

Ирина Александровна Чаплыгина<sup>1✉</sup>, Василий Викторович Матюшев<sup>2</sup>,

Алексей Андреевич Беляков<sup>3</sup>, Александр Викторович Семенов<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

<sup>1</sup>ledum\_palustre@mail.ru

<sup>2</sup>don.matyusheff2015@yandex.ru

<sup>3</sup>bellimfor@mail.ru

<sup>4</sup>semenov02101960@mail.ru

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В СМЕСИ ТЕКСТУРАТА ИЗ НАТИВНОГО И ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА И МУКИ

Цель исследований – раскрыть закономерности изменения содержания белка в смеси текстурата из нативного и пророщенного зерна и муки в зависимости от вклада составляющих компонентов для прогнозирования функциональных свойств полуфабриката. Задачи: разработать математическую модель для прогнозирования содержания белка в полуфабрикате. В Инжиниринговом центре Красноярского ГАУ была разработана технологическая линия, запатентована конструкция для проращивания зерна, обоснованы режимы и выявлены особенности функционирования. В качестве основного сырья применялась нативная пшеница, а дополнительными компонентами служили пророщенные зерна сои, кукурузы, овса и др. Подготовительный этап исследований включал в себя: проращивание зерна, смешивание с нативным зерном пшеницы в соотношениях 10; 15; 20; 25 % соответственно. На основном уровне исследования выполнено экструдирование смеси, получение текстурированной муки и ее внесение в соотношениях 3; 5; 7; 10 % в состав мучных смесей на основе муки высшего, 1-го, 2-го сортов и обойной муки. Предложена математическая модель, раскрывающая закономерности изменения содержания белка в смеси текстурата из нативного и пророщенного зерна и муки в зависимости от вклада составляющих компонентов для прогнозирования функциональных свойств полуфабриката. Окончательная модель адаптирована для получения смесей муки соответственно из текстурата с пророщенным зерном сои, кукурузы, овса и другого в соотношениях 10; 15; 20; 25 % и мукой высшего сорта, 1-го, 2-го сорта, обойной мукой – 3; 5; 7; 10 %.

**Ключевые слова:** пшеница, пророщенное зерно, экструзия, текстурат, мука, смесь, белок, технология, детерминация, моделирование

**Для цитирования:** Математическая модель закономерности содержания белка в смеси текстурата из нативного и пророщенного зерна и муки / И.А. Чаплыгина [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2024. № 11. С. 215–222. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-11-215-222.

Irina Aleksandrovna Chaplygina<sup>1✉</sup>, Vasily Viktorovich Matyushev<sup>2</sup>, Alexey Andreevich Belyakov<sup>3</sup>, Alexander Viktorovich Semenov<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup>ledum\_palustre@mail.ru

<sup>2</sup>don.matyusheff2015@yandex.ru

<sup>3</sup>bellimfor@mail.ru

<sup>4</sup>semenov02101960@mail.ru

## A MATHEMATICAL MODEL OF PROTEIN CONTENT REGULARITY IN A TEXTURATE MIXTURE FROM NATIVE AND SPROUTED GRAIN AND FLOUR

The objective of research is to reveal the patterns of change in the protein content in a mixture of texturate from native and sprouted grain and flour depending on the contribution of the constituent components in order to predict the functional properties of the semi-finished product. Objectives: to develop a mathematical model for predicting the protein content in the semi-finished product. A technological line was developed at the Engineering Center of the Krasnoyarsk State Agrarian University, a design for grain germination was patented, the modes were substantiated and the features of operation were identified. Native wheat was used as the main raw material, and sprouted soybean, corn, oat and other grains served as additional components. The preparatory stage of research included: grain germination, mixing with native wheat grain in proportions of 10; 15; 20; 25 %, respectively. At the main level of the study, the mixture was extruded, textured flour was obtained and it was added in proportions of 3; 5; 7; 10 % in the composition of flour mixtures based on premium, 1st, 2nd grade flour and wholemeal flour. A mathematical model is proposed that reveals the patterns of change in protein content in a mixture of texturate from native and sprouted grain and flour depending on the contribution of the constituent components to predict the functional properties of the semi-finished product. The final model is adapted to obtain mixtures of flour, respectively, from texturate with sprouted grain of soybeans, corn, oats and others in ratios of 10; 15; 20; 25 % and premium flour, 1st, 2nd grade, wholemeal flour – 3; 5; 7; 10 %.

**Keywords:** wheat, sprouted grain, extrusion, texturate, flour, mixture, protein, technology, determination, modeling

**For citation:** A mathematical model of protein content regularity in a texturate mixture from native and sprouted grain and flour / I.A. Chaplygina [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2024;(11): 215–222 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-11-215-222.

**Введение.** Совершенствование технологий переработки зерновых культур за счет целенаправленного изменения физико-механических и биохимических свойств зерна является актуальной задачей. В связи с этим перспективным решением данной задачи является применение экструзионных технологий трансформации растительного сырья [1]. Для улучшения качественных характеристик экструдата или текстурированной муки, помимо основного компонента (пшеница, ячмень, овес), используют различные добавочные ингредиенты [2, 3], позволяющие повысить пищевую и энергетическую ценность готового продукта.

Известны исследования по использованию двух- и многокомпонентных смесей в пищевых системах (кормопроизводстве и продуктах питания) [4, 5].

В дополнение к основному сырью в зависимости от назначения используется измельченный картофель, белково-витаминный коагулят, жимолость, брусника, малина, чеснок, торф, вермикулит и др. В пищевых системах также целесообразно обогащать сырье и продукты питания биологически активными веществами путем использования биоактивированного (пророщенного) зерна [6–8].

Например, ранее авторами [9] проведена оценка энергетического дохода технологии производства текстурированной муки на основе пшеницы и пророщенной кукурузы. Исследования показали, что увеличение доли пророщенной кукурузы в смеси приводит к росту количества содержащихся в готовой продукции сахаров, крахмала, биологически активных веществ и каротина. Энергетический доход по сравнению с технологией получения текстурированной муки из пшеницы возрастает на 0,16 МДж/кг сухого вещества.

Для устранения недостатков при проращивании зерна (высокие энергетические затраты, продолжительность и материалоемкость оборудования) учеными Красноярского ГАУ было разработано, запатентовано и изготовлено устройство для проращивания зерна [10].

Разработанное устройство способствует более широкому использованию экструзионных технологий для модификации существующих и разработке новых продуктов с высоким содержанием белка.

**Цель исследований** – раскрыть закономерности изменения содержания белка в смеси текстурата из нативного и пророщенного зерна и муки в зависимости от вклада составляющих

компонентов для прогнозирования функциональных свойств полуфабриката.

**Задачи:** разработать математическую модель для прогнозирования содержания белка в полуфабрикатах; адаптировать модель для муки из высшего, 1-го и 2-го сортов и обойной муки с использованием корректирующих экспериментов.

**Материалы и методы.** В Инжиниринговом центре Красноярского ГАУ разработана технологическая линия, запатентована конструкция установки для проращивания зерна, обоснованы режимы и выявлены особенности функционирования.

Анализ исходного сырья, промежуточных продуктов и готовых полуфабрикатов проводился с использованием утвержденных методик в

научно-исследовательском испытательном центре Красноярского ГАУ. В качестве основного сырья применялась нативная пшеница, а дополнительными компонентами служили пророщенные зерна сои, кукурузы, овса и других культур. Проведено комбинирование основных (мука высшего, 1-го и 2-го сортов, обойная мука) и дополнительных компонентов (текстурат с пророщенным зерном) в соотношениях 3; 5; 7; 10 % по массе соответственно для получения мучных смесей.

Для выявления закономерностей изменения свойств зерна на всех стадиях технологического процесса проведен анализ содержания белка (рис. 1).



\* Этапы биохимического анализа компонентов сырья.

Рис. 1. Схема исследований полуфабрикатов

При разработке математической модели использован математический аппарат корреляционно-регрессивного анализа, а также инструменты компьютерной статистики [11–13]. Для проверки адекватности (достоверности) использован критерий Пирсона, а значимость коэффициентов регрессии определена с использованием критерия Стьюдента. Независимость ос-

татков регрессии установлена по критерию Дурбина – Ватсона [14].

**Результаты и их обсуждение.** Подготовительный этап исследований включал в себя проращивание зерна, смешивание с нативным зерном пшеницы в соотношениях 10; 15; 20; 25 % соответственно.

На основном уровне исследования выполнено экструдирование смеси и получение текстурированной муки, которую смешивали с мукой высшего, 1-го и 2-го сортов, обойной мукой в соотношениях 3; 5; 7; 10 % соответственно с получением различных комбинаций мучных смесей.

Предложена **математическая модель определения количества белка в смеси текстурата и муки** ( $y$ , %) в зависимости от коли-

чества белка в основном компоненте текстурата ( $x_1$ , %), доли проращиваемого зерна в смеси для экструзии ( $x_2$ , ед.), количества белка в пропеченном зерне ( $x_3$ , %), количества белка в текстурате ( $x_4$ , %), доли текстурата в мучной смеси ( $x_5$ , %), количества белка в муке ( $x_6$ , %), которая представляется следующими функциями (рис. 2, табл.):

$$y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) = L(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) + P(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) + Q(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6),$$

$$L(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) = \sum_k b_k \cdot x_k, \quad P(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) = \sum_{i < j} b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j,$$

$$Q(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) = \sum_k b_k \cdot x_k^2,$$

где  $b_1 = -6,519586617$ ;  $b_2 = -7,272404764$ ;  $b_3 = -7,239885532$ ;  $b_4 = -7,223109385$ ;  
 $b_5 = 2,099945659$ ;  $b_6 = -8,756220475$ ;  $b_{12} = 0,4550644959$ ;  $b_{13} = 0,4677059963$ ;  $b_{14} = 0,4687906048$ ;  
 $b_{15} = 1,085483801$ ;  $b_{16} = 0,3697526956$ ;  $b_{23} = -0,0006426297176$ ;  $b_{24} = -0,003328450891$ ;  
 $b_{25} = -0,4085815146$ ;  $b_{26} = 0,02471554207$ ;  $b_{34} = 0,0$ ;  $b_{35} = -0,001457066561$ ;  $b_{36} = 0,0$ ;  
 $b_{45} = 1,015414972$ ;  $b_{46} = -0,003015036311$ ;  $b_{56} = -2,375174692$ ,  $b_{11} = 0,5142376341$ ,  
 $b_{22} = 0,1075735234$ ,  $b_{33} = 0,0$ ;  $b_{44} = 0,0$ ;  $b_{55} = -18,89182986$ ,  $b_{66} = 0,1810442415$ .

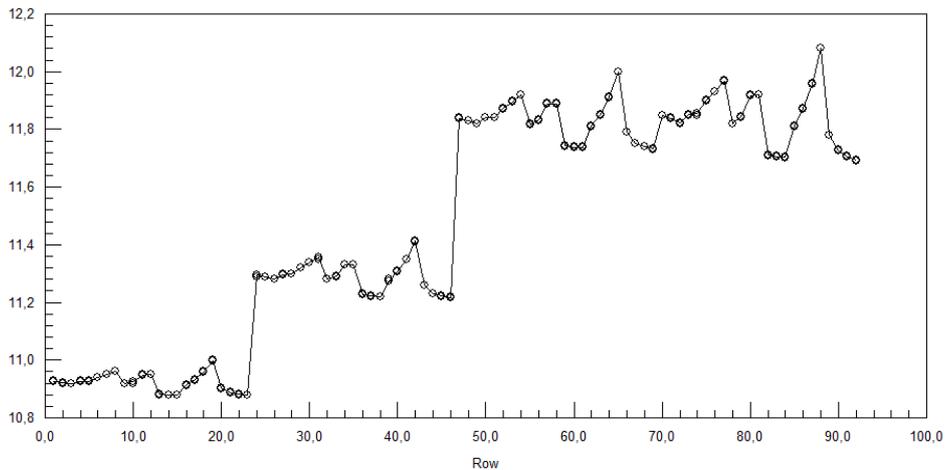


Рис. 2. Закономерность изменения количества белка в смеси текстурата и муки ( $y$ , %) в серии 92 опытов

Качество сглаживания экспериментальных данных определяется уровнем детерминации и относительной погрешностью приближения. В данной предметной области коэффициент детерминации  $R^2 = 96,9951$  % оказался выше 95 %, а максимальная относительная погрешность в опытных точках  $\max|\delta| = 3,0270$  % не превосходит 5 % (табл.).

При анализе серии 92 опытов установлено, что среднее значение результирующего показателя количества белка в смеси текстурата и муки оценивается в 11,47 % при стандартном отклонении 0,39 и при вариации показателя 3,44 % (вариация не превышает 5 %). Аналогичный вычисленный показатель имеет среднее значение 11,4697, стандартное отклонение 0,39 и вариацию 3,4383, что свидетельствует о его большей устойчивости по вариабельности.

Результаты исследований содержания белка в смеси текстурата из нативного и пророщенного зерна и муки с оценкой отклонений теоретически предсказанных данных от фактических данных, полученных в серии опытов

Характеристика объекта – мучная смесь	Номер опыта*	Кол-во белка в основном компоненте текстурата, %	Доля проращиваемого зерна в смеси для экстракции, ед.	Кол-во белка в пророщенном зерне, %	Кол-во белка в текстурате, %	Доля текстурата в мучной смеси, ед.	Кол-во белка в муке, %	Кол-во белка в смеси текстурата и муки, %	Расчетное кол-во белка в смеси текстурата и муки, %	Отклонение $f(x)$ от у, ед.	Относительное отклонение $f(x)$ от у, %
		x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	y	f(x)	e	d
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Экструдат (пшеница : пророщенный горох 15 %) + мука ВС**	10	15,48	0,15	26,79	14,95	0,03	10,80	10,92	10,9250	0,0005	0,0048
Экструдат (пшеница : пророщенная кукуруза 10 %) + мука ВС	20	15,48	0,10	13,20	14,29	0,03	10,80	10,90	10,9037	-0,0009	-0,0084
Экструдат (пшеница : пророщенный рапс 20 %) + мука 1С	30	15,48	0,20	13,10	15,82	0,05	11,10	11,34	11,3367	0,0006	0,0057
Экструдат (пшеница : пророщенная соя 15 %) + мука 1С	40	15,48	0,15	12,10	15,22	0,05	11,10	11,31	11,3062	0,0002	0,0019
Экструдат (пшеница : пророщенная пшеница 25 %) + мука 2С	50	15,48	0,25	13,99	15,01	0,07	11,60	11,84	11,8404	0,0020	0,0170
Экструдат (пшеница : пророщенный овес 15%) + мука 2С	60	15,48	0,15	9,94	13,56	0,07	11,60	11,74	11,7384	0,0014	0,0117
Экструдат (пшеница : пророщенная пшеница 15 %) + мука ОБ	70	15,48	0,10	13,99	14,98	0,10	11,50	11,85	11,8488	0,0005	0,0038
Экструдат (пшеница : пророщенная кукуруза 15 %) + мука ОБ	90	15,48	0,15	13,20	13,75	0,10	11,50	11,73	11,7248	-0,0002	-0,0019

\*Серия 92 опытов. \*\*Сорт муки: ВС – высший сорт; 1С – первый сорт; 2С – второй сорт; ОБ – обойная мука.

**Заключение.** Предложенная математическая модель, раскрывающая закономерности изменения содержания белка в смеси текстурата из нативного и пророщенного зерна и муки в зависимости от вклада составляющих компонентов, использована для исследования и прогнозирования функциональных свойств группы полуфабрикатов.

Методом корректирующих экспериментов доказана устойчивость по вариабельности содержания белка в смеси. Модельное представление резульатного показателя адаптировано для получения смесей для муки соответственно из текстурата с пророщенным зерном сои, кукурузы, овса и других культур в соотношениях 10; 15; 20; 25 % и различными сортами муки с долей текстурата 3; 5; 7; 10 % в общем объеме.

#### Список источников

1. *Остриков А.Н., Абрамов О.В., Рудометкин А.С.* Экструзия в пищевых технологиях. СПб.: ГИОРД, 2004. 288 с.
2. *Швецов Н., Походня Г., Саламахин С.* Новые комбикорма с экструдированным зерном // Животноводство России. 2009. № 10. С. 43–44.
3. Оценка эффективности производства экструдированных кормов на основе смеси зерна и растительных компонентов / *В.В. Матюшев* [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2015. № 11. С. 140–145.
4. *Чапльгина И.А., Матюшев В.В., Семенов А.В.* Влияние массовой доли пророщенных семян рапса в смеси на питательную ценность экструдатов // Вестник КрасГАУ. 2021. № 5 (170). С. 161–167.
5. *Матюшев В.В., Чапльгина И.А., Семенов А.В.* Использование четырехкомпонентных смесей, с предварительным проращиванием рапса, в экструзионных технологиях // Вестник КрасГАУ. 2021. № 6 (171). С. 130–135.
6. *Околелова Т., Раздубев В.* Повышение ценности зерна проращиванием // Комбикорма. 1999. № 2. С. 36–37.
7. *Матюшев В.В., Чапльгина И.А., Семенов А.В.* Использование пророщенного зерна пшеницы в экструзионных технологиях // Вестник КрасГАУ. 2020. № 11(164). С. 184–189.

8. *Пономарева Е.И., Алехина Н.Н., Бакаева И.А.* Хлеб из биоактивированного зерна пшеницы повышенной пищевой ценности // Вопросы питания. 2016. Т. 85, № 2. С. 116–121.
9. *Матюшев В.В., Чапльгина И.А., Семенов А.В.* Оценка энергетического дохода технологии производства текстурированной муки // Вестник КрасГАУ. 2024. № 4 (205). С. 209–215.
10. Пат. 2769803 С2 Российская Федерация, МПК А01С 1/02. Устройство для проращивания зерна / *В.В. Матюшев, В.Н. Невзоров, А.В. Семенов* [и др.]; заявитель Краснояр. гос. аграр. ун-т. № 2020131218; заявл. 21.09.2020; опубл. 06.04.2022.
11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022660431 РФ. Экспертно-аналитическая модель получения хлебобулочных изделий с использованием текстурированной муки из растительных смесей на основе зерна / *И.А. Чапльгина, В.В. Матюшев, А.А. Беляков*; заявитель Краснояр. гос. аграр. ун-т. № 2022619750; заявл. 25.05.2022; опубл. 03.06.2022.
12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022613485 РФ. Экспертно-аналитическая модель получения энергонасыщенных экструдатов из питательных смесей на основе зерна / *И.А. Чапльгина, В.В. Матюшев, А.В. Семенов, А.А. Беляков*; заявитель Краснояр. гос. аграр. ун-т. № 2022612862; заявл. 02.03.2022; опубл. 14.03.2022.
13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023665188 РФ. Имитационная модель получения экструдированного продукта из двухкомпонентной растительной смеси / *В.В. Матюшев, А.С. Аветисян, И.А. Чапльгина* [и др.]; заявитель Краснояр. гос. аграр. ун-т. № 2023663618; заявл. 29.06.2023; опубл. 12.07.2023.
14. *Кобзарь А.И.* Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. 816 с.

#### References

1. *Ostrikov A.N., Abramov O.V., Rudometkin A.S.* `Ekstruziya v pischevyh tehnologiyah. SPb.: GIORD, 2004. 288 s.

2. *Shvecov N., Pohodnya G., Salamahin S.* Novye kombikorma s `ekstrudirovannym zernom // *Zhivotnovodstvo Rossii*. 2009. № 10. S. 43–44.
3. Ocenka `effektivnosti proizvodstva `ekstrudirovannykh kormov na osnove smesi zerna i rastitel'nykh komponentov / *V.V. Matyushev [i dr.]* // *Vestnik KrasGAU*. 2015. № 11. S. 140–145.
4. *Chaplygina I.A., Matyushev V.V., Semenov A.V.* Vliyaniye massovoy doli proraschennykh semyan rapsa v smesi na pitatel'nyuyu cennost' `ekstrudatov // *Vestnik KrasGAU*. 2021. № 5 (170). S. 161–167.
5. *Matyushev V.V., Chaplygina I.A., Semenov A.V.* Ispol'zovaniye chetyrehkomponentnykh smesey, s predvaritel'nym proraschivaniem rapsa, v `ekstruzionnykh tehnologiyah // *Vestnik KrasGAU*. 2021. № 6 (171). S. 130–135.
6. *Okolelova T., Razduev V.* Povysheniye cennosti zerna proraschivaniem // *Kombikorma*. 1999. № 2. S. 36–37.
7. *Matyushev V.V., Chaplygina I.A., Semenov A.V.* Ispol'zovaniye proraschennogo zerna pshenicy v `ekstruzionnykh tehnologiyah // *Vestnik KrasGAU*. 2020. № 11(164). S. 184–189.
8. *Ponomareva E.I., Alehina N.N., Bakaeva I.A.* Hleb iz bioaktivirovannogo zerna pshenicy povyshennoj pischevoj cennosti // *Voprosy pitaniya*. 2016. T. 85, № 2. S. 116–121.
9. *Matyushev V.V., Chaplygina I.A., Semenov A.V.* Ocenka `energeticheskogo dohoda tehnologii proizvodstva teksturirovannoy muki // *Vestnik KrasGAU*. 2024. № 4 (205). S. 209–215.
10. Pat. 2769803 C2 Rossijskaya Federaciya, MPK A01C 1/02. Ustrojstvo dlya proraschivaniya zerna / *V.V. Matyushev, V.N. Nevzorov, A.V. Semenov [i dr.]*; *zayavitel' Krasnoyar. gos. agrar. un-t.* № 2020131218; *zayavl.* 21.09.2020; *opubl.* 06.04.2022.
11. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya `EVM № 2022660431 RF. `Ekspertno-analiticheskaya model' polucheniya hlebobulochnykh izdelij s ispol'zovaniem teksturirovannoy muki iz rastitel'nykh smesey na osnove zerna / *I.A. Chaplygina, V.V. Matyushev, A.A. Belyakov*; *zayavitel' Krasnoyar. gos. agrar. un-t.* № 2022619750; *zayavl.* 25.05.2022; *opubl.* 03.06.2022.
12. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya `EVM № 2022613485 RF. `Ekspertno-analiticheskaya model' polucheniya `energonasyschennykh `ekstrudatov iz pitatel'nykh smesey na osnove zerna / *I.A. Chaplygina, V.V. Matyushev, A.V. Semenov, A.A. Belyakov*; *zayavitel' Krasnoyar. gos. agrar. un-t.* № 2022612862; *zayavl.* 02.03.2022; *opubl.* 14.03.2022.
13. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya `EVM № 2023665188 RF. Imitacionnaya model' polucheniya `ekstrudirovannogo produkta iz dvuhkomponentnoj rastitel'noj smesi / *V.V. Matyushev, A.S. Avetisyan, I.A. Chaplygina [i dr.]*; *zayavitel' Krasnoyar. gos. agrar. un-t.* № 2023663618; *zayavl.* 29.06.2023; *opubl.* 12.07.2023.
14. *Kobzar' A.I.* *Prikladnaya matematicheskaya statistika. Dlya inzhenerov i nauchnykh rabotnikov.* M.: FIZMATLIT, 2006. 816 s.

Статья принята к публикации 24.10.2024 / The paper accepted for publication 24.10.2024.

Информация об авторах:

**Ирина Александровна Чаплыгина**<sup>1</sup>, и.о. директора Института пищевых производств, кандидат биологических наук, доцент

**Василий Викторович Матюшев**<sup>2</sup>, профессор, заведующий кафедрой товароведения и управления качеством продукции АПК, доктор технических наук, профессор

**Алексей Андреевич Беляков**<sup>3</sup>, доцент кафедры агроинженерии, кандидат технических наук, доцент

**Александр Викторович Семенов**<sup>4</sup>, доцент кафедры механизации и технического сервиса в АПК, кандидат технических наук, доцент

Data on authors:

**Irina Aleksandrovna Chaplygina**<sup>1</sup>, Acting Director of the Institute of Food Production, Candidate of Biological Sciences, Docent

**Vasily Viktorovich Matyushev**<sup>2</sup>, Professor, Head of the Department of Commodity Science and Quality Management of Agricultural Products, Doctor of Technical Sciences, Professor

**Alexey Andreevich Belyakov**<sup>3</sup>, Associate Professor at the Department of Agricultural Engineering, Candidate of Technical Sciences, Docent

**Alexander Viktorovich Semenov**<sup>4</sup>, Associate Professor at the Department of Mechanization and Technical Service in the Agro-Industrial Complex, Candidate of Technical Sciences, Docent

