

УДК 636.285

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-2-68-73

## ОБОСНОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ОБОГАЩЕННЫХ ПАСТОВЫХ ПРОДУКТОВ

**Андрей Владимирович Бурмага, Александр Викторович Чубенко**

*Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск*

**Аннотация.** Для повышения продуктивности животных их рацион должен быть сбалансирован по всем питательным веществам. При сухом вводе таких питательных веществ требуется высокая точность их дозирования, с последующим тщательно-длительным перемешиванием в специальных аппаратах-смесителях. Дробление сухого зерна или зерновых смесей сопровождается наличием мучной пыли, которая при определенных условиях становится взрывоопасной. При получении пастовых продуктов ввод в них питательных веществ возможен в виде водных или масляных растворов, что также требует использования специальной системы машин, включающей измельчители зерна, дозаторы, а также смесители.

В статье предложен и обоснован инновационный способ приготовления пастовых продуктов на основе предварительно витаминно-обогащенного зерна, на основе которого разработана структурно-функциональная схема приготовления витаминно-обогащенных паст на основе зерновых компонентов. Установлено, что особенностью данного способа получения пасты является правильный выбор соотношения: зерно:раствор аскорбиновой кислоты. Обусловлено это тем, что семена должны поглотить весь раствор аскорбиновой кислоты и оказаться при этом полностью насыщенными этим раствором.

Произведено экспериментальное обоснование ряда кинетических аспектов водопоглотительной способности зерна при его насыщении аскорбиновой кислотой. Получены зависимости, характеризующие кинетику витаминного обогащения зерна путем его замачивания в водном растворе аскорбиновой кислоты. Получены данные по размерным характеристикам замоченного зерна и степени его измельчения до состояния пасты.

Установлено, что инновационный способ позволяет получить однородно-гомогенизированную витаминную пасту со средневзвешенным диаметром, равным 0,67 мм, что отвечает предъявляемым требованиям к качеству пастовых продуктов.

**Ключевые слова:** витамины, витаминное обогащение, зерно, кинетика, водонасыщение, питательные вещества, рацион, схема.

## SUBSTANTIATION OF AN INNOVATIVE METHOD FOR OBTAINING ENRICHED PASTA PRODUCTS

**A.V. Burmaga, A.V. Chubenko**

*Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk*

**Abstract.** To increase the productivity of animals, their diet must be balanced in all nutrients. With the dry administration of such nutrients, a high accuracy of their dosing is required, followed by thorough and long-term mixing in special mixing apparatus. Crushing dry grain or grain mixtures is accompanied by the presence of flour dust, which, under certain conditions, becomes explosive. When receiving paste products, the administration of nutrients into them is possible in the form

of aqueous or oil solutions, which also requires the use of a special system of machines, including grain grinders, dispensers, and mixers.

The article proposes and substantiates an innovative method for preparing pasta products based on pre-vitamin-enriched grain, on the basis of which a structural and functional scheme for the preparation of vitamin-enriched pastes based on grain components has been developed. It has been established that a feature of this method for producing a paste is the correct choice of the ratio: grain: ascorbic acid solution. This is due to the fact that the seeds must absorb the entire solution of ascorbic acid and be completely saturated with this solution.

An experimental substantiation of a number of kinetic aspects of the grain water-absorbing capacity when it is saturated with ascorbic acid has been carried out. The relations were obtained that characterize the kinetics of grain vitamin enrichment by soaking it in an aqueous solution of ascorbic acid. The data were obtained on the dimensional characteristics of the soaked grain and the degree of its grinding to the state of a paste.

It has been established that an innovative method makes it possible to obtain a uniformly homogenized vitamin paste with a weighted average diameter of 0.67 mm, which meets the requirements for the quality of paste products.

**Key words:** vitamins, vitamin enrichment, grain, kinetics, water saturation, nutrients, diet, scheme.

**Введение.** Известным фактом является то, что для повышения продуктивности таких сельскохозяйственных животных как крупный рогатый скот, свиньи, птица их рацион должен быть сбалансирован по всем питательным веществам [1].

При этом особого подхода требует процесс обогащения рационов кормления витаминными, макро- и микроэлементами [2].

Связано это прежде всего с тем, что их требуемые дозы микроскопичны, а их превышение является токсичным при передозировках.

Еще одной проблемой при использовании данных видов питательных веществ (ПВ) является способ их ввода в основной рацион.

Так, при сухом вводе таких ПВ требуется высокая точность их дозирования, с последующим тщательно-длительным перемешиванием в специальных аппаратах-смесителях.

При этом основной базовый компонент, как правило, – это дробленое зерно или его смеси, должен иметь высокую однородность по размерному ряду составных частиц [3–5].

При получении пастовых продуктов ввод в них данных ПВ возможен в виде водных или масляных растворов [1,2].

Однако и при первом, и при втором способах ввода питательных веществ в основную массу требуется использование специальной системы машин, включающей измельчители зерна, дозаторы, а также смесители [3,5].

Так, известный традиционный способ производства жидких пастообразных кормовых продуктов по схеме, предусматривающей дробление сухого зерна на молотковых дробилках, вальцовых мельницах и других измельчителях с последующим смешиванием их с витаминными и минеральными веществами в виде предварительно приготовленных премиксов и водой, в определенном соотношении, при его реализации требует относительно высоких затрат труда, энергии и средств.

Обусловлено это многооперационностью производства готового продукта [4].

При этом дробление сухого зерна или зерновых смесей сопровождается наличием мучной пыли, которая при определенных условиях становится взрывоопасной [5].

Таким образом, исследования, направленные на изыскание рационального

способа, исключая указанные недостатки, являются актуальной задачей, требующей своего решения.

Целью исследования является обоснование способа и параметров получения обогащенных пастообразных продуктов.

#### Задачи исследования:

1. Обосновать возможность и целесообразность получения водонасыщенно-обогащенных ПВ зерновых композиций;
2. Разработать структурно-функциональную схему приготовления витаминно-обогащенных паст на основе зерновых компонентов;
3. Экспериментально обосновать кинетические аспекты водопоглотительной способности зерна при его насыщении аскорбиновой кислотой.

По современным данным, большинство витаминов воздействует на обмен белка, что требует тесной связи с уровнем протеинового питания.

С учетом данного факта, наиболее рациональным с этих позиций подходом является использование зерна, например, злаковых культур, кукурузы, а также зернобобовых – в виде гороха и сои.

При этом все эти разновидности семян содержат в определенных количествах белки и обладают соответствующей водопоглощающей способностью.

На основе данного подхода разработана структурно-функциональная схема приготовления пастовых композиционно-обогащенных зерно-витаминных смесей, которая представлена на рисунке 1.

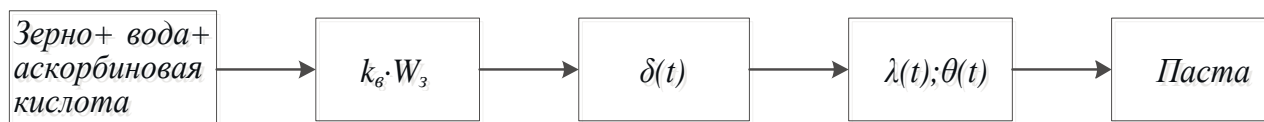


Рис. 1. Структурно-функциональная схема линии производства обогащенных пастовых продуктов

$k_v \cdot W_3$  – зависимость, характеризующая интенсивность процесса витаминизации зерна;

$\delta(t)$  – параметр, характеризующий процесс дозирования обогащенного зерна;

$\lambda(t)$  – степень измельчения обогащенного зерна;

$\theta(t)$  – однородность витаминизированной пасты.

На основе данной схемы предложены технологическая и конструктивно-технологическая схемы получения витаминно-обогащенной пасты.

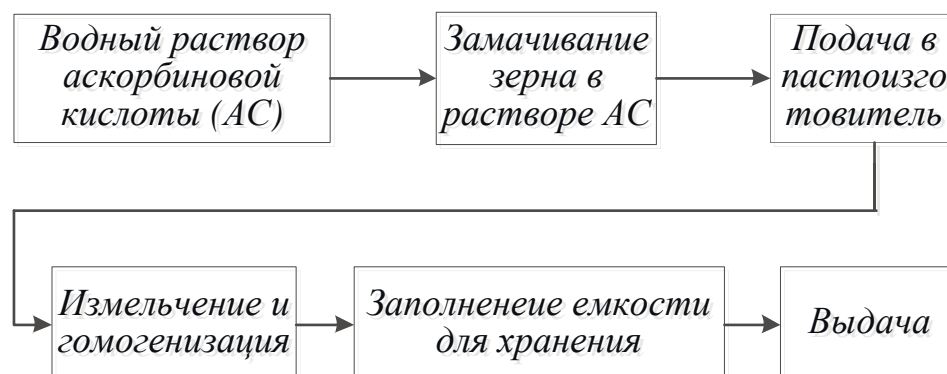
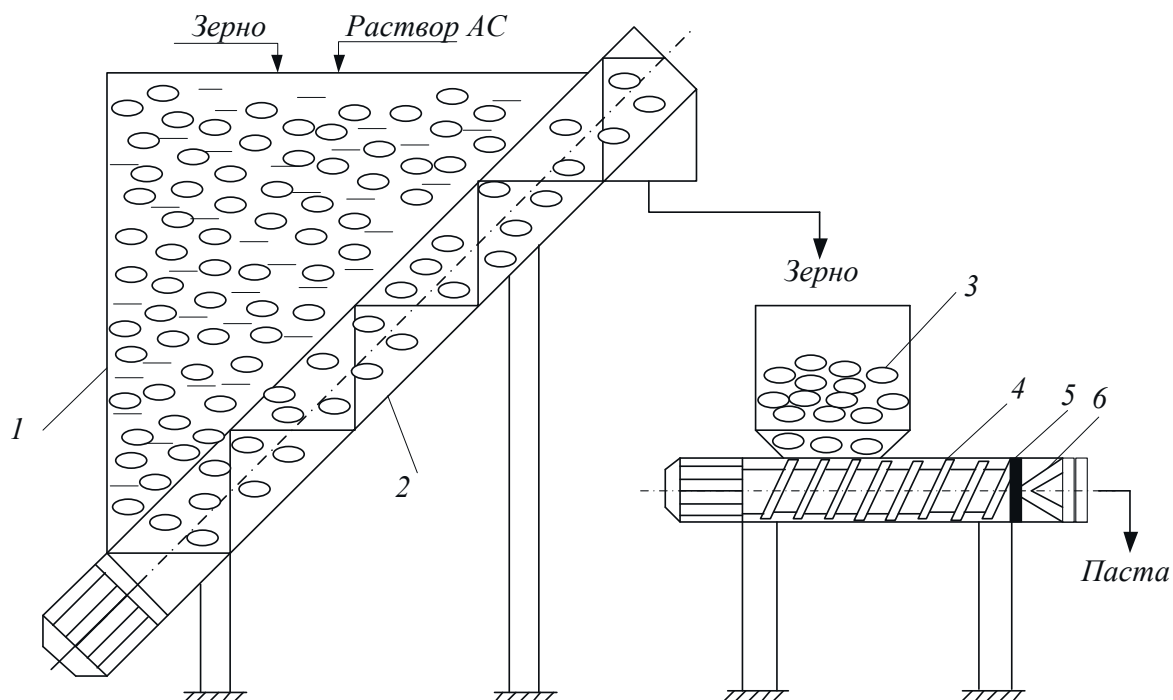


Рис. 2. Технологическая схема приготовления обогащенной пасты

На рис. 3 представлена конструктивно-технологическая схема получения витаминно-обогащенной пасты.

таминно-обогащенной пасты.



**Рис. 3. Конструктивно-технологическая схема приготовления витаминно-обогащенного пастового продукта**

- 1 – емкость для замачивания зерна или зерновых композиций;
- 2 – шнек транспортирующе-дозировочный;
- 3 – приемный бункер;
- 4 – пастоизготовитель;
- 5 – четырехступенчатый измельчитель;
- 6 – гомогенизатор коническо-щелевой

Особенностью данного способа получения пасты является правильный выбор соотношения: зернораствор аскорбиновой кислоты.

Обусловлено это тем, что семена должны поглотить весь раствор аскорбиновой кислоты и оказаться при этом полностью насыщенными этим раствором.

Данный процесс, характеризуется кинетикой растворопоглощения  $k_b$ ,

$$k_b = f(t_3)$$

где  $k_b$  - показатель характеризующий степень растворопоглощения;

$t_3$  - продолжительность замачивания, ч.

Экспериментом установлено, что данная зависимость для зерна пшеницы, ячменя и кукурузы имеет следующий вид:

– для пшеницы:

$$k_b = 1,0 + 0,0215 t_3 \tag{1}$$

или

$$t_3 = 46,5 / k_b - 46,51 \tag{2}$$

– для ячменя шелушенного:

$$k_b = 1,0 + 0,0250 t_3 \tag{3}$$

или

$$t_3 = 40,0 / k_b - 40,0 \tag{4}$$

– для кукурузы:

$$k_b = 1,0 + 0,0240 t_3 \tag{5}$$

или

$$t_3 = 41,67 / k_b - 41,67 \tag{6}$$

Значение  $t_3$ , определенное по зависимостям (2), (4) и (6), характеризует кинетику процесса витаминизации соответствующего вида зерна.

Зависимости имеют линейный вид, так как процесс прекращается с отсутствием раствора, что является необходимым эффективным условием обогащения.

При этом эквивалентный диаметр зерновок  $D_3$  определяли по формуле:

$$D_3 = 1,24 \sqrt[3]{k_b * V_3} \quad (7)$$

где,  $V_3$  – объем зерновки, мм<sup>3</sup>. Параметр определяли погружением в жидкость 100 штук зерновок, которая находилась в мерном цилиндре.

Степень измельчения –  $\lambda$  определяли по зависимости

$$\lambda = D_3 / d_{\text{чп}}, \quad (8)$$

где  $d_{\text{чп}}$  – средневзвешенный диаметр частиц пасты.

При диаметре отверстий решетки четырехступенчатого режущего аппарата  $\varnothing=5,0$  мм степень измельчения составила –  $\lambda=12$  ед., а  $d_{\text{чп}}=0,67$  мм, что вполне соответствует предъявляемым требованиям.

**Заключение.** Обоснована возможность и целесообразность получения витаминно-обогащенных семян пшеницы, ячменя и кукурузы путем их предварительного замачивания в водном растворе аскорбиновой кислоты с последующим получением витаминизированной пасты.

На основе данного подхода разработаны функционально-структурная, технологическая и аппаратурная схема процесса получения обогащенной витамином С пасты с использованием зерна.

Экспериментальным путем изучены кинетические аспекты витаминизации семян зерновых культур и кукурузы.

Получены зависимости, характеризующие процесс витаминизации семян, а также их размерные характеристики с учетом набухаемости.

Установлено, что инновационный способ позволяет получить однородно-гомогенизированную витаминную пасту со средневзвешенным диаметром, равным 0,67 мм, что отвечает предъявляемым требованиям к качеству пастовых продуктов.

### Список литературы

4. Кирсанов, В. В. Механизация и автоматизация животноводства / В. В. Кирсанов, Ю. А. Симарев, Р. Ф. Филонов. – Москва : Academia, 2004. – 400 с.
5. Корохина, В. А. Справочник. Комбикорма, кормовые добавки и ЗЦМ для животных / В. А. Корохина, А. П. Калашников, В. И. Фисинин – Москва : Агропромиздат, 1990. – 304 с.
6. Лебедев, Н. И. Использование микродобавок для повышения продуктивности жвачных животных / Н. И. Лебедев. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 94 с.
7. Мельников, С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С. В. Мельников. – Ленинград : Колос, 1978. – 560 с.
8. Миончинский, П. Н. Производство комбикормов / П. Н. Миончинский, Л. С. Кожарова. – Москва : Агропромиздат, 1995. – 288 с.

### References

1. Kirsanov, V. V., Simarev, Yu. A., Filonov, R. F. Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya zhivotnovodstva (Mechanization and automation of animal husbandry), Moskva, Academia, 2004, 400 p.
2. Korokhina, V. A., Kalashnikov, A. P., Fisinin, V. I. Spravochnik. Kombikorma, kormovyye dobavki i ZTSM dlya zhivotnykh (Directory. Compound feeds, feed additives and milk replacer for animals), Moskva, Agropromizdat, 1990, 304 p.
3. Lebedev, N. I. Ispol'zovaniye mikrodoavok dlya povysheniya produktivnosti zhvachnykh zhivotnykh (The use of microadditives to increase the productivity of ruminants). Moskva : Agropromizdat, 1990, 94 p.
4. Melnikov, S. V. Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya zhivotnovodcheskikh ferm (Mechanization and automation of livestock farms), Leningrad, Kolos, 1978, 560 p.
5. Mionchinskiy, P. N., Kozharova, L. S. Proizvodstvo kombikormov (Compound feed production), Moskva : Agropromizdat, 1995, 288 p.

© Бурмага А. В., Чубенко А. В., 2021

### *Информация об авторах*

**Бурмага Андрей Владимирович**, д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой транспортно-энергетических средств и механизации АПК» Дальневосточный ГАУ, Благовещенск; e-mail: burmaga@mail.ru;

**Чубенко Александр Викторович**, аспирант, Дальневосточный ГАУ, Благовещенск; e-mail: chuben@bk.ru.

### *Information about authors*

**Andrei V. Burmaga**, Dr. Tech. Sci., Associate Professor, the Head of the Department of Transport-Energy Facilities and Mechanization of Agro-Industrial Complex; Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk ;e-mail: burmaga@mail.ru;

**Aleksandr V. Chubenko**, Postgraduate Student; Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk ; e-mail: chuben@bk.ru.