

ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПЕКИ БОРОШНА БІОТЕСТ-ОРГАНІЗМАМИ РІЗНИХ ТРОФІЧНИХ РІВНІВ

Г. В. Крусір, доктор технічних наук, професор*

І. П. Кондратенко, старший викладач*, E-mail: mark6109@rambler.ru

*Кафедра екології харчових продуктів і виробництв

Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039

Анотація. Проведено дослідження безпеки зразків борошна як компонентів сировини для виробництва хлібобулочних виробів. Безпека данної харчової сировини визначалася методами біотестування тест-організмами різних систематичних груп. Дослідження безпеки борошна фітотестуванням проводили на підставі дослідження морфологічних змін насіння редиски при пророщуванні. Досліджено динаміку зміни довжини коренів. У якості біотест-системи використовували найпростіші – инфузорії *Colpoda steinii*. Метод засновано на виділенні з досліджуваних продуктів різних фракцій токсичних речовин полярної і неполярної природи з подальшою експозицією екстрактів з культурою инфузорії *Colpoda steinii*. Також у якості біотест-організмів використовувалися клітини тваринного походження. Метод засновано на здатності метиленового синього приєднувати водень, який відокремлюється від окисленого субстрату (клітка тваринного походження) у процесі дихання і відновлюється в безбарвну лейкоформу.

Отримані результати підтверджують закономірності визначення токсичності досліджуваних зразків з використанням різних класів біотест-систем, а, отже, і можливість використання останніх в якості біотест-організмів при визначенні безпеки борошна.

Ключові слова: мука, безпека, біотестування, токсичність, фітотестування, инфузорії, сировина.

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ МУКИ БИОТЕСТ-ОРГАНИЗМАМИ РАЗЛИЧНЫХ ТРОФИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ

Г. В. Крусір, доктор технических наук, профессор*

І. П. Кондратенко, старший преподаватель* E-mail: mark6109@rambler.ru

*Кафедра экологии пищевых продуктов и производств

Одесская национальная академия пищевых технологий, ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039

Аннотация. Проведено исследование безопасности образцов муки как компонентов сырья для производства хлебобулочных изделий. Безопасность данного пищевого сырья определялась методами биотестирования тест-організмами различных систематических групп. Исследования безопасности муки фитотестированием проводили на основании исследования морфологических изменений семян редиса при проращивании. Исследовали динамику изменения длины корней.

В качестве биотест-системы использовались простейшие – инфузории *Colpoda steinii*. Метод основан на извлечении из исследуемых продуктов различных фракций токсичных веществ полярной и неполярной природы с последующей экспозицией экстрактов с культурой инфузории *Colpoda steinii*. Также в качестве биотест-організмів использовались клетки животного происхождения. Метод основан на способности метиленового синего присоединять водород, который отделяется от окисленного субстрата (клетка животного происхождения) в процессе дыхания и восстанавливается в бесцветную лейкоформу.

Полученные результаты подтверждают закономерности определения токсичности исследуемых образцов с использованием различных классов биотест-систем, а, следовательно, и возможность использования последних в качестве биотест-організмів при определении безопасности муки.

Ключевые слова: мука, безопасность, биотестирование, токсичность, фитотестирование, инфузории, сырье.

Copyright © 2015 by author and the journal "Food Science and Technology".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

http://creativecommons.org/licenses/by/4.0



DOI:

Введение

В современном мире заметно возросли требования к безопасности пищевых продуктов, для чего широко применяют биологические методы, включающие биосенсорные технологии и биотестирование [1]. Наиболее интенсивное развитие биотестирование получило на рубеже XX и XXI вв. На современном этапе спектр тест-організмів

расширился и охватывает разнообразные гидробионты (зеленые водоросли), макрофиты, простейшие (инфузории, жгутиковые), кишечнополостные (гидры), черви (планарии, пиявки), моллюски (пластинчатожабрные, брюхоногие), ракообразные (дафнии, гаммарусы), рыбы и т.д.

Постановка проблемы

Классификация методик биотестирования включает такие критерии: тип тест-объекта, тест-

реакцию, токсичность, использование приборного обеспечения (рис. 1).

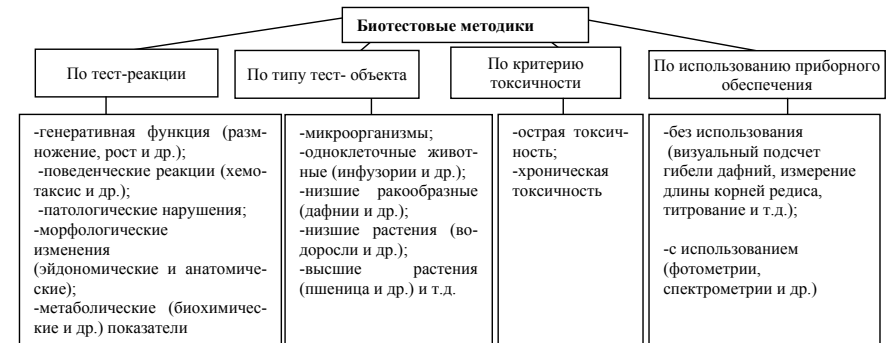


Рис. 1. Классификация методик биотестирования

Литературный обзор

Степень опасности токсикантов, содержащихся в продовольственном сырье и продуктах питания, может быть установлена лишь методами прямой оценки их воздействия на живые организмы [2,3]. Химико-аналитические методы не могут в полной мере дать оценку реальной опасности токсикантов, присутствующих в пищевых продуктах, поскольку при одновременном присутствии нескольких веществ даже в концентрациях, не превышающих их ПДК, могут проявляться биологические эффекты, которые невозможно предсказать на основе данных о химическом составе поллютантов [4,5].

Токсичность – характеристика биологическая и не может быть определена без использования биологического объекта. Только прямые биологические методы могут составить интегральную оценку уровня опасности, вызываемого суммарным воздействием токсикантов с учетом их синергизма и антагонизма, взаимного влияния, а также образования продуктов биодеструкции и биотрансформации соответствующих токсических веществ [6]. Методы биотестирования обеспечивают фактический и предиктивный контроль безопасности, то есть позволяют прогнозировать поведенческую реакцию пищевых токсикантов. Преимущества биотестирования как основного метода исследования безопасности пищевой продукции представлены на рис. 2.



Рис. 2. Преимущества биотестирования

Основная часть

Обладая специфическими преимуществами, ни один из биотестов не может служить универсальным

тест-объектом, чувствительным ко всем веществам в равной степени. Различия в чувствительности организмов к отдельным химическим ингредиентам вы-

зывают необходимость применения для контроля безопасности, по крайней мере, 3 – 4 биотеста на организмах разных трофических уровней животных, водорослях и бактериях. Выбор используемого типа тестов зависит, прежде всего, от цели исследования, а так же от свойств анализируемого образца и доступных ресурсов [7-9].

Цель работы – исследование безопасности образцов муки, как компонентов сырья для производства хлебобулочных изделий ("Мука пшеничная" ДСТУ 46.004-99) с применением различных классов биотестов.

Исследованы 4 образца муки, включающие торговые марки «Макфа» (образец № 1), «Богумила», (образец № 2), «Французская штучка» (образец № 3), «Е» (образец № 4).

Безопасность данного пищевого сырья определялась методами биотестирования тест-организмами различных систематических групп: высшие растения, микроорганизмы, одноклеточные.

Исследования безопасности муки фитотестированием проводили на основании исследования морфологических изменений при проращивании семян редиса согласно СанПиН 2.1.7.573-96. Водный экстракт исследуемых образцов муки отфильтровывался и подвергался взаимодействию с семенами редиса красного в течение 96 часов при гидромодуле 1:5 и температуре 20 °С (рис. 3). Контрольный образец со-



Рис. 3. Биотестирование проращиванием редиса красного

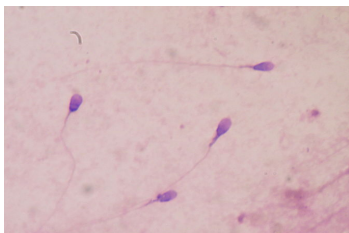


Рис. 5. Биотест-система – сперматозоиды барана

Метод основан на способности метиленового синего присоединять водород, который отделяется от

держал дистиллированную воду. Исследовалась динамика изменения длины корней.

На втором этапе исследований в качестве биотест-системы использовались простейшие – инфузории *Colpoda steinii* (рис.4). Метод основан на извлечении из исследуемых продуктов различных фракций токсичных веществ полярной и неполярной природы с последующей экспозицией экстрактов с культурой инфузории колподы согласно ГОСТ 13496.7-97.

Критерием определения токсичности служит время от начала воздействия испытуемого экстракта до гибели большинства (более 90 %) колпод, факт которой констатировался на основании полного прекращения их движения.

Выживаемость инфузорию вычисляли по формуле:

$$N = \frac{N_2}{N_1} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где N_2 – суммарное количество инфузорию в исследуемой пробе для 4-5 повторностей через исследуемое время экспозиции;

N_1 – суммарное количество инфузорию в исследуемой пробе для 4-5 повторностей в начале опыта.

Для третьего этапа эксперимента в качестве биотест-организмов использовались клетки животного происхождения (рис 5).



Рис. 4. Биотестирование *Colpoda steinii*

окислительного субстрата (клетка животного происхождения) в процессе дыхания и восстанавливается в бесцветную лейкоформу в соответствии с МР 2.1.7.2279-07 МУ 1.1.037-95. Эксперимент включал экспозицию раствора метиленового синего в среде натрия хлорида с каплей свежих клеток животного происхождения при 37 °С.

Определялось время обесцвечивания суспензии. Токсичность образцов муки прямо пропорциональна времени обесцвечивания с учетом шкалы токсичности, приведенной в табл. 1.

Для всех опытов рассчитывалось среднее квадратичное отклонение. Статистическая обработка результатов исследования проводилась при уровне значимости 0,1.

Таблица 1 – Шкала токсичности по продолжительности обесцвечивания метиленового синего

Токсичность продукта	Время обесцвечивания, (мин.)
Не токсичен	До
Средне токсичен	8 – 12
Токсичен	Более 12

На первом этапе проведена комплексная сенсорная оценка данных образцов. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Сенсорная оценка исследуемых образцов муки

Название показателя	Значение показателя для образцов муки
Цвет	Белый, белый с желтоватым оттенком
Запах	Свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов, не затхлый не плесневый
Вкус	Свойственный пшеничной муке, без посторонних привкусов, не кислый, не горький

Из результатов сенсорной оценки исследуемых образцов муки торговых марок «Макфа» (образец № 1), «Богумила», (образец № 2), «Французская штучка» (образец № 3) и «Е» (образец № 4) следует, что все образцы в соответствии с этими критериями относятся к муке высшего сорта [11-12].

Результаты определения показателей безопасности образцов муки методом биотестирования с помощью семян редиса красного представлены на рис 6.

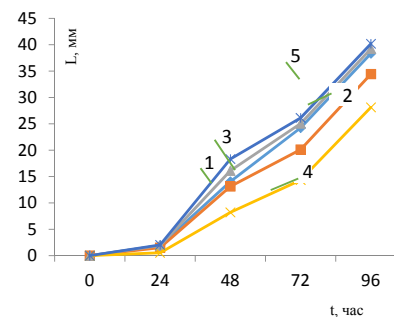


Рис. 6. Динамика изменения длины корней редиса красного круглого при его экспозиции с экстрактом муки: 1– ТМ «Макфа», 2– ТМ «Богумила», 3 – ТМ «Французская штучка», 4 – ТМ «Е», 5 – контрольный образец

Динамика изменения длины корней редиса красного при экспозиции с экстрактом муки ТМ «Макфа»

(образец № 1) и ТМ «Французская штучка» (образец № 3) повторяет изменения контрольного образца № 5. Динамика изменения длины корней в среде экстракта муки ТМ «Богумила» и ТМ «Е» (образец № 2 и № 4) значительно отличается от контрольного образца, что свидетельствует о наличии ингибиторов роста корней в соответствующих экстрактах муки.

На основании проведенных исследований установлено, что образцы ТМ «Макфа» и ТМ «Французская штучка» практически не содержат поллютантов и степень их токсичности варьирует в диапазоне 1 – 5 %, что позволяет отнести исследуемые образцы к нетоксичным [10] (табл. 3).

Таблица 3 Степень токсичности образцов муки при биотестировании фитотестированием

Образец, №	ТМ муки	Длина корней редиса красного круглого, мм	Степень токсичности а, %
1	«Макфа»	38,00	4,61
2	«Богумила»	34,00	14,32
3	«Французская штучка»	39,00	2,42
4	«Е»	28,00	30,02
5	Контрольный	40,00	0,00

Образец муки № 4 («Е») характеризовался максимальной степенью токсичности, что свидетельствует о наличии токсикантов, ингибирующих рост тест-организма.

Выживаемость инфузорию *Colpoda steinii* при биотестировании муки разных торговых марок представлена в табл. 4.

Таблица 4 – Выживаемость инфузорию *Colpoda steinii* при биотестировании образцов муки

Образец, №	ТМ муки	Выживаемость, %	Степень токсичности а, %
1	«Макфа»	92,21	6,11
2	«Богумила»	90,31	8,05
3	«Французская штучка»	94,03	4,26
4	«Е»	63,31	35,54
5	Контрольный	98,21	0,00

Выживаемость инфузорию в образцах 1, 2 и 3 находится в диапазоне 90 – 95 % через 24 часа экспозиции, что свидетельствует о высокой степени безопасности продукта данных торговых марок. Выживаемость инфузорию в образце № 4 на 35 % ниже контрольного образца, что подтверждает наличие в этом образце веществ, проявляющих токсическое воздействие.

Результаты экспериментальных исследований с использованием клеток животного происхождения в качестве тест-организмов представлены в табл. 5.

Таблиця 5 – Степень токсичности образцов муки при биотестировании клетками животного происхождения

Образец, №	ТМ муки	Время обезцвечивания метиленового синего, с.	Степень токсичности а, %
1	«Макфа»	328	5,11
2	«Богумила»	345	10,09
3	«Французская штучка»	318	2,32
4	«Е»	458	32,21
5	Контрольный	311	0,00

Выводы

Список литературы:

1. Закон України «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини» [Електронний ресурс]: за станом на 17 груд. 2009 р./ Верховна Рада України - Режим доступу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2/.
2. Зайцева, О.В. Современное биотестирование вод, требования к тест-организмам и тест-функциям с позиций сравнительной физиологии и физиологических адаптационных процессов / О.В. Зайцева, В.В. Ковалева, Н.Е. Шувалова // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 1994. – Т. 30. – № 4. – С. 575–592.
3. Филенко О.Ф. Биологические методы в контроле качества окружающей среды / О.Ф. Филенко // Экологические системы и приборы. – 2007. – № 6. – С. 18–20.
4. Vosyliene M.Z. Review of the methods for acute and chronic toxicity assessment of single substances, effluents and industrial waters. / M.Z. Vosyliene // Acta Zoologica Lituonica. – 2007. – № 1. – P. 3–15.
5. Joshi V.K. & Satish Sharma Food Processing Waste Management. Treatment and Utilization Technology. – 2011. – P. 285–288.
6. Флеров Б.А. Биотестирование: терминология, задачи, перспективы / Б.А. Флеров // Теоретические вопросы биотестирования: сб. науч. тр. / Институт биологии внутренних вод. – Волгоград, 1983. – С. 13–20.
7. Wadhia K. Ecotoxicological characterization of waste. / Wadhia K. Springer Science+Business Media. – 2009. – P. 145–152.
8. Терехова В.А. Технологии биотестирования в оценке экотоксичности отходов / В.А. Терехова // Экология производства. – 2009. – №1. – С. 48–51.
9. Yung-Tse Hung, Lawrence K. Wang, Nazih K. Shammam Advanced Waste Treatment in the Food Processing Industry. CRC Press. – 2012. – 223–243.
10. Соколова С.А. К вопросу об унификации методов проведения токсикологических экспериментов в целях биотестирования / С.А. Соколова, Л.Е. Айвазова // Теоретические вопросы биотестирования: сб. науч. тр. / Институт биологии, внутренних вод. – Волгоград, 1983. – С. 79–81.
11. Рубин А.Б. Биофизические методы в экологическом мониторинге / А.Б. Рубин // Соросовский Образовательный Журнал. – 2000. – Т.6. – №4. – С. 7–13.
12. Sz. Barna, Z. Szabo, Gy. Fleky, Cs. Dobolyi Eco-toxicological evaluation of soils polluted with copper / Sz. Barna, Z. Szabo, Gy. Fleky, Cs. Dobolyi // Trace Elements in the Food Chain. – 2006. P. 186–190

SAFETY STUDIES FLOUR BIOTEST ORGANISMS TROPHIC LEVELS

G.V. Krusir, Ph.D., professor*

I.P. Kondratenko, Senior Lecturer*, E-mail: mark6109@rambler.ru

*Department of Ecology and food industries

Odessa National Academy of Food Technologies, Kanatnaya str, 112, Odessa, Ukraine, 65039

Annotation. Research over of safety of standards flour is brought components of raw material for the production of bakery products. Safety of this food raw material was determined by the methods of bioassay of test-organisms of different taxonomic groups. Research safety of flour fitotesting was conducted on the basis of research morphological changes at seed-germination of radish. The aqueous extract of the investigated standards of flour was filtered and exposed to co-operating with the seed of red radish in flow 96 hours at the duty of water 1: 5 and to the temperature 20 °C. The dynamics of change in the length of the roots was investigated. At the second stage of research as a bioassay systems was use simple - ciliates Colpoda steinii. The method is based on extraction from the investigated products of different fractions of toxic substances by a glade and non-polar nature with the subsequent display of extracts with the culture of ciliates Colpoda steinii. For the third stage of experiment as a bioassay-organisms the cages of animal origin were used. The method is based on ability methylene blue to join hydrogen that will finish from substrate oxidizing (cage of animal origin) during breathing, and restored to the colorless form.

The got results confirm conformities to law of determination of toxins of the investigated standards with the use of different classes bioassay-systems, and consequently the possibility of the use last as a bioassay-organisms at determination of safety flour.

Keywords: flour, bakery, safety, bioassay, test-organisms, Colpoda steinii.

По итогам эксперимента можно сделать вывод, что степень токсичности образцов № 1, 2, 3 варьирует в рамках 2 – 10 %, что свидетельствует об их безопасности. Наиболее токсичным является образец № 4.

Проведено сравнительное изучение токсичности образцов муки с использованием биотест-систем, относящихся к различным систематическим группам. Полученные результаты подтверждают закономерности определения токсичности исследуемых образцов с использованием различных классов биотест-систем, а, следовательно, и возможность использования последних в качестве биотест-организмов при определении безопасности муки.

References:

1. Zakon Ukraini «Pro yak'st' ta bezpeku harchovih produktiv³ prodovol'choj; sirovini» [Elektronniy resurs]: za stanom na 17 grud. 2009 r./ Verhovna Rada Ukraini - Rezhim dostupu: http://search.ligazakon.ua/l_doc2/.
2. Zaiceva O.V, Kovalev V.V, Shuvalova N.E Sovremennoe biotestirovanie vod, trebovaniya k test-organizmam i test-funkciyam s pozicii sravnitel'noi fiziologii i fiziologicheskikh adaptatsionnyh processov. Zhurnal evolyucionnoi biokhimi i fiziologii. 1994; 30(4): 575-592.
3. Filenko O.F Biologicheskie metody v kontrole kachestva okruzhayushei sredy. Ekologicheskie sistemy i pribory. 2007; 6: 18-20.
4. Vosyliene M Review of the methods for acute and chronic toxicity assessment of single substances, effluents and industrial waters. Acta Zoologica Lituonica. 2007; 1: 3-15.
5. Joshi VK & Satish Sharma Food Processing Waste Management. Treatment and Utilization Technology. 2011; 285-288.
6. Flerov BA Biotestirovanie: terminologiya, zadachi, perspektivy. Teoreticheskie voprosy biotestirovaniya: sb. nauch. tr. Institut biologii vnutrennih vod. Volgograd. 1983; 13-20.
7. Wadhia K Ecotoxicological characterization of waste. Springer Science Business Media. 2009; 145-152.
8. Terехova VA Tehnologii biotestirovaniya v ocenke ekotoksichnosti othodov. Ekologiya proizvodstva. 2009; 1: 48-51.
9. Yung-Tse Hung, Lawrence K. Wang, Nazih K. Shammam Advanced Waste Treatment in the Food Processing Industry. CRC Press. 2012; 223-243.
10. Sokolova SA, Aivazova LE K voprosu ob unifikacii metodov provedeniya toksikologicheskikh eksperimentov v celyah biotestirovaniya. Teoreticheskie voprosy biotestirovaniya: sb. nauch. tr. Institut biologii, vnutrennih vod. Volgograd. 1983; 79-81.
11. Rubin AB Biofizicheskie metody v ekologicheskom monitoringe. Sorosovskii Obrazovatel'nyi Zhurnal. 2000; 6(4): 7-13.
12. Barna Sz, Szabo Z, Fleky G, Dobolyi Cs, Eco-toxicological evaluation of soils polluted with copper. Trace Elements in the Food Chain. 2006; 186-190.

Отримано в редакцію 18.05.2015

Прийнято до друку 22.06.2015

УДК 664.663

ПРОДУКТИ ПЕРЕРОБКИ ЗАРОДКІВ ВІВСА ТА КУКУРУДЗИ ЯК ПЕРСПЕКТИВНА СИРОВИНА В ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

С. Г. Олійник, кандидат технічних наук, доцент*, E-mail: 77os@mail.ruГ. В. Степанькова, аспірант*, E-mail: galun4ik84@mail.ru

О. І. Кравченко, кандидат технічних наук, доцент*

*Кафедра технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоцентратів Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків, вул. Ключівська, 333

Анотація. У статті представлено результати досліджень гранулометричного, хімічного складу та функціонально-технологічних властивостей шроту зародків вівса і жмиху зародків кукурудзи.

Встановлено, що дослідні добавки представляють собою дрібнодисперговані порошки, 60,0 % часток яких мають розмір менше 10 мкм. Дослідження хімічного складу показало, що добавки характеризуються підвищеним вмістом харчових волокон (23,3 і 24,5 %), що представлені геміцелюлозо-целюлозним комплексом, а також білків (23,0 і 20,0 % відповідно), амінокислотний скор яких характеризується значним вмістом лізину, валіну, лейцину, треоніну, фенілаланіну, тирозину.

Особливість вітамінного складу шроту зародків вівса і жмиху зародків кукурудзи полягає у високому вмісті вітамінів E, В₁, В₉, РР, а мінерального – у значній кількості калію, магнію, фосфору, заліза. Також дослідні добавки містять речовини з антиоксидантною природою: гідроксикоричні кислоти та дубильні речовини.

Визначення функціонально-технологічних властивостей шроту зародків вівса і жмиху зародків кукурудзи показало, що вони характеризуються високими значеннями показників водопоглинальної і водоутримуючої здатностей, а також низькою активністю протеолітичних і аміполітичних ферментів.

Ключові слова: шрот зародків вівса, жмих зародків кукурудзи, хімічний склад, дисперсність, функціонально-технологічні властивості.

ПРОДУКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЗАРОДЫШЕЙ ОВСА И КУКУРУЗЫ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

С. Г. Олейник, кандидат технических наук, доцент* E-mail: 77os@mail.ruГ. В. Степанькова, аспирант*, E-mail: galun4ik84@mail.ru

Е. И. Кравченко, кандидат технических наук, доцент*

*Кафедра технологии хлеба, кондитерских, макаронных изделий и пищецентратов Харьковский государственный университет питания и торговли, г. Харьков, ул. Ключовская, 333

Аннотация. В статье представлены результаты исследования гранулометрического, химического состава и функционально-технологических свойств шрота зародышей овса и жмыха зародышей кукурузы.

Установлено, что исследуемые добавки представляют собой мелкодиспергированные порошки, 60,0% частиц которых имеют размер меньше 10 мкм. Исследования химического состава показало, что добавки характеризуются повышенным содержанием пищевых волокон (23,3 и 24,5 %), которые представлены геміцелюлозным-целюлозным комплексом, а также белков (23,0 и 20,0 % соответственно), аминокислотный скор которых характеризуется высоким содержанием лизина, валіна, лейцина, треоніна, фенілаланіна, тирозіна.