

научно-практический журнал. – Витебск : УО ВГАВМ, 2014. – Т. 50, вып. 2, ч. 1. – С. 324-327.

11. Шарейко, Н. А. Нормы кормления и рационы для высокопродуктивных животных : учебно-методическое пособие для студентов по специальности “Зоотехния”, слушателей ФПК и ПК / Н. А. Шарейко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2013. – 89 с.

12. Яковчик, Н. С. Источники местного сырья в решении проблемы минерального питания крупного рогатого скота / Н. С. Яковчик, Н. П. Разумовский, Д. Т. Соболев // Актуальные проблемы инновационного развития и кадрового обеспечения АПК : материалы VII-й междунар. науч. – практ. конф. (Минск, 4-5 июня 2020 г.) / редкол. : Н. Н. Романюк [и др.]. – Минск, БГАТУ, 2020. – С. 71-77.

13. Яковчик, Н. С. Химический состав и питательность силосов из зеленой массы кормовых бобов / Н. С. Яковчик, Н. П. Разумовский, Н. Н. Зенькова // Актуальные проблемы инновационного развития и кадрового обеспечения АПК : материалы VII-й междунар. науч. – практ. конф. (Минск, 4-5 июня 2020 г.) / редкол. : Н. Н. Романюк [и др.]. – Минск, БГАТУ, 2020. – С. 312-317.

**УДК 664.788**

**А.Н. Остриков**, *д-р техн. наук, профессор,*  
**М.В. Копылов**, *канд. техн. наук, доцент;* **Е.Ю. Марпулец**,  
*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж*

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЭКСТРУДИРОВАННОГО БЕЛКОВОГО ТЕКСТУРАТА ИЗ АМАРАНТА**

**Ключевые слова:** экструзия, технология, параметры, амарант, белковый текстурат, качество, показатели.

**Key words:** extrusion, technology, parameters, amaranth, protein texture, quality, indicators.

**Аннотация:** проведены исследования по получению экструдированного белкового текстурата из амаранта. Определен рациональный гранулометрический состав зерен амаранта, установлена необходимость его увлажнения паром в течение 4 минут до влажности 20-24 %. Выявлен рациональный температурный режим экструдирования и величина давления в предматричной зоне экструдера. Полученный экструдированный белковый текстурат проанализирован по комплексу показателей качества, которые показали его высокие потребительские свойства.

**Summary:** studies have been conducted to obtain extruded protein texturate from amaranth. The rational granulometric composition of amaranth grains

was determined, the need for its humidification with steam for 4 minutes to a humidity of 20-24% was established. The rational temperature regime of extrusion and the pressure value in the pre-matrix zone of the extruder are revealed. The resulting extruded protein texturate was analyzed according to a set of quality indicators that showed its high consumer properties.

«Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г.» ориентирует на решение задач в области обеспечения полноценного питания, профилактики заболеваний, увеличения продолжительности и повышения качества жизни населения, стимулирования развития производства и обращения на рынке пищевой продукции надлежащего качества.

В рамках поставленных задач одним из наиболее перспективных объектов является улучшения качества готового продукта при одновременном повышении пищевой и биологической ценности, сбалансированности состава.

В качестве объекта исследования использовали зерна амаранта.

Для увеличения усвоения кормов животными используют их обработку с помощью оборудования под высоким давлением. Экспериментальные исследования проводили на двухшнековом экструдере KDL30-IV. Во время процесса экструдирования зерна амаранта помещали в загрузочный бункер, из которого они шнеком подавались в рабочую камеру.

Внутри рабочей камеры зерна амаранта сжимаются двумя шнеками и за счет эффекта диссипации нагреваются до температуры 150-200 °С. При этом зерна амаранта уплотняются и сжимаются под давлением 30 МПа. В результате такого термомеханического воздействия сырье постепенно переходит в гелеобразное состояние, изменяя свою физико-химическую структуру.

Когда экструдат выходит из формирующего устройства двухшнекового экструдера KDL30-IV, он расширяется, а белково-углеводный комплекс претерпевает существенные изменения: происходит декстринизация крахмала, денатурация белков, инактивация ферментов и др. Более того, процесс экструзии происходит за очень короткое время, поэтому потери питательных термолabileльных компонентов (витаминов, аминокислот) намного меньше, чем при обычной варке продуктов. Существенно улучшаются органолептические характеристики готового продукта.

Показатели качества и химический состав получаемого экструдата определяли по стандартным методикам: влажность – по ГОСТ 13586.5–2015, массовую долю белка – по Кьельдалю в соответствии с ГОСТ 10846–91, функционально-технологические свойства – жиро-, водосвязывающую и эмульгирующую способности – методами, приведёнными в литературе [1].

В результате из семян амаранта и амарантовой крупки были получены экструзионные продукты, представленные на рис. 1. Анализ выбора рациональных параметров экструдирования выявил следующие факторы, влияющие

яющие на процесс экструзии: гранулометрический состав, влажность, температура и давление.

При проведении экспериментов на двухшнековом экструдере было установлено, что:

– наиболее оптимален гранулометрический состав 0,7-1,0 мм (рис. 1, *а*). Использование сырья с размером частиц менее 0,7 мм, например 0,5 мм, приводило к неустойчивому процессу экструзии, забиванию продуктом выходного отверстия. В результате экструзии сырья с размером частиц более 1,0 мм, вспучивание продукта осуществляется неравномерно, продукт обладал неравномерной по сечению пористостью (рис. 2, *б*). В сечении продукта можно было различить включение небольшого количества частиц, что можно объяснить неполным переходом частиц смеси в расплав;

– необходимость увлажнения смеси до 20-24 % обусловлена следующими соображениями. Если влаги в смеси было менее 18 %, то ее оказывалось недостаточно и продукт на выходе из экструдера не вспучивался. И, наоборот, если влаги в продукте было более 24 %, это также приводило к снижению степени вспучивания, так как при этом формируется более плотная структура продукта с грубой консистенцией. Причина этих изменений заключается в том, что при увеличении влажности повышается пластичность массы, а это обуславливает снижение механических напряжений в экструдате. Следовательно, количество теплоты, выделяемой в результате работы сил вязкого трения, оказывалось недостаточно для получения вспученной структуры;

– установлено, что для данного экструдированного текстурата температура в предматричной зоне  $T = 453-460$  К позволяет достичь давления в предматричной зоне экструдера  $P = 5,5-6,2$  МПа. Именно в этом диапазоне температур в смеси происходят наиболее полные и глубокие физико-химические изменения белков, углеводов и других компонентов, придающие им свойства, наиболее приемлемые для их полного усваивания.



**Рисунок 1. Экструзионные продукты: *а* – амарантовый пищевой текстурат, *б* – амарантовый пищевой текстурат с включениями**

В результате обработки при рациональных параметрах получен экструдированный белковый текстурат, который был проанализирован по комплек-

су показателей, характеризующих его потребительские свойства. По органолептическим показателям: в виде палочек с гладкой поверхностью и неразвита пористостью; по цвету: светло коричневый с оттенками серого, по вкусу и аромату: соответствующему исходному виду сырья. При этом экструдированный текстурат имел хорошие потребительские данные [2].

### Список использованной литературы

1. Дерканосова, Н.М. Амарантовый экструдат как обогащающий ингредиент мучных изделий [Текст] / Н.М. Дерканосова, А.А. Стахурлова, И.Н. Пономарева, О.А. Василенко, В.Д. Ломова, М.В. Копылов // Хлебопродукты, 2018. – № 2. – С. 32-33.

2. Остриков, А.Н. Получение экструдированных белковых текстуратов на экструдере с динамической матрицей [Текст] / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко, Е.А. Татаренков, М.В. Копылов // Материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания Пищевая промышленность. Агропромышленный комплекс» / Южно-Уральский гос. унив. – Челябинск, 2010. – С. 117-119.

УДК 636.2:636.084.52:636.087.7

**В.Н. Шилов**, *д-р с.-х. наук, профессор*, **М.В. Иванова**, *аспирант*,  
*ФГБОУ ДПО «Татарский институт переподготовки*  
*кадров агробизнеса», г. Казань,*  
**О.В. Семина**, *канд. биол. наук,*  
*ООО «Биомир» г. Казань,*  
**Р.М. Ахмадуллин**, *канд. хим. наук,*  
*ООО «НТЦ «Ахмадуллины» г. Казань*

### МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ БЫЧКОВ НА ОТКОРМЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АНТИОКСИДАНТА «БИСФЕНОЛ-5»

**Ключевые слова:** бычки на откорме, антиоксидант, показатели крови  
**Keywords:** fattening bulls, antioxidant.

**Аннотация:** по составу крови можно судить о физиологическом состоянии животного, которому в рацион включали ежедневно изучаемый препарат – антиоксидант «Бисфенол-5». Введение препарата в рацион бычков на откорме в разных дозах на протяжении 122 суток не оказало отрицательного влияния на морфологические показатели крови и интенсивность их роста. По сравнению с особями контрольной группы наибольшее повышение содержания эритроцитов (25,79 %) и гемоглобина (5,5 %) в крови наблюдали на 114-е сутки эксперимента у бычков второй опытной группы, которым ежедневно часть концентратов заменяли 100 г