

Министерство здравоохранения Российской Федерации
Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи»

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ВОПРОСЫ ПИТАНИЯ

VOPROSY PITANIYA
(PROBLEMS OF NUTRITION)

Основан в 1932 г.

TOM 86

№ 3, 2017

Журнал входит в Перечень российских рецензируемых научных журналов, которые рекомендованы Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации (ВАК) для публикации результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук

Журнал представлен в следующих информационно-справочных изданиях и библиографических базах данных: Реферативный журнал ВИНТИ, Pubmed, Biological, MedART, eLibrary.ru, The National Agricultural Library (NAL), Nutrition and Food Database, FSTA, EBSCOhost, Health Index, Scopus, Web of Knowledge, Social Sciences Citation Index, Russian Periodical Catalog



ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»

Тутельян Виктор Александрович (г. Москва)
главный редактор, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией энзимологии питания, научный руководитель ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Ханферьян Роман Авакович (г. Москва)
заместитель главного редактора, доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией иммунологии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Вржесинская Оксана Александровна (г. Москва)
ответственный секретарь редакции, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории витаминов и минеральных веществ ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Арчаков Александр Иванович (г. Москва)
академик РАН, директор ФГБНУ «Научно-исследовательский институт биомедицинской химии им. В.Н. Ореховича»

Батурин Александр Константинович (г. Москва)
доктор медицинских наук, профессор, руководитель направления «Оптимальное питание» ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Бойцов Сергей Анатольевич (г. Москва)
доктор медицинских наук, профессор, директор ФГБУ «Государственный научно-исследовательский центр профилактической медицины» Минздрава России

Валента Рудольф (Австрия)
профессор, руководитель Департамента иммунопатологии, кафедра патофизиологии и аллергии Медицинского университета г. Вены

Видаль Сесилио (Испания)
профессор, руководитель департамента биохимии Университета г. Мурсия

Гаппаров Минкаил Магомед Гаджиевич (г. Москва)
член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории клинической биохимии, иммунологии и аллергологии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Георгиев Павел Георгиевич (г. Москва)
академик РАН, доктор биологических наук, профессор, директор ФГБУН «Институт биологии гена» РАН

Голухова Елена Зеликовна (г. Москва)
академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующая отделением неинвазивной аритмологии и хирургического лечения комбинированной патологии Института кардиохирургии им. В.И. Бураковского ФГБУ «Национальный научно-практический центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России

Григорьев Анатолий Иванович (г. Москва)
академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, вице-президент РАН

Дил Фридрихельм (ФРГ)
профессор, директор Института охраны окружающей среды и здоровья г. Фюльда

Зайцева Нина Владимировна (г. Пермь)
академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, директор ФБНУ «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора

Исаков Василий Андреевич (г. Москва)
доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением гастроэнтерологии и гепатологии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Кочеткова Алла Алексеевна (г. Москва)
доктор технических наук, профессор, заведующая лабораторией пищевых биотехнологий и специализированных продуктов ФГБНУ «ФИЦ питания и биотехнологии»

Лисицын Андрей Борисович (г. Москва)
академик РАН, доктор технических наук, профессор, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова»

Медведева Ирина Васильевна (г. Тюмень)
академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России

Нареш Маган (Великобритания)
профессор факультета изучения окружающей среды и технологии Кренфильдского университета (г. Лондон)

Никиток Дмитрий Борисович (г. Москва)
член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией спортивной антропологии и нутрициологии, директор ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Онищенко Геннадий Григорьевич (г. Москва)
академик РАН, доктор медицинских наук, профессор

Попова Анна Юрьевна (г. Москва)
доктор медицинских наук, профессор, руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

Попова Тамара Сергеевна (г. Москва)
доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией экспериментальной патологии ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского» Департамента здравоохранения г. Москвы

Савенкова Татьяна Валентиновна (г. Москва)
доктор технических наук, профессор, врио директора ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности»

Суханов Борис Петрович (г. Москва)
доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры гигиены питания и токсикологии ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России

Хотимченко Сергей Анатольевич (г. Москва)
доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией пищевой токсикологии и оценки безопасности нанотехнологий, врио первого заместителя директора по научной работе ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Бакиров А.Б. (Уфа, Россия)
Бессонов В.В. (Москва, Россия)
Боровик Т.Э. (Москва, Россия)
Бранка Ф. (Швейцария, ВОЗ)
Быков И.М. (Краснодар, Россия)
Васильев А.В. (Москва, Россия)
Доценко В.А. (Санкт-Петербург, Россия)
Застенская И.А. (Германия)
Коденцова В.М. (Москва, Россия)
Конь И.Я. (Москва, Россия)
Корешков В.Н. (Москва, Россия)
Кузьмин С.В. (Екатеринбург, Россия)
Мазо В.К. (Москва, Россия)
Макаров В.Н. (Мичуринск, Россия)

Маскелюнас И. (Литва)
Погожева А.В. (Москва, Россия)
Проданчук Н.Г. (Украина)
Скрябин К.Г. (Москва, Россия)
Спиричев В.Б. (Москва, Россия)
Сычик С.И. (Республика Беларусь)
Хенсел А. (Германия)
Шабров А.В. (Санкт-Петербург, Россия)
Шарафетдинов Х.Х. (Москва, Россия)
Шарманов Ш. (Казахстан)
Шевелева С.А. (Москва, Россия)
Шевырева М.П. (Москва, Россия)
Эллер К.И. (Москва, Россия)

Научно-практический журнал «Вопросы питания» № 3, 2017

Выходит 6 раз в год.
Основен в 1932 г.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № 77-14119 от 11.12.2002.

Все права защищены.

Никакая часть издания не может быть воспроизведена без согласия редакции.

При перепечатке публикаций с согласия редакции ссылка на журнал «Вопросы питания» обязательна.

Ответственность за содержание рекламных материалов несут рекламодатели.

Адрес редакции

109240, г. Москва,
Устьинский проезд, д. 2/14,
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»,
редакция журнала «Вопросы питания»
Телефон: (495) 698-53-60, 698-53-46
Факс: (495) 698-53-79

Научный редактор

Вржесинская Оксана Александровна:
(495) 698-53-30, red@ion.ru

Подписные индексы

(каталог агентства «Роспечать»):
71422 – для индивидуальных подписчиков,
71423 – для организаций и предприятий

Сайт журнала: <http://vp.geotar.ru>

Издатель

ООО Издательская группа
«ГЭОТАР-Медиа»
115035, г. Москва,
ул. Садовническая, д. 9, стр. 4
Телефон: (495) 921-39-07
www.geotar.ru

Выпускающий редактор:

Красникова Ольга, krasnikova@geotar.ru

Корректор: Макеева Елена

Верстка: Килимник Арина

Отдел подписки:

Хабибулина Зульфия, habibulina@geotar.ru

Тираж 3000 экземпляров.
Формат 60х90 1/8.
Печать офсетная. Печ. л. 16,5.

Отпечатано

в АО «ИПК “Чувашия”»:
428019, г. Чебоксары,
пр. И. Яковлева, д. 13.
Заказ №

© ООО Издательская группа
«ГЭОТАР-Медиа», 2017

Scientific and practical journal
«Problems of Nutrition» N 3, 2017

6 times a year.
 Founded in 1932.

The mass media registration
 certificate PI N 77–14119
 from 11.12.2002.

All rights reserved.

No part of the publication
 can be reproduced without
 the written consent of editorial office.

Any reprint of publications with consent
 of editorial office should obligatorily contain
 the reference to the “Problems of Nutrition”
 provided the work is properly cited.

The content
 of the advertisements is the
 advertiser's responsibility.

Address of the editorial office
 109240, Moscow, Ust'inskiy driveway, 2/14,
 Federal Research Centre of Nutrition,
 Biotechnology and Food Safety,
 editorial office of the “Problems of Nutrition”
 Phone: (495) 698-53-60, 698-53-46
 Fax: (495) 698-53-79

Science editor
 Vrzhesinskaya O.A.:
 (495) 698-53-30, red@ion.ru

Subscription index
 (in catalogue of “Rospechat”):
71422 – for individual underwriters,
71423 – for companies and organizations

The journal's website: <http://vp.geotar.ru>

Publisher
 GEOTAR-Media Publishing Group
 Sadovnicheskaya st.,
 9/4, Moscow
 115035, Russia
 Phone: (495) 921-39-07
www.geotar.ru

Desk editor:
 Krasnikova Olga, krasnikova@geotar.ru

Proofreader: Makeeva E.I.

Layout: Kilimnik A.I.

Subscriptions Department:
 Khabibulina Zul'fiya, khabibulina@geotar.ru

Circulation of 3000 copies.
 Format 60x90 1/8.
 Offset printing. 16.5 sh.

Printed in the
 JSC Publishing and Printing
 Complex “Chuvashia”
 428019, Cheboksary,
 I. Yakovleva Prospect, 13.
 Order N

© GEOTAR-Media Publishing Group,
 2017

Viktor A. Tutelyan (Moscow, Russia)
 Editor-in-Chief, Academician of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Scientific supervisor of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety
Roman A. Khanferyan (Moscow, Russia)
 Deputy Editor-in-Chief, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Immunology of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety
Oksana A. Vrzhesinskaya (Moscow, Russia)
 Executive Secretary of the Editorial Office, PhD, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Vitamins and Minerals of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety

Aleksander I. Archakov (Moscow, Russia)
 Academician of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of Institute of Biomedical Chemistry named after V.N. Orekhovich
Aleksander K. Baturin (Moscow, Russia)
 Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department “Optimal Nutrition” of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety
Sergey A. Boytsov (Moscow, Russia)
 Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of National Research Center for Preventive Medicine
Rudolf Valenta (Vienna, Austria)
 Professor, Head of the Laboratory for Allergy Research of Division of Immunopathology at the Dept. of Pathophysiology and Allergy Research at the Center for Pathophysiology, Infectology and Immunology of Medical University of Vienna
Cecilio Vidal (Murcia, Spain)
 Professor, Head of the Department of Biochemistry of University of Murcia
Mikhail M.G. Gapparov (Moscow, Russia)
 Doctor of Medical Sciences, Professor, Corresponding member of Russian Academy of Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Clinical Biochemistry, Immunology and Allergology of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety
Pavel G. Georgiev (Moscow, Russia)
 Academician of Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of Institute of Gene Biology of Russian Academy of Sciences
Elena Z. Golukhova (Moscow, Russia)
 Academician of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Non-Invasive Arrhythmology and Surgical Treatment of Combined Pathology at the V.I. Burakovskiy Institute of Cardiac Surgery of A.N. Bakulev Scientific Center of Cardiovascular Surgery
Anatoliy I. Grigoryev (Moscow, Russia)
 Academician of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Vice-President of the Russian Academy of Sciences
Diet Friedhelm (Fulda, Germany)
 Professor, Director of Institute for Environment and Health
Nina V. Zaytseva (Perm', Russia)
 Academician of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies
Vasily A. Isakov (Moscow, Russia)
 Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Gastroenterology and Hepatology of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety
Alla A. Kochetkova (Moscow, Russia)
 Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Food Biotechnology and Specialized Preventive Products of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety
Andrey B. Lisitsyn (Moscow, Russia)
 Academician of Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the V.M. Gorbatov's All-Russian Meat Research Institute
Irina V. Medvedeva (Tyumen, Russia)
 Academician of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Rector of Tyumen State Medical University
Magan Naresh (London, United Kingdom)
 Professor of Applied Mycology Cranfield Soil and Agrifood Institute
Dmitry B. Nikityuk (Moscow, Russia)
 Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Sport Anthropology and Nutrition, Director of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety
Gennady G. Onishchenko (Moscow, Russia)
 Academician of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor
Anna Yu. Popova (Moscow, Russia)
 Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing
Tamara S. Popova (Moscow, Russia)
 Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Experimental Pathology of the N.V. Sklifosovskiy's Research Institute of Emergency Medicine
Tatiana V. Savenkova (Moscow, Russia)
 Doctor of Technical Sciences, Professor, a.i. Director of All-Russian Scientific Research Institute of the Confectionery Industry
Boris P. Sukhanov (Moscow, Russia)
 Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Food Hygiene and Toxicology at the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University
Sergey A. Khotimchenko (Moscow, Russia)
 Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Food Toxicology and Safety Assessments of Nanotechnology, a.i. Director of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety

EDITORIAL COUNCIL

Bakirov A.B. (Ufa, Russia)
Bessonov V.V. (Moscow, Russia)
Borovik T.E. (Moscow, Russia)
Branca F. (Switzerland, WHO)
Bykov I.M. (Krasnodar, Russia)
Vasilyev A.V. (Moscow, Russia)
Dotsenko V.A. (St. Petersburg, Russia)
Zastenskaya I. (Germany)
Kodentsova V.M. (Moscow, Russia)
Kon' I.Ya. (Moscow, Russia)
Koreshkov V.N. (Moscow, Russia)
Kuzmin S.V. (Ekaterinburg, Russia)
Mazo V.K. (Moscow, Russia)
Makarov V.N. (Michurinsk, Russia)
Maskelyunas I. (Lithuania)
Pogozheva A.V. (Moscow, Russia)
Prodanchuk N.G. (Kiev, Ukraine)
Scriabin K.G. (Moscow, Russia)
Sharmanov T.S. (Alma-Ata, Kazakhstan)
Sichik S.I. (Minsk, Belarus)
Khensel A. (Germany)
Spirichev V.B. (Moscow, Russia)
Shabrov A.V. (St. Petersburg, Russia)
Sharafetdinov Kh.Kh. (Moscow, Russia)
Sheveleva S.A. (Moscow, Russia)
Shevyreva M.P. (Moscow, Russia)
Eller C.I. (Moscow, Russia)

ОБЗОРЫ

Кубекина М.В., Мясоедова В.А., Карагодин В.П., Орехов А.Н.

Фосфолипиды пищи: влияние на липидный обмен и факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний

Гришин Д.В., Подобед О.В., Гладилина Ю.А., Покровская М.В., Александрова С.С., Покровский В.С., Соколов Н.Н.

Биоактивные белки и пептиды: современное состояние и новые тенденции практического применения в пищевой промышленности и кормопроизводстве

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

Батурин А.К., Сорокина Е.Ю., Погожева А.В., Кешабянц Э.Э., Кобелькова И.В., Камбаров А.О., Елизарова Е.В., Тутельян В.А.

Изучение ассоциации полиморфизмов rs993609 гена *FTO* и rs659366 гена *UCP2* с ожирением у населения Арктической зоны Российской Федерации

Лужецкий К.П., Устинова О.Ю., Вандышева А.Ю., Чигвинцев В.М.

Особенности нарушений физического развития у детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием нитратов

Гуревич К.Г., Ханферьян Р.А., Камбаров А.О.

Безалкогольные напитки: российские приоритеты

Ханферьян Р.А., Выборная К.В., Раджабканиев Р.М., Евстратова В.С., Наливайко Н.В., Семин В.Б., Галстян А.Г.

Частота потребления сладких газированных напитков населением разных возрастных групп Российской Федерации

ЛЕЧЕБНОЕ ПИТАНИЕ

Зайнудинов З.М., Исаков В.А., Пилипенко В.И., Никитюк Д.Б., Зохрабян П.Р., Дыдыкин А.С., Деревицкая О.К., Асланова М.А., Солдатова Н.Е.

Оценка клинической эффективности и переносимости мясосодержащих консервов для энтерального питания

Быков И.М., Попов К.А., Цымбалюк И.Ю., Джимаков С.С., Шашков Д.И., Малышко В.В., Барышев М.Г.

Метаболическая коррекция экспериментального аллоксанового диабета средствами антиоксидантной направленности

Ревякина В.А., Кувшинова Е.Д., Ларькова И.А., Сенцова Т.Б., Мухортых В.А., Ворожко И.В.

Альтернативные продукты для питания больных аллергией на куриное яйцо

ВИТАМИНОЛОГИЯ

Бекетова Н.А., Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Кешабянц Э.Э., Сокольников А.А., Кошелева О.В., Кобелькова И.В., Погожева А.В., Камбаров А.О., Батурин А.К.

Обеспеченность витаминами жителей сельских поселений российской Арктики

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Росляков Ю.Ф., Почичкая И.М., Литвяк В.В., Курьянович А.Н.

Моделирование реакции меланоидинообразования *in vitro* на примере взаимодействия гидролизата белка куриного яйца и глюкозы

REVIEW

6 **Kubekina M.V., Myasoedova V.A., Karagodin V.P., Orekhov A.N.** 6

Dietary phospholipids: lipid metabolism and risk factors for cardiovascular diseases

19 **Grishin D.V., Podobed O.V., Gladilina Yu.A., Pokrovskaya M.V., Aleksandrova S.S., Pokrovsky V.S., Sokolov N.N.** 19

Bioactive proteins and peptides: current state and new trends of practical application in the food industry and feed production

HYGIENE OF NUTRITION

32 **Baturin A.K., Sorokina E.Yu., Pogosheva A.V., Keshabyants E.E., Kobelkova I.V., Kambarov A.O., Elizarova E.V., Tutelyan V.A.** 32

The association of rs993609 polymorphisms of gene *FTO* and rs659366 polymorphisms of gene *UCP2* with obesity among Arctic Russian population

40 **Luzhetskiy K.P., Ustinova O.Yu., Vandysheva A.Yu., Chigvintsev V.M.** 40

Peculiarities of disorders in physical development of children consuming drinking water with increased nitrate content

49 **Gurevich K.G., Khanferyan R.A., Kambarov A.O.** 49

Non-alcoholic beverages: russian priorities

55 **Khanferyan R.A., Vybornaya K.V., Radzhabkadiyev R.M., Evstratova V.S., Nalivayko N.V., Semin V.B., Galstyan A.G.** 55

Frequency of consumption of sweet carbonated drinks by the population of different age groups of the Russian Federation

DIET TREATMENT

59 **Zaynudinov Z.M., Isakov V.A., Pilipenko V.I., Nikityuk D.B., Zokhrabyan P.R., Dydykin A.S., Derevitskaya O.K., Aslanova M.A., Soldatova N.E.** 59

Assessment of clinical efficacy and tolerability of meat-containing canned food for enteral nutrition

68 **Bykov I.M., Popov K.A., Tsymbalyuk I.Yu., Dzhimak S.S., Shashkov D.I., Malyshko V.V., Baryshev M.G.** 68

The metabolic correction of the experimental alloxan diabetes by means of the antioxidant remedies

77 **Revyakina V.A., Kuvshinova E.D., Larkova I.A., Sentsova T.B., Mukhortykh V.A., Vorozhko I.V.** 77

Alternative food for patients with allergy to the egg

VITAMINOLOGY

83 **Beketova N.A., Kodentsova V.M., Vrzhesinskaya O.A., Keshabyants E.E., Sokolnikov A.A., Kosheleva O.V., Kobelkova I.V., Pogosheva A.V., Kambarov A.O., Baturin A.K.** 83

Vitamin status of rural residents, living in Russian Arctic

CONTROL OF FOOD QUALITY AND SAFETY

92 **Roslyakov Yu.F., Pochitskaya I.M., Litvyak V.V., Kuryanovich A.N.** 92

Modeling of the *in vitro* melanoid formation reaction on the interaction of protein hydrolysate of chicken egg and glucose

Черная А.И., Шульга О.С., Арсеньева Л.Ю., Грегирчак Н.Н., Покоевец Е.Ю. Оценка органолептических и микробиологических показателей качества пшеничного хлеба со съедобным покрытием, содержащим пробиотические микроорганизмы	101	Chernaya A.I., Shulga O.S., Arsenieva L.Yu., Hrehirchak N.N., Pokoyovets E.Yu. Evaluation of the organoleptic and microbiological quality indicators of wheat bread with edible coating containing probiotic microorganisms	101
Суворов О.А., Баландин Г.В. Микробиологическая стабилизация зернового сырья с применением наночастиц серебра	108	Suvorov O.A., Balandin G.V. Microbial stabilization of grain raw material using silver nanoparticles	108
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ		CHEMICAL COMPOSITION OF FOODSTUFFS	
Зубцов Ю.Н., Еремина О.Ю., Серегина Н.В. Микронутриентная ценность побочных продуктов солодоращения ячменя	115	Zubtsov Yu.N., Eremina O.Yu., Seregina N.V. The micronutrient value of byproducts of malting barley	115
Пивоваров В.Ф., Пышная О.Н., Гуркина Л.К. Овощи – продукты и сырье для функционального питания	121	Pivovarov V.F., Pyshnaya O.N., Gurkina L.K. Vegetables are products and raw material for functional nutrition	121
ИНФОРМАЦИЯ		INFORMATION	
Резолюция Научно-практической конференции с международным участием «Витаминно-минеральные комплексы в лечебном питании» (Москва, 26 апреля 2017 г.)	128	Resolution of Research-to-practice conference with international participation "Vitamin-mineral complexes in nutritional management" (Moscow, April 26, 2017)	128
К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ	131	INFORMATION FOR AUTHORS	131

Для корреспонденции

Черная Анастасия Ивановна – ассистент кафедры экспертизы пищевых продуктов Национального университета пищевых технологий

Адрес: 01601, Украина, г. Киев, ул. Владимирская, д. 68

Телефон: (380) 973-41-78-75

E-mail: Anastasia_Chernaya@ukr.net

Черная А.И., Шульга О.С., Арсеньева Л.Ю., Грегирчак Н.Н., Покоевец Е.Ю.

Оценка органолептических и микробиологических показателей качества пшеничного хлеба со съедобным покрытием, содержащим пробиотические микроорганизмы

Evaluation of the organoleptic and microbiological quality indicators of wheat bread with edible coating containing probiotic microorganisms

Chernaya A.I., Shulga O.S.,
Arseniyeva L.Yu., Hrehirchak N.N.,
Pokoyovets E.Yu.

Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

*Проведено исследование пшеничного хлеба со съедобным покрытием, содержащим в своем составе пробиотические микроорганизмы (*Bifidobacterium bifidum*, *Propionibacterium freudenreichii*, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*, *Streptococcus thermophilus*). Изучены показатели общей микробной обсемененности пшеничного хлеба в процессе хранения, количества молочнокислых бактерий, плесневых грибов и дрожжей, а также устойчивости хлеба к микробной порче. Отмечено, что в опытном образце пшеничного хлеба с пробиотическими микроорганизмами в покрытии в течение установленного срока годности (2 сут) количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) было ниже, чем в хлебе, в который пробиотики добавляли в тесто ($4,5 \times 10^2$ против $4,5 \times 10^3$ КОЕ/г через 48 ч хранения), тогда как количество молочнокислых бактерий при хранении уменьшалось не более чем на 2 порядка (с 1×10^5 до $9,3 \times 10^3$ КОЕ/г через 48 ч хранения). Органолептическая оценка пшеничного хлеба с пробиотическим покрытием и без него показала, что использование покрытия не изменяет органолептических свойств хлеба. В целом эти результаты свидетельствуют о возможности использования пробиотиков в составе съедобного покрытия хлебобулочных изделий.*

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, съедобные покрытия, пробиотики, качество

*Wheat bread coated with edible coating containing probiotic microorganisms (*Bifidobacterium bifidum*, *Propionibacterium freudenreichii*, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*, *Streptococcus thermophilus*) in its composition has been studied. Change*

Для цитирования: Черная А.И., Шульга О.С., Арсеньева Л.Ю., Грегирчак Н.Н., Покоевец Е.Ю. Оценка органолептических и микробиологических показателей качества пшеничного хлеба со съедобным покрытием, содержащим пробиотические микроорганизмы // Вopr. питания. 2017. Т. 86. № 3. С. 101–107.

Статья поступила в редакцию 20.12.2016. **Принята в печать** 02.05.2017.

For citation: Chernaya A.I., Shulga O.S., Arseniyeva L.Yu., Hrehirchak N.N., Pokoyovets E.Yu. Evaluation of the organoleptic and microbiological quality indicators of wheat bread with edible coating containing probiotic microorganisms. Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]. 2017; 86 (3): 101–7. (in Russian)

Received 20.12.2016. **Accepted for publication** 02.05.2017.

of microbiological contamination of bread during storage, the presence of lactic acid bacteria, mold fungi and yeast, as well as bread microbial resistance were tested. It was noted that Quantity of Mesophilic Aerobic and Facultative Anaerobic Microorganisms (QMAFAnM) in the bread with probiotic was lower than in bread without additives throughout the storage (4.5×10^2 compared to 4.5×10^3 CFU/g after 48 h storage). The number of lactobacilli in the test sample during storage reduced by 2 orders of magnitude (from 1×10^5 to 9.3×10^3 CFU/g after 48 h storage), indicating the possibility of their use in edible coatings. Comparative of organoleptic evaluation of uncoated and coated bread shown that the use of the coating does not alter the organoleptic properties of bread. Generally, these results suggests the possibility of usage of probiotics in the composition of edible coating of bakery products.

Keywords: bakery, edible coatings, probiotics, quality

Свежесть хлебобулочных изделий является приоритетным показателем, влияющим на выбор при их покупке. Во время хранения в хлебобулочных изделиях происходят изменения реологических и гидрофильных свойств мякиша, его микроструктуры, ретроградация крахмала, перераспределение влаги, развитие микрофлоры и изменение органолептических показателей изделий. Такие изменения являются следствием сложных физико-химических и коллоидных процессов, которые приводят к черствению, а также к потере влаги, что является причиной усыхания изделий и уменьшения их массы. Одним из способов предотвращения испарения влаги через корку хлебобулочных изделий является создание барьера, который образуется тонкой пленкой съедобного покрытия [1].

Увеличение сроков годности пищевых продуктов при применении съедобных пленок связывают с замедлением протекания ферментативных, окислительных реакций, физических и химических процессов не только на поверхности, но и внутри продуктов [2]. В последнее время съедобные пленки начали активно использовать в качестве носителей биологически активных соединений, например витаминов, антиоксидантов и пробиотиков [3]. Кроме того, съедобные пленки применяются с целью ингибции роста возбудителей микробной порчи пищевых продуктов. Известно, что молочнокислые бактерии проявляют антагонистическую активность по отношению к микроорганизмам различных групп, в частности тех, которые способствуют порче хлеба, за счет синтеза кислот и бактериоцинов [4]. Так, в составе заквасок для хлебопекарной промышленности используется ряд штаммов *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus helveticus* и *Lactobacillus casei*, способных не только оптимизировать и интенсифицировать технологический процесс созревания теста, но и задерживать развитие картофельной болезни хлеба, выпекаемого из зараженной спорами *B. megatherium* муки [5–7]. В хлебопечении съедобные пленки и покрытия недавно начали применять как новый выгодный способ доставки чувствительных к нагреванию биологически активных компонентов, в том числе пробиотиков с продуктами ежедневного потребления. Появились работы, свидетельствующие о хорошей выживаемости пробиотических бактерий после выпекания хлеба

с покрытием, содержащим пробиотик (до $2\text{--}3 \times 10^7$ КОЕ/г), и незначительной потере их жизнеспособности после 24 ч хранения при комнатной температуре [8].

К пробиотикам относятся живые микроорганизмы – представители защитных групп кишечной микробиоты здорового человека, которые при поступлении в пищеварительный тракт в составе пищевой продукции в необходимом количестве благоприятно воздействуют на организм [9]. Хотя пробиотики многофункциональны, как правило, механизм их положительного влияния на здоровье заключается в оптимизации состава и биологической активности нормальной микрофлоры кишечника, в том числе предотвращении его колонизации патогенными микроорганизмами, стимулировании местного иммунитета в кишечнике, уменьшении проявлений непереносимости лактозы [10].

Термообработка может привести к значительным потерям жизнеспособности пробиотических микроорганизмов, содержащихся в пищевых продуктах, в то время как использование оболочек из биополимеров, в том числе для микрокапсуляции, признается одним из наиболее перспективных способов повышения их сохранности [11–14].

Цель работы – оценка влияния использованного съедобного покрытия, содержащего пробиотические микроорганизмы, на качество пшеничного хлеба, а именно на его микробиологическую стабильность во время хранения.

Материал и методы

Для приготовления покрытия использовали химически модифицированный пищевой крахмал из высокоамилозных сортов кукурузы, очищенный (Е1420), желатин (марка П-11, ГОСТ 11293-89) и глицерин (99%, ГОСТ 6824-96) в качестве пластификатора. Покрытие получали смешиванием компонентов с дистиллированной водой при нагревании при $85\text{--}90$ °C в течение 30 мин для полного растворения и гидратации до содержания сухих веществ 30% с последующим охлаждением данного пленкообразующего раствора до 30 °C и добавлением сухой закваски «Симбилакт», содержащей пробиотические и молочнокислые микроорганизмы в коли-

честве 10% вес/вес. В состав закваски входили штаммы *Bifidobacterium bifidum* 4403 IMB В 7238, *Propionibacterium freudenreichii* 5409 IMB В 7292, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis* ЦМПМВ 2503, *Streptococcus thermophilus* 2438 ВКПМ В 7474.

Для исследования влияния съедобного покрытия на качество хлебобулочных изделий была использована рецептура и технология хлеба «Матнакаш» по ГОСТ 27842-88 «Хлеб из пшеничной муки. Технические условия». Образцы хлеба готовили безопарным способом, масса каждого образца составляла 250 г. После выпечки на поверхность охлажденного до 30 °С хлебобулочного изделия равномерно наносили намазыванием 10 г съедобного покрытия с пробиотиком. Все образцы хлебобулочных изделий хранились без упаковки при температуре 23 ± 2 °С и относительной влажности $75 \pm 5\%$.

Контрольными образцами были хлеб без покрытия с сухой закваской в тесте (контроль₁), хлеб со съедобным покрытием без закваски (контроль₂), а также исследовали образец со съедобным покрытием, содержащим закваску.

Суммарное количество пробиотических и молочнокислых бактерий в исходной закваске (не менее 1×10^9 КОЕ/г), в съедобном покрытии (не менее 4×10^5 КОЕ/г) и в выпеченном хлебе (не менее $4,7 \times 10^3$ КОЕ/г) проверяли бактериологическим посевом.

В работе сопоставляли поведение пробиотических микроорганизмов при внесении в тесто до выпечки (при этом пробиотики подвергались температурному воздействию во время выпекания) и при нанесении на поверхность изделия после его охлаждения.

Общую обсемененность (КМАФАнМ) и количество молочнокислых и пробиотических бактерий на поверхности хлеба определяли посевом 1 см³ образца в глубину мясопептонного агар (МПА) и среды MRS соответственно (по ГОСТ 26670-91 «Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов»). Культивирование проводили при 37 °С в течение 3 сут. Наличие дрожжей определяли посевом образца на сусло-агар с антибиотиком. Культивировали при 28 °С в течение 5 сут. Посев проводили через 3, 48 и 86 ч хранения хлебобулочного изделия после выпекания [15].

Микробную порчу хлебобулочного изделия моделировали путем искусственного заражения образцов. Для этого использовали тест-культуры бактерий и микроскопических грибов из музея культур кафедры биотехнологии и микробиологии Национального университета пищевых технологий (Киев, Украина): *Bacillus subtilis* БТ-2, *Penicillium chrysogenum* Ф-7, *Aspergillus niger* Р-3. Для заражения готовили суспензию *A. niger* Р-3 концентрацией $3,7 \times 10^4$ конидий в 1 см³, *P. chrysogenum* Ф-7 – $9,4 \times 10^4$ в 1 см³ и *B. subtilis* БТ-2 – $1,0 \times 10^6$ КОЕ/см³. На мякиш и корочку охлажденных изделий без покрытия (контрольный образец) и со съедобным покрытием (примерная площадь 12 см²) наносили по 1 см³ указанных выше суспензий. Образцы помещали в термостат

при 37 °С (*B. subtilis* БТ-2) и 28 °С (*P. chrysogenum* Ф-7, *A. niger* Р-3). Результаты фиксировали через 48 ч выдержки.

Влияние съедобного покрытия, содержащего пробиотик, на органолептические показатели качества хлеба определяли по 5-балльной шкале: 5 – отличное качество, 4 – хорошее, 3 – удовлетворительное, 2 – плохое (едва приемлемое), 1 – очень плохое (неприемлемое). Шкала балльной оценки показателей качества хлеба приведена в табл. 1.

Статистическую обработку данных проводили с помощью Statistica и MS Office. Описание признаков, имеющих нормальное распределение, представлено в виде $M \pm m$, где M – среднее арифметическое, m – ошибка среднего. При сравнении двух групп с нормальным характером распределения использовали параметрический метод исследования, для ненормального распределения – непараметрический. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$, в случае непараметрического метода сравнения – $p < 0,000$.

Результаты и обсуждение

В результате проведенной органолептической оценки по 5-балльной шкале была построена лепестковая диаграмма органолептических показателей качества хлеба без покрытия и с покрытием, содержащим пробиотик (рис.).

В результате проведенной органолептической оценки образцов хлебобулочных изделий существенной разницы между ними не выявлено, показатели качества хлеба не ухудшаются, что свидетельствует о возможности использования таких вариантов в пищу.

Следующим этапом исследования было определение микробиологических показателей исследуемых хлебо-



Результаты оценки органолептических показателей пшеничного хлеба

Таблица 1. Шкала балльной оценки показателей качества хлеба

Показатель	Баллы	Характеристика
Внешний вид, форма	5	Правильная, прямоугольная или овальная, не мятая, не расплывчатая
	4	Правильная с легкими прижимами
	3	Слегка примята и расплывчатая
	2	Расплывчатая, с боковыми выплывами
	1	Неправильной формы, расплывчатая, примята
Поверхность	5	Гладкая или слегка шероховатая, без подрывов
	4	Гладкая, шероховатая, единичные мелкие пузырьки
	3	Гладкая с незначительной морщинистостью
	2	Морщинистая, с трещинами и подрывами, заметные рубцы
	1	Очень шероховатая с большими трещинами и подрывами
Цвет	5	Светло-коричневый
	4	Золотистый
	3	Светло-золотистый
	2	Желтый
	1	Светло-желтый
Аромат (запах)	5	свойственный для хлебобулочного изделия, интенсивно выраженный
	4	свойственный для хлебобулочного изделия, выраженный
	3	свойственный для хлебобулочного изделия, слабовыраженный
	2	Невыраженный для хлебобулочного изделия
	1	Не свойственный для хлебобулочного изделия, неприятный
Вкус	5	Интенсивно выраженный, характерный хлебный
	4	Выраженный, характерный хлебный
	3	Недостаточно выраженный, характерный хлебный
	2	Невыраженный, немного посторонний, но приемлемый
	1	Сильнокислый или пресный, посторонний

Таблица 2. Показатели общей обсемененности хлеба при хранении ($M \pm m$; $n=5$)

Образец хлеба	КМАФАнМ, КОЕ/г		
	3 ч	48 ч	86 ч
Контроль ₁ (с пробиотиками в тесте, без покрытия)	$(1,5 \pm 1,4) \times 10^2$	$(4,5 \pm 0,8) \times 10^3$	$(6,3 \pm 0,5) \times 10^3$
Контроль ₂ со съедобным покрытием	$(1,9 \pm 1,3) \times 10^2$	$(4,8 \pm 0,9) \times 10^3$	$(6,5 \pm 0,7) \times 10^3$
Образец со съедобным покрытием, содержащим пробиотик	$(6,5 \pm 0,5) \times 10^2$ k_1, k_2	$(4,5 \pm 0,8) \times 10^2$ k_1, k_2	$(3,3 \pm 0,8) \times 10^2$ k_1, k_2

Примечание. Здесь и в табл. 3, 5, 6: k_1 – статистически значимое отличие ($p < 0,05$) от соответствующего показателя образца контроль₁ (с пробиотиками в тесте, без покрытия); k_2 – статистически значимое отличие ($p < 0,05$) от соответствующего показателя образца контроль₂ со съедобным покрытием.

Таблица 3. Содержание молочнокислых бактерий в хлебе при хранении ($M \pm m$; $n=5$)

Образец хлеба	Количество молочнокислых бактерий, КОЕ/г		
	3 ч	48 ч	86 ч
Контроль ₁ (с пробиотиками в тесте, без покрытия)	$(1,2 \pm 1,6) \times 10^3$	$(5,3 \pm 0,3) \times 10^2$	$(2,8 \pm 0,9) \times 10^2$
Контроль ₂ со съедобным покрытием	$(0,8 \pm 1,7) \times 10^3$	$(4,5 \pm 0,3) \times 10^2$	$(1,5 \pm 1,1) \times 10^2$
Образец со съедобным покрытием, содержащим пробиотик	$(1,0 \pm 1,5) \times 10^5$ k_1, k_2	$(9,3 \pm 1,7) \times 10^3$ k_1, k_2	$(4,7 \pm 0,4) \times 10^3$ k_1, k_2

булочных изделий по КМАФАнМ, содержанию грибов и дрожжей, а также по количеству молочнокислых бактерий. Результаты приведены в табл. 2 и 3.

В образце хлеба со съедобным покрытием, содержащим пробиотик, КМАФАнМ через 48 и 86 ч было на порядок ниже, в отличие от контрольных образцов, в которых КМАФАнМ в процессе хранения увеличивалось.

Из табл. 3 видно, что количество молочнокислых бактерий при хранении хлебобулочных изделий умень-

шалось. В хлебе с пробиотиком в тесте (контроль₁) и со съедобным покрытием (контроль₂) это количество снизилось на один порядок, а в образце со съедобным покрытием, содержащим пробиотик, – на 2 порядка. При использовании покрытия с пробиотиком численность жизнеспособных молочнокислых бактерий через 86 ч хранения изделия оставалась более высокой, вероятно, за счет более высокого исходного содержания. В контрольном образце, содержащем пробиотик в тесте, ко-

личество молочнокислых бактерий исходно оказалось невысоким, поскольку выпекание привело к потере их жизнеспособности.

Поскольку плесневые грибы и дрожжи являются вторичной микрофлорой порчи, было проведено исследование их содержания в хлебобулочных изделиях (табл. 4).

Грибы и дрожжи в исследуемых образцах не обнаружены.

Как известно, наибольшие потери связаны с вторичным обсеменением хлебобулочных изделий. При укладке, транспортировке, хранении и продаже происходит взаимодействие с окружающей средой. В это время на поверхность хлеба оседает около 1×10^9 клеток различных микроорганизмов в минуту, которые при благоприятных условиях прорастают [16]. По данным некоторых исследователей [17], в 1 м^3 воздуха производственных помещений хлебозаводов содержится от 4 до 9×10^4 спор плесневых грибов. Особенно высокое содержание спор плесени наблюдается в воздухе помещений, в которых хранится бракованная продукция ($1,25 - 1,75 \times 10^5$ спор в 1 м^3 воздуха). Таким образом, микрофлора готовых изделий хлебобулочного производства в основном состоит из микроорганизмов, развивающихся на поверхности хлеба (плесневые грибы) и внутри его (спорообразующие бактерии). Микробиологическая безопасность хлеба зависит от вида и количества микроорганизмов и их способности к размножению в изделиях. Картофельная болезнь и плесень являются самыми распространенными видами порчи хлеба, которые возникают при использовании недоброкачественного сырья и несоблюдении санитарного режима предприятия. Вследствие высокой температуры выпекания при выходе из печи поверхность хлеба почти стерильная, но внутри жизнеспособность сохраняют некоторые споры бактерий, которые попали туда вместе с сырьем.

В связи с этим было проведено провокационное тестирование хлеба со съедобным покрытием, которое содержит пробиотические микроорганизмы, и без него, с использованием типичных грибов, которые вызывают порчу хлеба (*P. chrysogenum* Ф-7, *A. niger* Р-3). Проверяли стойкость хлеба к заражению сразу после выпекания и через сутки после выпекания. Площадь поражения измеряли через 48 ч, поскольку в торговой сети хлеб может храниться более 2 сут. Результаты исследования приведены в табл. 5 и 6.

Анализ данных табл. 5 показал, что через 48 ч площадь поражения образцов свежее испеченного хлеба со съедобным покрытием, содержащим пробиотик, была меньше на 44,4% для *A. niger* Р-3 и на 30,4% для *P. chrysogenum* Ф-7 в сравнении с контрольным образцом хлеба с пробиотиками в тесте, без покрытия, и на 30,7 и 16,5% в сравнении с контрольным образцом хлеба со съедобным покрытием, не содержащим пробиотика. Через 48 ч площадь поражения суточного хранения хлеба со съедобным покрытием, содержащим пробиотик, была меньше на 38,8 и 54,8% для *A. niger* Р-3 и *P. chrysogenum* Ф-7 в сравнении с контрольным образцом хлеба с пробиотиками в тесте, без покрытия, и на 24,6 и 39,4% в сравнении с контрольным образцом хлеба со съедобным покрытием.

Полученные результаты можно объяснить тем, что молочнокислые бактерии проявляют сильную антагонистическую активность против различных групп микроорганизмов за счет синтеза кислот, бактерицидов и соединений бактерицидного происхождения [18].

Анализ полученных данных (табл. 6) показал, что площадь поражения зараженного свежее испеченного хлеба, с добавлением пробиотиков в покрытие, через 48 ч хранения была меньше на 59,1; 45,6 и 28,8% для *A. niger* Р-3, *P. chrysogenum* Ф-7 и *B. subtilis* БТ-2 соответственно в сравнении с контрольным образцом хлеба с добавлением пробиотиков в тесто. Площадь

Таблица 4. Содержание плесневых грибов и дрожжей в хлебе при хранении

Образец хлеба	Количество плесневых грибов и дрожжей, КОЕ/г		
	3 ч	48 ч	86 ч
Контроль ₁ (с пробиотиками в тесте, без покрытия)	<10	<10	<10
Контроль ₂ со съедобным покрытием	<10	<10	<10
Образец со съедобным покрытием, содержащим пробиотик	<10	<10	<10

Таблица 5. Результаты тестирования корочки хлебобулочного изделия, зараженного тест-штаммами плесеней, при хранении ($M \pm m$; $n=5$)

Тест-культура	Образец	Площадь заражения, см ²	
		свежее испеченного хлеба	после суточного хранения хлеба
<i>Aspergillus niger</i> Р-3	Контроль ₁ (с пробиотиками в тесте, без покрытия)	12,6±2,3	13,8±3,6
	Контроль ₂ со съедобным покрытием	10,1±2,1	11,5±2,7
	Образец со съедобным покрытием, содержащим пробиотик	7,0±0,9 k_1, k_2	9,6±1,9 k_1, k_2
<i>Penicillium chrysogenum</i> Ф-7	Контроль ₁ (с пробиотиками в тесте, без покрытия)	8,0±1,2	12,6±3,1
	Контроль ₂ со съедобным покрытием	6,5±0,6	9,4±1,8
	Образец со съедобным покрытием, содержащим пробиотик	4,9±0,2 k_1, k_2	5,7±0,3 k_1, k_2

Таблица 6. Результаты тестирования мякиша хлебобулочного изделия, зараженного тест-штаммами плесеней и споровых бактерий при хранении ($M \pm m$; $n=5$)

Тест-культура	Образец	Площадь заражения, см ²	
		свежеиспеченного хлеба	после суточного хранения хлеба
<i>Aspergillus niger</i> P-3	Контроль ₁ (с пробиотиками в тесте, без покрытия)	15,9±4,4	12,5±3,1
	Контроль ₂ со съедобным покрытием	10,9±2,4	9,6±1,8
	Образец со съедобным покрытием	6,5±0,7 k_1, k_2	7,1±0,9 k_1, k_2
<i>Penicillium chrysogenum</i> Ф-7	Контроль ₁ (с пробиотиками в тесте, без покрытия)	5,7±0,3	9,6±1,8
	Контроль ₂ со съедобным покрытием	4,5±0,3	7,8±1,1
	Образец со съедобным покрытием	3,1±0,8 k_1, k_2	6,1±0,5 k_1, k_2
<i>Bacillus subtilis</i> БТ-2	Контроль ₁ (с пробиотиками в тесте, без покрытия)	8,0±1,3	10,7±2,3
	Контроль ₂ со съедобным покрытием	6,9±0,8	8,1±1,3
	Образец со съедобным покрытием	5,7±0,4	6,6±0,7 k_1, k_2

поражения свежеспеченного хлеба, изготовленного с добавлением пробиотиков в покрытие, через 48 ч хранения была меньше на 40,4; 31,1 и 17,4% для *A. niger* P-3, *P. chrysogenum* Ф-7 и *B. subtilis* БТ-2 соответственно в сравнении с контрольным образцом хлеба со съедобным покрытием, не содержащим пробиотики. Для образца хлеба суточного хранения со съедобным покрытием, содержащим пробиотик, площадь заражения через 48 ч была на 43,2; 36,5 и 38,3% меньше для *A. niger* P-3, *P. chrysogenum* Ф-7 и *B. subtilis* БТ-2 соответственно в сравнении с контрольным образцом хлеба с добавлением пробиотиков в тесто и на 26; 21,8 и 18,5% в сравнении с контрольным образцом хлеба со съедобным покрытием. Приведенные данные табл. 5 и 6 свидетельствуют об определенном фунгистатическом эффекте при внесении пробиотиков в съедобное покрытие для хлебобулочных изделий.

Результаты исследований демонстрируют целесообразность добавления пробиотиков в хлебобулочные изделия путем их внесения в состав съедобного покрытия. Покрытие, включающее в состав пробиотические и молочнокислые микроорганизмы, не изменяет органолептических показателей качества хлебобулочного изделия и обеспечивает ему большую микробиологическую стабильность во время хранения. Отмечено, что в образце хлебобулочного изделия со съедобным покрытием с пробиотиком КМАФАНМ было на порядок ниже в отличие от контрольных образцов. При использовании покрытия с пробиотиком численность жизнеспособных молочнокислых бактерий через 86 ч хранения пшеничного хлеба составляла $4,7 \times 10^3$ КОЕ/г. Целью дальнейших исследований в этом направлении будут эксперименты с хлебобулочными изделиями, содержащими пробиотики в съедобных пленках в микрокапсулированной форме.

Сведения об авторах

Национальный университет пищевых технологий (Украина, Киев):

Черная Анастасия Ивановна – ассистент кафедры экспертизы пищевых продуктов

E-mail: Anastasia_Chernaya@ukr.net

Шульга Оксана Сергеевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры экспертизы пищевых продуктов

E-mail: shulgaos@ukr.net

Арсеньева Лариса Юрьевна – доктор технических наук, профессор, проректор по научно-педагогической и воспитательной работе

E-mail: ars-l@ukr.net

Грегирчак Наталья Николаевна – кандидат технических наук, доцент, декан факультета биотехнологии и экологического контроля

E-mail: g_natal@ukr.net

Покоевец Екатерина Юрьевна – студентка факультета биотехнологии и экологического контроля

E-mail: kat_pokoyovets@mail.ru

Литература

- McHugh T.H., Senesi E. Apple wraps: a novel method to improve the quality and extend the shelf-life of fresh-cut apples // J. Food Sci. 2000. Vol. 65. P. 480–485.
- Falguera V., Quintero J.P., Jimenez A., Munoz J.A., Ibarz A. Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use // Trends Food Sci. Technol. 2011. Vol. 22, N 6. P. 292–303.
- Kanmani P., Lim S.T. Development and characterization of novel probiotic-residing pullulan/starch edible films // Food Chem. 2013. Vol. 141, N 2. P. 1041–1049.
- Davidson J. F., Whyte B., Bissinger P.H., Schiestl R.H. Oxidative stress is involved in heat-induced cell death in *Saccharomyces cerevisiae* // Microbiology. 1996. Vol. 93. P. 5116–5121.

5. Пашченко Л., Коломникова Я. Влияние лизоцима на микробиологическую чистоту хлебобулочных изделий // Хлебопродукты. 2007. № 8. С. 42–43.
6. Перміловська З., Кисельова О., Подв'язникова Н. Ацетат кальцію і якість хліба // Зерно і хліб. 2000. № 1. С. 30–31.
7. Юсупова Г. Обеспечение микробиологической безопасности муки и хлеба энергией СВЧ-поля // Хлебопродукты. 2008. № 11. С. 54–56.
8. Altamirano-Fortoul R., Moreno-Terrazas R., Quezada-Gallo A., Rosell C.M. Viability of some probiotic coatings in bread and its effect on the crust mechanical properties // Food Hydrocolloids. 2012; Vol. 29, N 1. P. 166–174.
9. Food and Agricultural Organization of the United Nations and World Health Organization. Joint FAO/WHO working group report on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food. 2002.
10. Saad N., Delattre C., Urdaci M., Schmitter J. M., Bressollier P. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field // Food Sci. Technol. 2013. Vol. 50, N 1. P. 1–16.
11. Bustos P., Borquez R. Influence of osmotic stress and encapsulating materials on the stability of autochthonous *Lactobacillus plantarum* after spray drying // Dry. Technol. 2013. Vol. 31, N 1. P. 57–66.
12. Burgain J., Gaiani C., Linder M., Scher J. Encapsulation of probiotic living cells: From laboratory scale to industrial applications // J. Food Eng. 2011. Vol. 104, N 4. P. 467–483.
13. Dianawati D., Mishra V., Shah N.P. Stability of microencapsulated *Lactobacillus acidophilus* and *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* during storage at room temperature at low aw // Food Res. Int. 2013. Vol. 50, N 1. P. 259–265.
14. Fritzen-Freire C.B., Prudencio E.S., Amboni R.D., Pinto S.S., Negrao-Murakami A.N., Murakami F.S. Microencapsulation of bifidobacteria by spray drying in the presence of prebiotics // Food Res. Int. 2012. Vol. 45, N 1. P. 306–312.
15. Грєпїрчак Н.М. Мікробіологія харчових виробництв: Лаб. практикум. Київ : НУХТ, 2009. 302 с.
16. Юсупова Г.Г. Берестов А.П., Цугленок Н.В., Коман О.А. Экологически чистый метод предупреждения картофельной болезни хлеба // Федеральные и региональные аспекты в области здорового питания : материалы Международного симпозиума. Кемерово. 2002. С. 89–91.
17. Нилова Л., Науменко Н. Активация воды как способ повышения микробиологической безопасности хлебобулочных изделий // Хлебопродукты. 2007. № 5. С. 54–55.
18. Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов: ГОСТ 26670-91. Введ. 01.01.1993. М. : Изд-во стандартов, 1992. 7 с. (Государственный стандарт СССР).

References

1. McHugh T.H., Senesi E. Apple wraps: a novel method to improve the quality and extend the shelf-life of fresh-cut apples. *J Food Sci.* 2000; 65: 480–5.
2. Falguera V., Quintero J.P., Jimenez A., Munoz J.A., Ibarz A. Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use. *Trends Food Sci Technol.* 2011; 22 (6): 292–303.
3. Kanmani P., Lim S.T. Development and characterization of novel probiotic-residing pullulan/starch edible films. *Food Chem.* 2013; 141 (2): 1041–9.
4. Davidson J.F., Whyte B., Bissinger P. H., Schiestl R.H. Oxidative stress is involved in heat-induced cell death in *Saccharomyces cerevisiae*. *Microbiology.* 1996; 93: 5116–21.
5. Pashchenko L., Kolomnikova Ya. Effect of lysozyme on the microbiological purity of bakery products. *Khleboprodukty [Bakery].* 2007; (8): 42–3. (in Russian)
6. Permilov's'ka Z., Kisel'ova O., Podv'yaznikova N. Calcium acetate and quality of bread. *Zerno i khlib.* 2000; (1): 30–1. (in Ukrainian)
7. Yusupova G. Ensuring microbiological safety of flour and bread energy of the microwave field. *Khleboprodukty [Bakery].* 2008; (11): 54–6. (in Russian)
8. Altamirano-Fortoul R., Moreno-Terrazas R., Quezada-Gallo A., Rosell C.M. Viability of some probiotic coatings in bread and its effect on the crust mechanical properties. *Food Hydrocolloids.* 2012; 29 (1): 166–74.
9. Food and Agricultural Organization of the United Nations and World Health Organization. Joint FAO/WHO working group report on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food. 2002.
10. Saad N., Delattre C., Urdaci M., Schmitter J.M., Bressollier P. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. *Food Sci Technol.* 2013; 50 (1): 1–16.
11. Bustos P., Borquez R. Influence of osmotic stress and encapsulating materials on the stability of autochthonous *Lactobacillus plantarum* after spray drying. *Dry Technol.* 2013; 31 (1): 57–66.
12. Burgain J., Gaiani C., Linder M., Scher J. Encapsulation of probiotic living cells: From laboratory scale to industrial applications. *J Food Eng.* 2011; 104 (4): 467–83.
13. Dianawati D., Mishra V., Shah N. P. Stability of microencapsulated *Lactobacillus acidophilus* and *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* during storage at room temperature at low aw. *Food Res Int.* 2013; 50 (1): 259–65.
14. Fritzen-Freire C.B., Prudencio E.S., Amboni R.D., Pinto S.S., Negrao-Murakami A.N., Murakami F.S. Microencapsulation of bifidobacteria by spray drying in the presence of prebiotics. *Food Res Int.* 2012; 45 (1): 306–12.
15. Hrehirchak N.M. Microbiology of food production: Lab. praktykum. Kiev: NUKhT, 2009: 302 p. (in Ukrainian)
16. Yusupova G.G. Berestov A.P., Tsuglenok N.V., Koman O.A. Eco-claen practices prevent disease potato bread. In: Federal and regional aspects in the field of healthy food: materials of the International symposium. Kemerovo, 2002: 89–91. (in Russian)
17. Nilova L., Naumenko N. Activation of the water as a way to improve the microbiological safety of bakery products. *Khleboprodukty [Bakery].* 2007; (5): 54–5. (in Russian)
18. Food products. Methods of cultivation of microorganisms: HOST 26670-91. [Vved. 01.01.1993]. Moscow: Izdatelstvo standartov, 1992: 7 p. (Gosudarstvennyy standart SSSR). (in Russian)