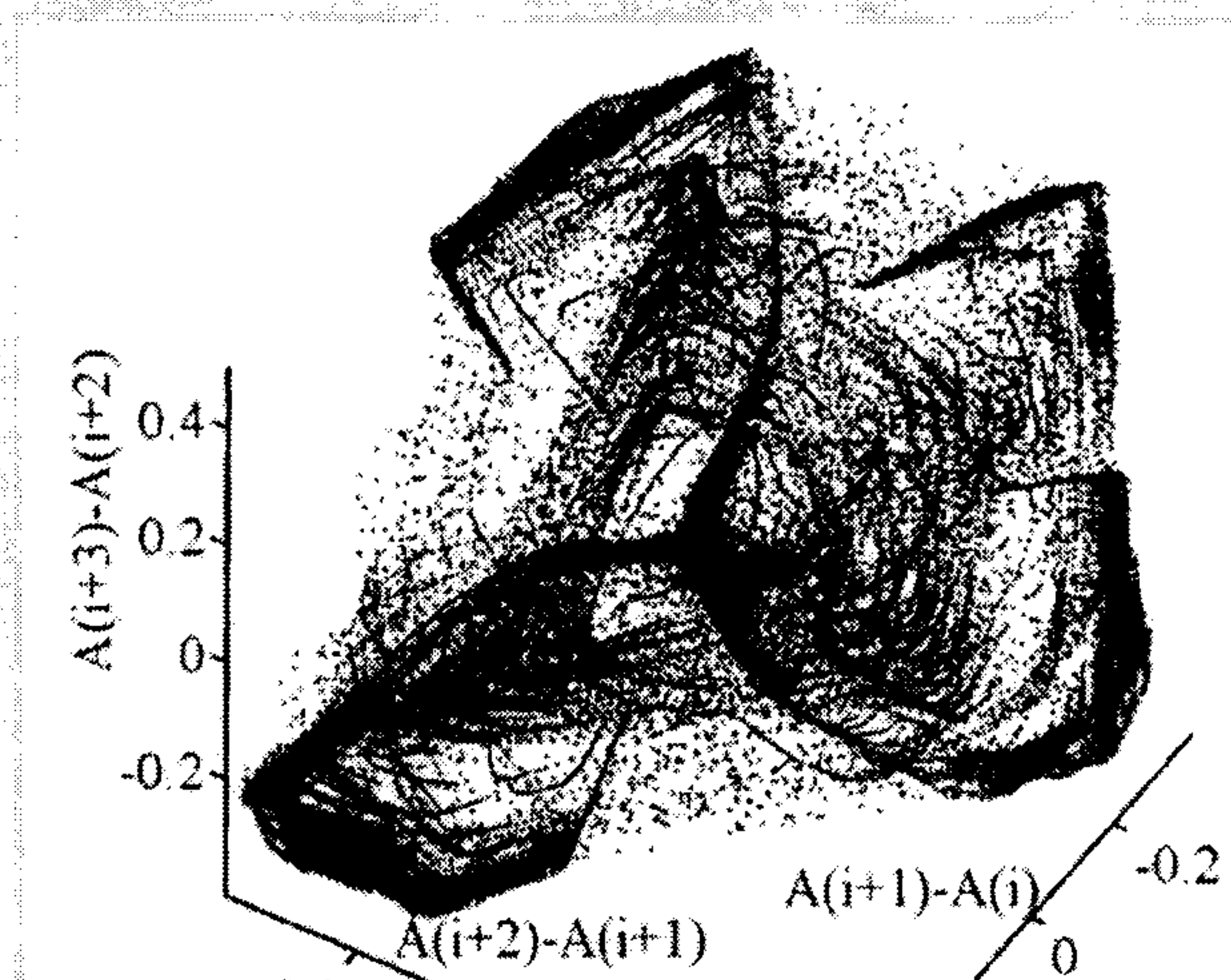


Бутлеровские сообщения

ISSN 2074-0212



2010. Том 19. №1-3



International Edition in English:
Butlerov Communications



ISSN 2074-0948

Повышение питательной ценности фитомассы амаранта за счет гидролиза-экстракции в аппаратах роторно-пульсационного типа

© Выштакалюк Александра Борисовна,^{1a*} Минзанова Салима Тахиятулловна,^{1b}
Соснина Надежда Александровна, Миронов Владимир Федорович,^{1c}
Коновалов Александр Иванович,¹ Миронова Любовь Геннадьевна,^{1c}
Лапин Анатолий Андреевич,¹ Смоленцев Александр Владимирович,¹
Зобов Владимир Васильевич,^{1,2d} Жарковский Анатолий Петрович,³
Портнов Илья Юрьевич³ и Хируг Сергей Сергеевич⁴

¹ Лаборатория химико-биологических исследований. Учреждение Российской академии наук. Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра Российской академии наук. Ул. Арбузова, 8. г. Казань, 420088. Республика Татарстан. Россия.

Тел.: (8432) 72-73-84. Факс: (8432) 73-22-53.

E-mail: ^{a)} egrad@hitv.ru ^{b)} minzanova@iopc.ru, ^{c)} miroнов@iopc.ru, ^{d)} zobov@iopc.ru,

² Кафедра прикладной экологии. Казанский (Приволжский) федеральный университет.

³ ООО «Электрол-Б». ул. Парижской Коммуны, д. 25/39, офис 412. г. Казань, 420021.

Республика Татарстан. Россия.

⁴ Neuroscience Center, P.O. Box 56 (Viikinkaari 4), University of Helsinki, FI-00014, Helsinki, Finland.

Тел.: +358-9-191-57644. Факс: +358-9-191-57620. E-mail: sergey.khirug@helsinki.fi

*Ведущий направление; [†]Поддерживающий переписку

Ключевые слова: кавитация, ультразвуковое воздействие, переработка растительного сырья, механоакустическая обработка, гидролиз-экстракция, амарант, переваримость, ремонтный молодняк кур, Белый леггорн.

Аннотация

Путем комплексной химической и механоакустической обработки витаминно-травяной муки из амаранта получены кормовые добавки нового поколения с повышенной питательной и биологической ценностью. Показана более высокая эффективность полученных кормовых добавок (гидролизатов и экстрактов амаранта) по сравнению с исходным сырьем.

Введение

В связи с увеличением объемов производства продукции животноводства, в современном мире остро стоит проблема расширения кормовой базы. Особенно актуальным является повышение питательности и переваримости кормов [1]. Для решения данной проблемы используются различные способы обработки грубого растительного сырья. Например, обработка водными растворами щелочи 1-5% концентрации, химическими веществами кислотного характера, путем запаривания растительного сырья [2]. Основной задачей данных способов обработки является частичное разрушение целлюлозы и гемицеллюлозы, и за счет этого – повышение усвояемости и питательной ценности корма. Для данных способов характерны высокая трудоемкость, энергоемкость и длительность обработки.

Воздействие кавитации и акустических колебаний является одним из современных способов интенсификации химической обработки грубого растительного сырья [3]. Воздействие акустических колебаний на кормовую смесь приводит к проявлению различных эффектов, физическая природа которых связана с действием сопутствующих распространению ультразвука в среде факторов: механического, теплового, физико-химического, при этом разрушаются твердые частицы корма до размера 10-150 мкн, и, если интенсивность

излучения превышает порог возникновения кавитации в жидкости, возможно разрушение некоторых макро- и микробиологических объектов, а также проявление химического действия, например, расщепление сложных белковых структур в более простые, легко усваиваемые животными в процессе переваривания корма.

Для получения кормовых добавок из амаранта, исследованных в настоящей работе, используется способ обработки растительного сырья [4-6], включающий комплексное химическое и механоакустическое воздействие в аппаратах роторно-пульсационного типа S-эмульгатор [7] и вибро-кавитационная мельница [8]. Данный способ обработки позволяет существенно повысить питательную ценность корма за счет частичного разрушения клетчатки, увеличения содержания растворимых питательных веществ и повышения переваримости. Обработка в аппаратах роторно-пульсационного типа позволяет проводить гидролиз-экстракцию в мягких условиях – температура не более 45-50 °С, без воздействия высокого давления и агрессивных химических реагентов, что делает данный способ получения кормовых добавок экологически безопасным. За счет мягких условий обработки сохраняются витамины и ряд других ценных биологически активных веществ. Возможность применения молочной сыворотки в качестве экстрагента позволяет, во-первых, решить проблему утилизации сыворотки как отхода молочного производства, во-вторых, молочная сыворотка, содержащая в своем составе ценные питательные компоненты (белок, органические кислоты, витамины, минеральные вещества) сама по себе является биологически ценным продуктом.

Полученные кормовые добавки из амаранта являются перспективными для животноводства, поскольку, во-первых, они изготовлены из амаранта, характеризующегося высоким содержанием полноценного обогащенного незаменимыми аминокислотами белка и низким уровнем клетчатки [9-12]; во-вторых, за счет обработки повышается питательная ценность – увеличивается содержание биологически доступных растворимых компонентов, снижается уровень клетчатки, повышается переваримость, а при использовании молочной сыворотки продукты дополнительно обогащаются биологически ценными веществами.

Целью настоящей работы было исследование питательной ценности кормовых добавок – продуктов гидролиза-экстракции амаранта, полученных по новой технологии с использованием комплексного химического и механоакустического воздействия, и исследование их влияния на рост и сохранность ремонтного молодняка кур яичного направления.

Экспериментальная часть

Согласно способу [4-6], сухую витаминно-травяную муку из амаранта *A. cruentus* L. (АВТМ) подвергают мацерации в воде или молочной сыворотке путем замачивания на 2-4 часа, затем доводят до гидромодуля 1:5-1:15 и проводят гидролиз-экстракцию в одну или несколько стадий при обработке в аппаратах роторно-пульсационного типа (S-эмульгатор или вибро-кавитационная мельница) в условиях комплексного механоакустического воздействия в режиме скорости вращения ротора 3000-4500 об/мин при температуре 25-45 °С в течение 30-900 секунд. В качестве гидролизующих агентов используют воду, молочную сыворотку (рН 3.5-4.0) или водные растворы щелочи или соды (рН 8.5-10.5). Обработка молочной сывороткой способствует экстрактивному извлечению пектиновых веществ, переводя их из нерастворимой формы – протопектина в растворимую форму – пектин. Обработка в щелочной среде позволяет экстрагировать белковые вещества из растительного сырья и переводить их в более легкодоступные по усвоению пептидные фракции, что повышает питательную ценность корма. В зависимости от экстрагирующей среды, аппаратным способом получают следующие конечные продукты:

- водный гидролизат (ВГ) – экстрагент вода;
- пектиновый гидролизат (ПГ) или сывороточный пектиновый гидролизат (СПГ) – экстрагент водные растворы кислот (молочная, янтарная, лимонная) или молочная сыворотка соответственно;
- белковый гидролизат (БГ) – экстрагент водные растворы щелочи или соды;
- белково-пектиновый (БПГ) или сывороточный белково-пектиновый гидролизат (СБПГ) – способ получения включает последовательную экстракцию водным раствором щелочи или соды, затем раствором кислот или молочной сывороткой и растворами щелочи или соды соответственно;

- сывороточный осахаренный белково-пектиновый гидролизат (СОБПГ) – способ получения включает обработку молочной сывороткой, затем растворами соды или щелочи, а затем ферментами целлюлазного комплекса (целловиридин и пектофозетидин).

Без использования аппаратов упрощенным способом путем гидролиза сырья в процессе длительного (в течение 2-3 суток) замачивания (мацерации) получают следующие продукты:

- АВТМ, мацерированная водой (В+АВТМ);
- АВТМ, мацерированная молочной сывороткой (С+АВТМ).

В качестве высокопитательных кормовых добавок могут быть использованы как гидролизаты, так и продукты их фракционирования – экстракты и жомы. Основные показатели питательной ценности добавок, определенные в настоящей работе, приведены в табл. 1.

Испытания кормовых добавок проводили на ремонтном молодняке кур яичных пород первого возрастного периода выращивания (1-40 дней) в условиях клеточного содержания птицы на птицефабрике «Юбилейная» Лаишевского района республики Татарстан. Для исследования влияния кормовых добавок на рост, развитие и сохранность ремонтного молодняка кур было проведено три эксперимента.

Первый эксперимент Цыплятам породы белый леггорн промышленной линии П46, выведенным из однородной партии инкубационного яйца, начиная с 7-дневного возраста, в течение первого возрастного периода выращивания (до 35 дней) в рацион включали добавки в количестве 6% от нормативной массы корма: молочная сыворотка, СОБПГ, СОБПЭ (жидкая фракция СОБПГ), ВГ, СПГ, АВТМ, мацерированную водой или молочной сывороткой в пропорции 1:10, а также жом, являющийся твердой фракцией СПГ, в количестве 2 и 20% от массы рациона. Всего было сформировано 11 групп численностью по 190 голов. Ежедневно проводили учет падежа, в конце эксперимента в возрасте 35 дней взвешивали полностью поголовье одной или двух клеток (всего 65-107 голов).

Второй и третий эксперимент Цыплятам породы Родонит в возрастной период 17-25 дней в базовый производственный рацион включали добавки БГ, ПГ и БПГ в количестве 12%. Контрольные группы птиц содержались либо на базовом рационе без добавок, либо получали 1.5 или 7.5% АВТМ. Численность в группах составляла 1909-5070 голов. В конце эксперимента взвешивали поголовье одной или двух клеток (всего 53-113 голов).

Влажные кормовые добавки скармливали цыплятам в виде увлажненных мешанок, которые готовили непосредственно перед скармливанием и раздавали вручную 1 раз в сутки. Цифровой материал обрабатывали статистически в программе *Origin 6.0*, сравнение результатов между группами проводили по t-критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

При исследовании питательной ценности полученных кормовых добавок было показано, что состав кормовых добавок зависит от особенностей экстракции: щелочная экстракция способствует преимущественному выходу в экстракт растворимого белка, а кислотная – пектина (табл. 1).

Аппаратный способ обработки позволяет существенно сократить время экстракции – с 2-3 суток до нескольких минут. За счет аппаратного способа обработки растительного сырья существенно увеличивается выход экстрактивных веществ, снижается содержание клетчатки в жоме, и повышается переваримость сухого вещества (*in vitro*) по сравнению с растительным сырьем, мацерированным в течение 2-3 дней или исходным сырьем. Кроме того, данный способ позволяет в мягких условиях проводить достаточно эффективную экстракцию, используя в качестве экстрагента такой биологически ценный продукт, как молочная сыворотка.

При исследовании влияния кормовых добавок, полученных путем гидролиза-экстракции растительного сырья (травяной муки амаранта) на развитие ремонтного молодняка кур, было выявлено выраженное положительное действие добавок на производственные показатели и функциональное состояние птицы. Под влиянием кормовых добавок из амаранта повышалась средняя масса тела, отмечалось снижение падежа и отбраковки слабой птицы (общего отхода поголовья), увеличивалось количество кондиционных цыплят, соответствующих по массе нормативам для данной возрастной группы и существенно улучшались иммунобиологические показатели крови.

Табл. 1. Питательная ценность влажных кормовых добавок из амаранта (в пересчете на абсолютно сухое вещество)

Кормовая добавка	Гидролизат		Надосадочная фракция гидролизата (экстракт)		
	Растворимый белок ³⁾ , % масс.	Выделенный пектин ⁴⁾ , % масс.	Растворимый белок ³⁾ , % масс.	Выделенный пектин ⁴⁾ , % масс.	Переваримость <i>in vitro</i> ⁵⁾ , % масс.
1. ВГ	3.5	4.6	5.3	7.0	94.4
2. ПГ или СПГ	4.2	9.0	3.9	8.3	96.3
3. БГ	13.8	4.6	20.0	7.5	95.2
4. БПГ или СБПГ	14.9	11.3	12.5	13.6	97.5
5. СОБПГ	15.1	10.6	15.1	14.4	98.7
6. В+АВТМ (мацерация)	2.5-2.7	5.5-8.3	4.3-4.6	10.2-15.4	67.7-89.0
7. С+АВТМ (мацерация)	2.7-3.5	5.1-7.8	2.5-3.2	5.1-7.8	65.9-98.3
АВТМ (исходное сырье)	-	-	-	-	-

Кормовая добавка	Осадочная фракция гидролизата (жом) ⁶⁾		
	Сырой протеин ¹⁾ , % масс.	Сырая клетчатка ²⁾ , % масс.	Переваримость <i>in vitro</i> ⁵⁾ , % масс.
1. ВГ	22.5	24.5	35.8
2. ПГ или СПГ	20.3	22.0	45.8
3. БГ	20.3	20.5	40.4
4. БПГ или СБПГ	18.6	20.5	50.6
5. СОБПГ	20.7	17.8	55.4
6. В+АВТМ (мацерация)	19.5	25.0-28.0	21.3-25.5
7. С+АВТМ (мацерация)	16.5-19.2	25.0-28.0	21.3-25.5
АВТМ (исходное сырье)	16.3-22.3	25.0-28.0	19.1-36.3

Примечания: ¹⁾ – определено по Кьельдалю [13]; ²⁾ – определено по ГОСТ 13496.2 [14]; ³⁾ – определено по Лоури [13]; ⁴⁾ – определено по ГОСТ 29186 [15]; ⁵⁾ – определено по ГОСТ 24230 [16]; ⁶⁾ жом – продукт, полученный при разделении гидролизатов на жидкую и твердую фазы.

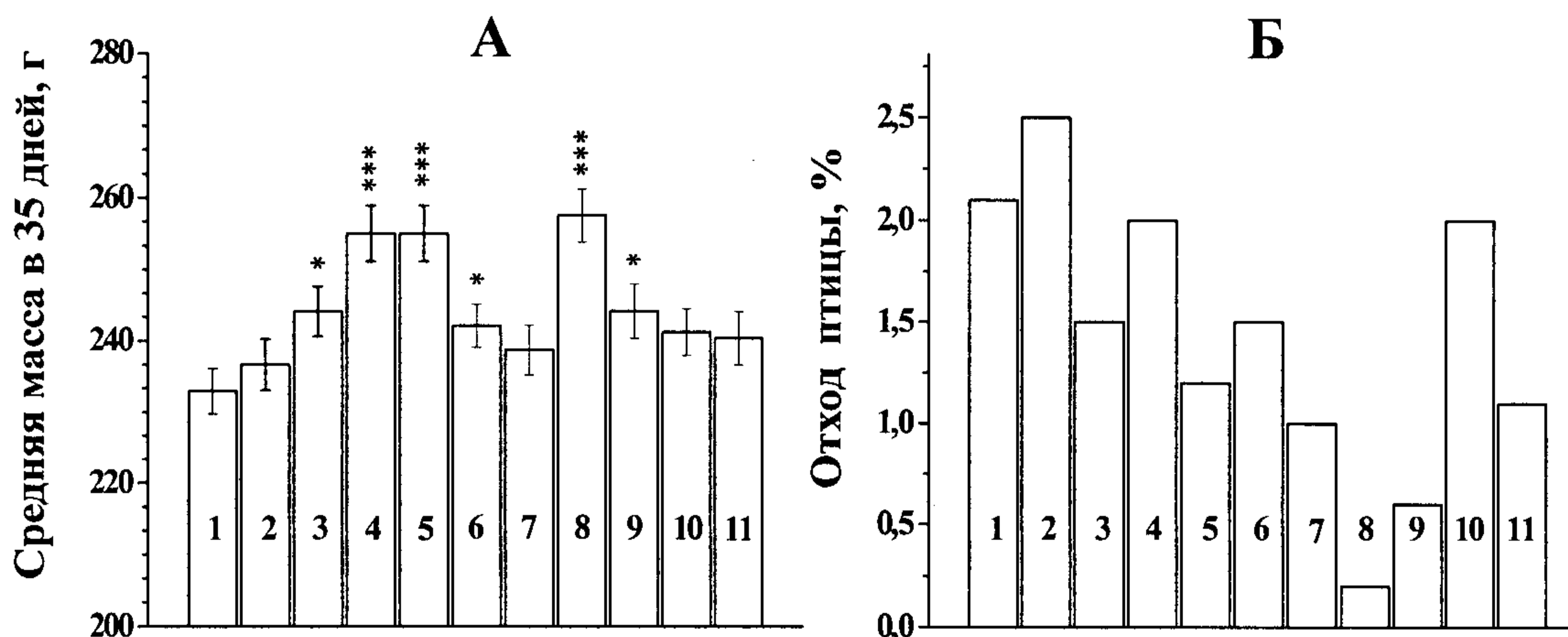


Рис. 1. Влияние кормовых добавок – продуктов гидролиза-экстракции витаминно-травяной муки из амаранта на среднюю массу тела в конце первого периода выращивания (А) и сохранность (Б) ремонтного молодняка кур породы Белый леггорн промышленной линии П-46: 1 – контроль (взвешенное поголовье n = 107); 2 – увлажненный корм (вода 6%, n = 91); 3 – молочная сыворотка 6% (n = 101); 4 – СОБПГ 6% (n = 77); 5 – СОБПЭ 6% (n = 65); 6 – ВГ 6% (n = 103); 7 – СПГ 6% (n = 91); 8 – Жом от СПГ 2% (n = 85); 9 – Жом от СПГ 20% (n = 88); 10 – В + АВТМ мацерация 6% (n = 91); 11 – С + АВТМ мацерация 6% (n = 77). * – Различия с контролем статистически достоверны при p < 0.05; ** – то же, при p < 0.01; *** – то же, при p < 0.001.

Было показано, что увлажнение корма водой приводит к незначительному увеличению прироста массы тела цыплят, однако при этом немного увеличивается отход птицы.

Увлажнение корма молочной сывороткой приводит к увеличению массы тела на 4.8% ($p < 0.05$) и небольшому снижению отхода поголовья (рис. 1А,Б). Водный гидролизат амаранта по действию на массу тела и сохранность поголовья проявляет эффект, близкий к молочной сыворотке. Сывороточный пектиновый гидролизат амаранта увеличивает массу цыплят незначительно, но более существенно повышает сохранность птицы: отход поголовья сокращается в 2.3 раза по сравнению с контролем и в 1.5 раза по сравнению с группой цыплят, получавших сыворотку. Жом (осадочная фракция СПГ) и комплексные добавки СОБПГ и СОБПЭ, которые в процессе получения были обработаны ферментами целлюлазного типа, содержащие экстрагированный растворимый белок амаранта и белок молочной сыворотки, а также пектин и ряд других биологически активных веществ амаранта и сыворотки, оказались наиболее эффективными по действию на прирост массы, увеличивая среднюю массу цыплят на 9.5-10.6% (рис. 1А). При этом наиболее выраженный эффект жома проявлялся при 2%.

Наиболее существенное снижение отхода поголовья до 0.2 и 0.6% (снижение по сравнению с контролем в 11.5 и 3.8 раз соответственно) отмечалось при скормливании жома в дозировках 2 и 20% соответственно (рис. 1Б). СОБПГ на сохранность цыплят практически не оказывал влияния, а СОБПЭ в дозировке 6% приводил к снижению отхода поголовья примерно вдвое.

Кормовые добавки амаранта, полученные не аппаратным способом – путем мацерации, оказались менее эффективными как по действию на массу тела, так и на сохранность цыплят, по сравнению с добавками, полученными аппаратным способом. В данном эксперименте эти добавки не приводили к увеличению массы цыплят, а эффект на сохранность проявился лишь для добавки, полученной на основе молочной сыворотки: отход поголовья снизился в 2.1 раза.

На ремонтном молодняке кур породы Родонит во втором и третьем экспериментах (табл. 2) также было показано положительное влияние на прирост массы цыплят кормовых добавок из амаранта, полученных путем гидролиза-экстракции в аппаратах роторно-пульсационного типа.

Табл. 2. Влияние кормовых добавок БГ, БПГ, ПГ на рост ремонтного молодняка кур породы Родонит в сравнении с исходным сырьем – АВТМ

Исследуемый показатель		БГ, 12%	БПГ, 12%	ПГ, 12%	АВТМ, 1.5%	АВТМ, 7.5%	Контроль
Поголовье в группах	II	4296	4332	2196	2196	1909	1980
	III	5070	4792	2331	-	-	1967
Масса тела в 25 дней, г	II	181.1±2.4	182.5±2.8	174.4±2.8	164.0±2.6	167.7±2.5	164.2±2.9
	III	157.3±2.3	1634±2.5	154.5±1.9	-	-	155.4±2.1
Прирост массы относительно контроля, %	II	10.3 ***	11.1 ***	6.2 *	-0.1	2.1	0.0
	III	1.9	8.0 *	-0.6	-	-	0.0
Взвешенное поголовье	II	90	61	96	53	95	102
	III	113	100	95	-	-	97
Количество мелких и недоразвитых молодок, %	II	1.1	3.2	10.4	16.8	10.8	15.1
	III	17.7	9.0	15.8	-	-	15.5

Примечание: * – различия с соответствующим контролем достоверны при $p < 0.05$; ** – то же, при $p < 0.01$; *** – то же, при $p < 0.001$

Во втором эксперименте цыплята, получавшие белковые гидролизаты амаранта БГ и БПГ, через 8 дней после ввода добавок, в возрасте 25 дней имели среднюю массу тела на 10.3 и 11.1% больше, чем в контрольной группе ($p < 0.001$). ПГ оказался менее эффективным по действию на прирост биомассы, увеличивая среднюю массу цыплят на 6.2% ($p < 0.05$). Исходное сырье – АВТМ в дозировке, эквивалентной 12% гидролизата (1.5% от массы рациона), и даже в дозировке, впятеро превышающей ее (7.5%) в данном эксперименте за столь короткий период применения оказалось не эффективным по действию на массу цыплят. В более ранних наших исследованиях [17, 18] было показано, что длительное, в течение всего

ПОВЫШЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ФИТОМАССЫ АМАРАНТА ЗА СЧЕТ ГИДРОЛИЗА... _____ 26-32
периода роста, применение АВТМ при выращивании ремонтного молодняка кур оказывает положительное влияние на сохранность и прирост массы. Кроме того, ранее было показано положительное влияние витаминно-травяной муки из амаранта на яичную продуктивность кур-несушек [19].

В третьем эксперименте эффект на массу цыплят оказали лишь белковые добавки из амаранта – БГ и БПГ, причем под влиянием БПГ отмечалось наиболее выраженное увеличение массы тела на 8% ($p < 0.05$). Под влиянием же БГ масса цыплят увеличилась лишь на 1.9%, что было статистически не достоверно (табл. 3).

Заключение

Таким образом, очевидно, что комплексная химическая и механоакустическая обработка растительного сырья (витаминно-травяной муки из амаранта) в аппаратах роторно-пульсационного типа приводит к значительному повышению питательной ценности получаемого растительного корма. Данный способ обработки позволяет снизить уровень клетчатки, повысить переваримость сухого вещества и содержание биологически доступных растворимых компонентов корма. В экспериментах на ремонтном молодняке кур доказана более высокая биологическая эффективность кормовых добавок, полученных по данному способу, по сравнению с исходным сухим сырьем. Более того, показано, что за счет аппаратного способа гидролиза-экстракции растительного сырья не только сокращается время экстракции, но и значительно улучшаются питательные свойства кормовых добавок по биохимическим показателям в сравнении с добавками, полученными путем мацерации (снижение уровня клетчатки, увеличение содержания растворимых экстрактивных веществ, повышение переваримости). При этом добавки, полученные аппаратным способом, оказались более эффективными по действию на производственные показатели при выращивании ремонтного молодняка кур в сравнении с добавками, полученными путем мацерации. Полученные результаты имеют высокую актуальность, так как в настоящее время из-за увеличения цен на энергоносители использование ценнейшего для сельскохозяйственных животных и птицы корма – травяной муки стало не рентабельным, и повсеместно наблюдается тенденция к сокращению ее применения. При традиционно рекомендуемых дозировках травяной муки 3-7% от массы рациона не всегда достигаются высокие производственные показатели. При применении кормовых добавок, полученных по новой технологии гидролиза-экстракции растительного сырья, существенный производственный эффект достигается при дозировках травяной муки в пересчете на сухое вещество 0.6-1.5%. То есть, расход травяной муки сокращается в 2-12 раз. Кроме того, применение кормовых добавок приводит к проявлению производственного эффекта (увеличению массы цыплят) за довольно короткие сроки – 8 дней. За счет применения кормовых добавок из амаранта дополнительно к контролю выживает 10-21 голов цыплят на каждую 1000 заселенного поголовья, и снижение падежа и отбраковки птицы обеспечивает окупаемость добавок в 2-5 раз.

Выводы

1. В результате проведенных исследований показано, что комплексная химическая и механоакустическая обработка растительного сырья в аппаратах роторно-пульсационного типа приводит к значительному повышению питательной ценности получаемого растительного корма для ремонтного молодняка кур. Установлены оптимальные дозировки кормовых добавок, при которых сокращается расход травяной муки в 2-12 раз.
2. Производственный эффект применения кормовых добавок из амаранта проявляется за счет увеличения массы цыплят, снижения их падежа и отбраковки.

Благодарности

Работа поддержана программой №5 ОХНМ РАН.

Литература

Полная исследовательская публикация _____ Выштакалюк А.Б., Минзанова С.Т., Соснина Н.А.,
Миронов В.Ф., Коновалов А.И., Миронва Л.Г., Лапин А.А., Смоленцев А.В., Зобов В.В., Жарковский А.П.,
Портнов И.Ю. и Хируг С.С. .

- [1] Скворцова Л.Н. Научно-практическое обоснование использования новых кормов и кормовых добавок для повышения биологического статуса мясной птицы. *Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Волгоград. 2010. 52с.*
- [2] Эрнат Л.К. и др. Производство и использование гидролизного сахара в животноводстве. М.: *Россельхозиздат. 1982. С.43, 44, 125.*
- [3] Интенсивные технологии приготовления кормов. Минск: *Урожай. 1989. 250с.*
- [4] Патент РФ № 2168908, кл. А 23 К 1/12. *БИ. №17. 2001.*
- [5] Патент РФ № 2160994, кл. А 23 К 1/16. *БИ. №36. 2000.*
- [6] Минзанова С.Т., Миронов В.Ф., Соснина Н.А., Выштакалюк А.Б., Лапин А.А., Смоленцев А.В., Миронва Л.Г., Хируг С.С., Коновалов А.И. Технологические аспекты получения кормовых добавок из амаранта. *Доклады академии наук. 2007. Т.413. №3. С.1-4.*
- [7] Патент РФ № 2090253, кл. В 01 F 7/ 00. *БИ. №26. 1997.*
- [8] *Свидетельство на полезную модель РФ №8973. 1999.*
- [9] Зимин С. Нетрадиционные виды сырья. Комбикормовая промышленность. 1996. №4. С.23-26.
- [10] Пройдак Н.И., Саид Эль-Шахат, Лапин А.А., Носов А.А. Оптимизация процессов химической коагуляции белков из листостебельной биомассы зеленых растений. *Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. 2002. Т.2. №7. С.77-80.*
- [11] Скворцов Е.В., Выштакалюк А.Б., Соснина Н.А., Смоленцев А.В., Лапин А.А., Миронов В.Ф., Зобов В.В. Оценка питательной ценности растительного белкового концентрата, полученного из зеленой массы амаранта. *Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. 2002. Т.2. №7. (регистрационный код: 2рс144).*
- [12] Офицеров Е.Н., Зеленков В.Н., Михеева Л.А. *Amaranthus cruentus* как источник биогенного кальция. *Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. 2001. Т.1. №1. (регистрационный код: 1vr02).*
- [13] Филиппович О.Б. Практикум по общей биохимии. М. 1975. 317с.
- [14] ГОСТ 13496.2-91 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой клетчатки (с заключительным озолением по ГОСТ 26226-95). М.: *ИПК Издательство стандартов. бс.*
- [15] ГОСТ 29186-91 Пектин. Технические условия. М.: *ИПК Издательство стандартов. 15с.*
- [16] ГОСТ 24230-80 Корма растительные. Метод определения переваримости in vitro. М.: *ИПК Издательство стандартов. 4с.*
- [17] Выштакалюк А.Б., Хируг С.С. Эффективность использования травяной муки из амаранта при выращивании ремонтного молодняка родительского стада кур-несушек. *Ветеринария и кормление. 2009. №2. С.36-37.*
- [18] Выштакалюк А.Б., Миронов В.Ф., Коновалов А.И., Хируг С.С. Влияние витаминно-травяной муки из амаранта на инкубационные свойства яйца и постэмбриональное развитие молодняка кур-несушек. *Зоотехния. 2009. №3. С.18-19.*
- [19] Выштакалюк А.Б., Хируг С.С., Ежкова М.С., Лысов В.Ф., Лапин А.А. Использование витаминно-травяной муки из амаранта для повышения продуктивности кур-несушек. *Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. 2001. Т.2. №5. (регистрационный код: 1vr08).*