



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК615.322

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.04.013

 EDN: PRTGQZ

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОПРОТЕКТОРНОГО ПОТЕНЦИАЛА МУКИ ИЗ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Галина Андреевна Донская ¹, Татьяна Сергеевна Бычкова ²,
Елена Анатольевна Юрова ³

^{1,2,3} Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, Москва, Россия

¹ g_donskaya@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0001-6270-7579>

² t_bychkova@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0002-9539-1600>

³ e_yurova@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0003-3369-5673>

Аннотация. Особый интерес сегодня вызывают пищевые продукты, обладающие радиопротекторным действием, которые возможно использовать в случае неблагоприятной радиационной обстановки. Научно-обоснованный подбор рецептурных ингредиентов позволит разработать противолучевую добавку, повышающую устойчивость организма в пострадиационный период и устраняющую последствия лучевой нагрузки при лечении или медицинском обследовании, предусматривающие различные дозы облучения. В статье представлены основные показатели пищевой и биологической ценности муки из семян рапса и муки из шрота подсолнечника, обуславливающие радиозащитное, иммуноактивирующее и адаптогенное действие. Из биологически активных веществ, способных повысить радиорезистентность организма, мука из масличных культур содержит антагонисты радионуклидов стронция и цезия – кальций и калий, адаптогены – витамины, особенно группы В, и такие аминокислоты, как глутаминовая, аспарагиновая, цистин, метионин и глицин, выступающие стабилизаторами собственной антиоксидантной системы организма. Установлено оптимальное соотношение муки из семян рапса и шрота подсолнечника (2:3), при котором выявлен наиболее высокий антиоксидантный потенциал композиции (3,16 мг-экв/г), что при комплексном использовании позволит оказать стимулирующее действие на антиоксидантную защиту организма и повысить его радиорезистентность в условиях ионизирующего излучения.

Ключевые слова: радиопротекторное действие, ионизирующее излучение, радиорезистентность, биологически активные вещества, аминокислотный состав, витамины, антиоксидантная активность.

Для цитирования: Донская Г. А., Бычкова Т. С., Юрова Е. А. Исследование радиопротекторного потенциала муки из масличных культур // Ползуновский вестник. 2024. № 4. С. 86–92. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.04.013, EDN: <https://elibrary.ru/PRTGQZ>.

Original article

INVESTIGATION OF THE RADIOPROTECTIVE POTENTIAL OF OILSEED FLOUR

Galina A. Donskaya ¹, Tatyana S. Bychkova ², Elena A. Yurova ³

^{1,2,3} All-Russian Dairy Research Institute, Russia, Moscow

¹ g_donskaya@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0001-6270-7579>

² t_bychkova@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0002-9539-1600>

³ e_yurova@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0003-3369-5673>

Abstract. Of particular interest today are food products with a radioprotective effect, which can be used in case of adverse radiation conditions. A scientifically based selection of prescription ingredients will allow the development of an anti-radiation supplement that increases the body's resistance during the radiation period and eliminates the effects of radiation exposure during treatment or medical examination involving various doses of radiation. The article presents the main indicators of the nutri-

© Донская Г. А., Бычкова Т. С., Юрова Е. А.

tional and biological value of flour from milk thistle seeds and flour from sunflower meal, which cause radioprotective, immunoactivating and adaptogenic effects. Of the biologically active substances capable of increasing the radioresistance of the body, flour from oilseeds contains antagonists of strontium and caesium radionuclides - calcium and potassium, adaptogens - vitamins, especially group B, and amino acids such as glutamic, aspartic, cystine, methionine and glycine, acting as stabilizers of the body's own antioxidant system. The optimal ratio of flour from milk thistle seeds and sunflower meal has been established, which revealed the highest antioxidant potential of the composition, which, when used in combination, will provide a stimulating effect on the antioxidant protection of the body and increase its radioresistance in conditions of ionizing radiation.

Keywords: radioprotective effect, ionizing radiation, radioresistance, biologically active substances, amino acid composition, vitamins, antioxidant activity.

For citation: Donskaya, G.A., Bychkova, T.S. & Yurova, E.A. (2024). Investigation of the radioprotective potential of oilseed flour. *Polzunovskiy vestnik*. (4), 86-92. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2024.04.013. EDN: <https://elibrary.ru/PRTGQZ>.

ВВЕДЕНИЕ

Последствия аварии на ЧАЭС наглядно показали, что среди мероприятий, направленных на ограничение радиационного воздействия для людей, проживающих в экологически неблагоприятных условиях, особая роль принадлежит рациональному питанию с радиозащитными свойствами. Пища, богатая витаминами, аналогами радионуклидов, аминокислотами, в том числе полиненасыщенными, способствует повышению радиорезистентности организма. Согласно гипотезе эндогенного фона радиорезистентности (ЭФР), сформулированной Гончаренко Е.Н. и Кудряшовым Ю.Б., устойчивость биологических объектов к действию ионизирующей радиации определяется рядом эндогенных веществ, способных влиять на зарождение и развитие первичных лучевых процессов [1]. По мнению авторов, к эндогенным защитным соединениям относятся тиолы, биогенные амины: серотонин, гистамин, дофамин, норадреналин. К эндогенным сенситизаторам радиационного воздействия относят продукты перекисного окисления липидов, в том числе, гидроперекиси и перекиси ненасыщенных жирных кислот. Согласно гипотезе ЭФР, не только искусственно модифицируемая радиорезистентность, но и природная, определяется соотношением уровней эндогенных защитных и сенситизирующих веществ. Это соотношение было определено как «регуляторный комплекс», который определяет устойчивость биологических объектов к действию радиации. Концепция ЭФР позволила авторам предположить, что компоненты природного происхождения, а также некоторые лекарственные средства, моделирующие общую неспецифическую резистентность организма и иммунную систему, могут быть использованы в качестве средств защиты от хронического облучения [1, 2, 3].

Для повышения радиорезистентности

организма применяют адаптогены, в том числе фитопрепараты, иммуномодуляторы, многокомпонентные композиции, задача которых – мобилизация противолучевых и общебиологических защитных ресурсов, повышение ЭФР.

При этом особая роль отводится ингредиентам растительного происхождения в силу их безвредности, биодоступности. Известны радиопротекторные свойства женьшеня, элутерококка, китайского лимонника. Исследованы радиопротекторные свойства эраконда, представляющего собой экстракт люцерны посевной с добавлением определённого набора микроэлементов [4, 5].

Установлены радиопротекторные свойства отдельных видов грибов, выращиваемых в промышленных условиях [6, 7].

Цель исследования – определение радиопротекторных свойств биологически активных веществ продуктов растительного происхождения как компонентов добавки, предназначенной для обогащения молочных продуктов и повышения их радиопротекторной эффективности.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объекты исследования – мука из отборных семян рапса (ООО «Специалист», СТО 33974444-011-2019) и мука из шрота подсолнечника (ООО «Агро Петро», ТУ 10.41.41-229-37676459-2018) как источники природных антиоксидантов.

Содержание минеральных веществ определяли по ГОСТ Р ИСО 27085-2012, содержание водорастворимых витаминов группы В – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) по ГОСТ 31483-2012, содержание витамина Е – методом обращенно-фазовой ВЭЖХ. Для определения витаминов группы В осуществляли гомогенизирование точечных проб, добавляли 0,1 М HCl, перемешивали при помощи ультразвуковой ванны в течение 15–30 минут. Для осаждения белков и липидов использовали растворитель

(ацетонитрил) с последующим центрифугированием в течение 15 минут при температуре 4 °С и 15 тыс. об/мин. Для измерений использовали полученный центрифугат.

Аминокислотный состав определяли методом капиллярного электрофореза с использованием системы КЭ «КАПЕЛЬ» на основе методики М-4-94-2021, жирнокислотный состав – методом газовой хроматографии в соответствии с ГОСТ 32915-2014.

Антиоксидантную активность растительного сырья определяли по массовой концентрации антиоксидантов. В исследовании были применены две методики. Для оценки активности, эквивалентной галловой кислоте, – амперометрический метод с использованием прибора «Цвет Яуза 01-АА». Для оценки активности, эквивалентной аскорбиновой кислоте – метод Рогожина [8], основанный на способности хлорного железа (Fe^{3+}) окислять антиоксиданты, с использованием спектрофотометра СФ-2000.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее дано экспериментально-теоретическое обоснование применения муки из семян расторопши и из шрота подсолнечника в качестве обогатителей молочных композиций. Показано, что данные продукты богаты природными антиоксидантами, такими как силимариновый комплекс в муке из расторопши, мелатонин в муке из шрота подсолнечника [9, 10].

Обеспечить организм человека оптимальным количеством биологически активных веществ за счёт обычных продуктов питания не представляется возможным. Для защиты организма от радиационного воздействия необходимо создание специализированных продуктов, обогащённых минеральными веществами, витаминами, аминокислотами, адаптогенами. В связи с этим на этапе моделирования композиции противолучевой добавки считали целесообразным провести комплексную оценку показателей пищевой и биологической ценности рассматриваемого сырья, так как его свойства напрямую зависят от района произрастания растений и состава почвы.

Одним из условий радиопротекторного эффекта добавки является оптимальное количество в ней антагонистов радионуклидов цезия и стронция в виде солей калия и кальция.

С этой целью проведена комплексная оценка минерального состава исследуемых продуктов (таблица 1).

Таблица 1 – Минеральный состав растительных компонентов добавки

Table 1 – The mineral composition of the herbal components of the supplement

Наименование сырья	Содержание минеральных веществ, мг/100 г						
	Ca	Mg	K	P	Cu	Zn	Fe
Мука из семян расторопши	1006,9	457,2	1082,7	701,48	1,62	6,07	8,26
Мука из шрота подсолнечника	436,6	765,1	1692,5	1266,0	1,93	9,39	16,73

Полученные результаты, представленные в таблице 1, свидетельствуют о высоком содержании в обоих продуктах солей кальция и калия, являющихся антагонистами указанных выше радионуклидов [9, 10]. Следует отметить, что в случае с изотопом стронция наиболее ценным компонентом выступает мука из семян расторопши, в которой содержание антагониста стронция – кальция – в 2,3 раза больше по сравнению с мукой из шрота подсолнечника. Однако мука из шрота подсолнечника является богатым источником калия, являющегося антагонистом цезия, с преимуществом в 1,6 раз. Важная роль в восстановлении повреждений клеточных структур при радиационном поражении, а также в стимуляции ферментной антиоксидантной системы организма отводится витаминам.

Радиопротекторная роль витаминов продемонстрирована в многочисленных исследованиях. Вместе с тем значительная часть

населения нашей страны испытывает дефицит в ряде витаминов, в том числе витаминов группы В, витамине Е и др., что наряду с имеющейся патологией может быть самостоятельной причиной активации перекисного окисления липидов (ПОЛ). Витамины В₁, В₂, В₆, не только выполняют кофакторную функцию в метаболических процессах в организме, но и участвуют в обмене серосодержащих аминокислот и гистамина, вызывая самостоятельный радиопротекторный эффект. Наряду с этим витамин В₆ является дополнительным источником серы, а витамин В₁ участвует в потенцировании радиопротекторной эффективности других веществ. Известно, что витамин В₂ участвует в построении флавинонуклеотидов, флавинденин-динуклеотидов, являющихся простетическими группами большого числа окислительно-восстановительных ферментов, принимающих активное участие в окислительных процессах на стадии

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОПРОТЕКТОРНОГО ПОТЕНЦИАЛА МУКИ ИЗ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

переноса электронов и протонов от никотинамидных коферментов к цитохрому, играя ключевую роль в процессах биологического окисления. Витамин В₆ в форме коферментов участвует в превращениях аминокислот, метаболизме триптофана, липидных и нуклеиновых кислот, в поддержании иммунного ответа. Витамины В₁, В₆ улучшают регенерацию кроветворения, ускоряют восстановление эритроци-

тов и лейкоцитов. Витамин Е улучшает циркуляцию крови, необходим для регенерации тканей, укрепляет стенки капилляров, предотвращает развитие анемии, выступает в роли активного антиоксиданта.

Экспериментальные данные по содержанию витаминов в исследуемых продуктах представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Витаминный состав растительных компонентов добавки

Table 2 – The vitamin composition of the herbal components of the supplement

Витамин	Фактическое значение, мг/100 г		Физиологическая потребность мг/сутки
	Мука из семян расторопши	Мука из шрота подсолнечника	
Витамин Е	2,66	1,01	15
Витамин В ₁	1,31	2,72	1,5
Витамин В ₂	0,92	0,38	1,8
Витамин В ₆	0,47	0,63	2,0

Согласно результатам экспериментальных исследований, мука из отборных семян расторопши обладает несколько большим потенциалом по содержанию витаминов Е и В₂, в то время как мука из шрота подсолнечника является богатым источником витаминов В₁ и В₆.

Поскольку основным компонентом, определяющим пищевую ценность рассматриваемого растительного сырья, является белок, считали необходимым провести оценку аминокислотного состава белковой фракции муки.

Известно, что одни аминокислоты выступают источниками для образования нейромедиаторов в центральной нервной системе (ЦНС) (гистамин, серотонин), а другие – непосредственно нейромедиаторами (глицин, глутаминовая кислота).

В ходе обменных процессов аминокислоты превращаются в иные соединения, называемые метаболитами аминокислот. Так, из глицина образуется порфирин для синтеза гемоглобина и цитохрома, гиппуровая кислота для связывания токсичных соединений. Лизин преобразуется в гидроксилин (составная часть коллагена) и карнитин, обеспечивающий транспорт жирных кислот. Метионин участвует в производстве холина – компонента фосфолипидов. Глутаминовая кислота отвечает за процессы торможения ЦНС, а глутамин является главным источником энергии для клеток желудочно-кишечного тракта и обеспечивает поддержание иммунной системы организма. Аланин принимает участие в обмене углеводов. Наиболее выраженным радиопротекторным действием обладают серосодержащие аминокислоты: цистин, цисте-

ин, метионин, экранирующие SH-группы в молекулах белка и предохраняющие их от действия радиации.

Основными антиоксидантами являются глутаминовая, аспарагиновая кислоты, цистеин и их соли [11]. Известно, что при повышении активности антиоксидантной системы организма снижается интенсивность перекисного окисления липидов и уменьшается повреждение клеток при воздействии ионизирующего излучения.

Аминокислотный состав муки расторопши и шрота подсолнечника представлен в таблице 3.

Результаты экспериментальных исследований показали, что по содержанию аминокислот мука из шрота подсолнечника обладает значительно большим потенциалом в сравнении с мукой из семян расторопши. Особое внимание стоит обратить на наличие таких аминокислот, как глутаминовая, аспарагиновая, цистин, метионин и глицин, выступающих стабилизаторами собственной антиоксидантной системы организма. Значительное содержание глутаминовой и аспарагиновой кислот в муке из шрота подсолнечника в определенной степени может обуславливать высокую антиоксидантную активность этого продукта. Полученные данные позволяют предположить, что мука из шрота подсолнечника обладает большим противорадиационным эффектом относительно муки из семян расторопши.

Известно, что в процессе восстановления организма в пострadiационный период жирные кислоты принимают активное участие.

Жирнокислотный состав исследуемых видов муки представлен в таблице 4.

Таблица 3 – Аминокислотный состав растительных компонентов добавки

Table 3 – Amino acid composition of the herbal components of the supplement

Наименование аминокислоты	Фактическое значение, мг/100 г		Погрешность измерений
	Мука из семян раторопши	Мука из шрота подсолнечника	
Триптофан	498,3	510,1	±20 % (отн.)
Глутаминовая кислота + глутамин	2656,1	7536,9	±20 % (отн.)
Аспарагиновая кислота + аспарагин	1223,7	3564,1	±20 % (отн.)
Цистин	336,5	807,9	±24 % (отн.)
Аргинин	1301,6	3007,1	±23 % (отн.)
Лизин	543,0	1125,7	±18 % (отн.)
Тирозин	479,3	952,8	±23 % (отн.)
Фенилаланин	509,2	1522,6	±23 % (отн.)
Гистидин	438,6	1158,1	±23 % (отн.)
Лейцин + изолейцин	1225,2	3219,7	±18 % (отн.)
Метионин	247,9	865,6	±23 % (отн.)
Валин	452,1	1083,7	±18 % (отн.)
Пролин	761,9	1823,9	±18 % (отн.)
Треонин	479,3	1262,8	±18 % (отн.)
Серин	673,9	1469,5	±18 % (отн.)
Аланин	652,5	1699,8	±18 % (отн.)
Глицин	779,7	2157,9	±18 % (отн.)

Таблица 4 – Жирнокислотный состав растительных компонентов добавки

Table 4 – Fatty acid composition of the vegetable components of the supplement

Наименование жирной кислоты	Концентрация ЖК, %	
	Мука из семян раторопши	Мука из шрота подсолнечника
1	2	3
Лауриновая (C12 : 0)	0,3315	0,3279
Миристиновая (C14:0)	0,7613	0,7152
Пентадекановая (C15 : 0)	0,1106	0,1125
Пальмитиновая (C16:0)	10,3166	9,5293
Пальмитоолеиновая (C16:1)	0,2064	0,2404
Маргариновая (C17:0)	0,1336	0,1188
Стеариновая (C18:0)	5,9573	4,1220
Олеиновая (C18 :1п9с)	29,8161	33,6539
Линолевая (C18:2п6тс)	45,2890	49,0163
Линоленовая (C18:3п3)	0,2352	0,1439
Арахидиновая (C20:0)	3,0545	0,4396
Эйкозеновая (C20 :0)	0,9115	0,0400
Бегеновая (C22 :0)	1,8522	0,6192
Трикозановая (C23:0)	0,1580	0,2197
Лигноцериновая (C24:0)	0,4813	0,2453

По данным таблицы 4 можно сделать вывод о схожем жирнокислотном составе рассматриваемого растительного сырья с небольшим преимуществом муки из шрота подсолнечника по содержанию пальмитиновой, стеариновой, олеиновой и линолевой кислот. Роль данных кислот при восстановлении организма в условиях ионизирующего излучения обусловлена точечным участием в процессах жизнеобеспечения.

Например, пальмитиновая кислота входит в состав основных компонентов биологических мембран, в значительной степени определяя их свойства. Восполнение количества пальмитиновой кислоты при активации процесса окисления позволит стабилизировать мембраны клеток. Стеариновая кислота

участвует в метаболизме липидов, необходимых для поддержания нормального функционирования клеток, тканей и органов, играет важную роль в синтезе гормонов и обеспечивает полноценную работу нервной системы. Основная функция стеариновой кислоты – запас энергии в организме.

Олеиновая кислота, как и все ненасыщенные жирные кислоты, выполняет две жизненно важные функции: энергетическую (выделяет энергию при распаде); пластическую (принимает участие в построении биологических мембран, из которых состоит скелет растительных и животных клеток). Кроме того, она выводит из организма свободные радикалы и токсины. Оптимальное количество олеиновой кислоты в организме достигается при соблюдении особой

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОПРОТЕКТОРНОГО ПОТЕНЦИАЛА МУКИ ИЗ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

пропорции: 1/3 – растительного происхождения, остальное – животного. Она легко усваивается организмом вместе с пищей. Линолевая кислота является самой активной из класса омега-6, присутствует в каждой клетке, особенно необходима печени, мозгу, мышцам. Укрепляет иммунитет и способствует защите клеток от воздействия радиации.

Процентное содержание линолевой кислоты в обоих видах муки занимает самую высокую позицию и соответствует значению 45–48 %.

Результаты проведенных экспериментальных исследований по определению витаминного, аминокислотного и жирнокислотного составов муки из семян расторопши и шрота подсолнечника показали, что исследу-

Таблица 5 – Антиоксидантная активность растительных компонентов добавки

Table 5 – Antioxidant activity of the herbal components of the supplement

Наименование сырья	Антиоксидантная активность, мг-экв галловой кислоты/г	Антиоксидантная активность, мг-экв аскорбиновой кислоты/г
Мука из семян расторопши	2,43	1,86
Мука из шрота подсолнечника	3,62	2,72

Полученные данные свидетельствуют о более высоком антиоксидантном потенциале муки из шрота подсолнечника. Показатель АОА муки из шрота почти на 50 % превышает таковой для муки из расторопши.

Результат комплексной оценки растительного сырья позволяет сделать вывод, что в составе противолучевой добавки целесообразно применить композиции муки из семян расторопши и муки из шрота подсолнечника. Предположительно, именно композиционное участие в составе добавки позволит получить наиболее высокий ее потенциал как стабилизатора антиоксидантной системы живого объекта.

С целью определения оптимального соотношения мука из семян расторопши : мука из шрота подсолнечника рассмотрены несколько композиций. Результаты оценки АОА данных композиций представлены на рисунке 1.

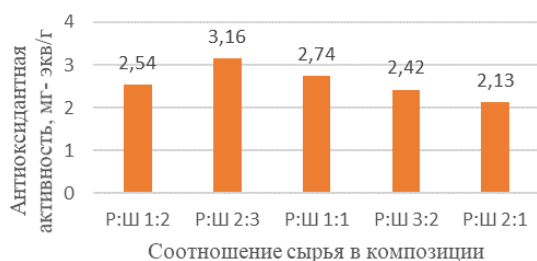


Рисунок 1 – Зависимость антиоксидантной активности от соотношения растительного сырья в композиции

Figure 1 – Dependence of antioxidant activity on the ratio of vegetable raw materials in the composition

Исходя из рисунка 1 можно сделать заключение, что оптимальной композицией рас-

еяемое сырье содержит в своём составе адаптогены, радиопротекторы, антагонисты радионуклидов цезия и стронция. Полученные результаты позволяют сделать заключение, что мука из семян расторопши и мука шрота подсолнечника могут обеспечить радиозащитный эффект как компоненты противолучевой добавки. При этом отличительной особенностью указанных продуктов является наличие в них природных антиоксидантов. Для установления их эффективности определена антиоксидантная активность (АОА) каждого из видов муки.

Результаты оценки антиоксидантного потенциала исследуемых продуктов представлены в таблице 5.

Полученные данные свидетельствуют о более высоком антиоксидантном потенциале муки из шрота подсолнечника. Показатель АОА муки из шрота почти на 50 % превышает таковой для муки из расторопши. Несмотря на снижение показателя АОА относительно самостоятельного применения шрота на 13 %, стоит обратить внимание на высокое содержание витамина Е в муке из семян расторопши, который принимает непосредственное участие в восстановлении антиоксидантного статуса живого организма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные экспериментальные исследования показали, что мука из семян расторопши и шрота подсолнечника содержит комплекс биологически активных веществ, что позволяет их использовать как компоненты противолучевой добавки с целью стабилизации антиоксидантной системы организма в условиях ионизирующего излучения.

Установлено оптимальное соотношение муки из семян расторопши и муки из шрота подсолнечника, позволяющее обеспечить высокий уровень антиоксидантной активности комплексной добавки, что особенно важно для ингибирования окислительно-восстановительных процессов, возникающих в организме в условиях ионизирующего излучения.

Представленная добавка может быть использована в технологии новых пищевых продуктов, направленных на повышение радиорезистентности организма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаренко Е.Н., Кудряшов Ю.Б. Гипотеза эндогенного фона радиорезистентности. Москва : МГУ, 1980. 176 с.
2. Гончаренко Е.Н., Кудряшов Ю.Б. Противолучевые средства природного происхождения // Успехи современной биологии. 1991. Т. 3. Вып. 2. С. 302–316.
3. Кудряшов Ю.Б. Поиск и изучение механизмов действия новых природных и синтетических противолучевых средств. Москва : МГУ, ПТУ, 1989. 215 с.
4. Сафонова В.Ю. О влиянии фитопрепаратов на радиорезистентность организма // Вестник ОГУ. 2005. № 4. С. 92–96.
5. Зобкова З.С. Методологические аспекты проектирования цельномолочных продуктов с повышенной относительной биологической ценностью // Пищевая промышленность. 2022. № 3. С. 68–71. DOI: 10.52653/PPI.2022.3.3.016.
6. Хамитова А.Т., Проскурина Л.И. Разработка технологии производства мясных продуктов с радиопротекторными свойствами // Вестник Инновационного Евразийского университета. 2018. № 1. С. 88–95.
7. Малышева К.Е. Особенности радиопротекторного питания как способа защиты организма человека от ионизирующих излучений // Студенческий научный форум-2015: материалы VII международной студенческой научной конференции: Интернет-портал. – URL: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015011444> (дата обращения: 03.04.2024).
8. Рогожин В.В. Практикум по биологической химии : учеб.- метод. пособие. СПб. : Лань, 2006. 256 с.
9. Донская Г.А., Креккер Л.Г., Дрожжин В.М. Исследование радиопротекторного потенциала шрота подсолнечника как ингредиента молочного продукта // Переработка молока. 2023. № 11 (289). С. 44–49. DOI: 10.33465/2222-5455-2023-11-44-49.
10. Растительные радиопротекторы в технологии молочных продуктов / Донская Г.А. [и др.] // Сыроделие и маслоделие. 2023. № 4. С. 103–108. DOI: 10.21603/2073-4018-2023-4-7.
11. Зависимость относительной биологической ценности йогурта от вида стабилизирующих добавок / Зобкова З.С. [и др.] // Молочная промышленность. 2021. № 1. С. 24–26. DOI: 10.31515/1019-8946-2020-08-36-37.

Информация об авторах

Г. А. Донская – доктор биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории технологий функциональных продуктов ФГАНУ «ВНИМИ».

Т. С. Бычкова – кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией технологий функциональных продуктов ФГАНУ «ВНИМИ».

Е. А. Юрова – кандидат технических наук, заведующий лабораторией технокимического контроля ФГАНУ «ВНИМИ».

REFERENCES

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 03 мая 2024; одобрена после рецензирования 20 ноября 2024; принята к публикации 04 декабря 2024.

The article was received by the editorial board on 03 May 2024; approved after editing on 20 Nov 2024; accepted for publication on 04 Dec 2024.

1. Goncharenko, E.N. & Kudryashov, YU.B. (1980). The hypothesis of the endogenous background of radioreistance. Moscow : MSU. (In Russ.).
2. Goncharenko, E.N. & Kudryashov, YU.B. (1991). Anti-radiation agents of natural origin // The successes of modern biology, vol. 3 (2) 302-316. (In Russ.).
3. Kudryashov, YU.B. (1989). Search and study of the mechanisms of action of new natural and synthetic anti-radiation agents. Moscow : MSU, PTU. (In Russ.).
4. Safonova, V.YU. (2005). On the effect of phyto-preparations on the radioresistance of the body // Bulletin of the OSU. (4), 92-96. (In Russ.).
5. Zobkova Z.S. (2022). Methodological aspects of designing whole-milk products with increased relative biological value. Food industry. (3). 68-71. DOI: 10.52653/PPI.2022.3.3.016. (In Russ.).
6. Hamitova, A.T. & Proskurina, L.I. (2018). Development of technology for the production of meat products with radioprotective properties // Bulletin of the Innovative Eurasian University. (1). 88-95. (In Russ.).
7. Malysheva, K.E. (2015). Features of radioprotective nutrition as a way to protect the human body from ionizing radiation. Student Scientific Forum 2015: proceedings of the VII International Student Scientific Conference. Retrieved from <https://scienceforum.ru/2015/article/2015011444>. (In Russ.).
8. Rogozhin, V.V. (2006). Workshop on biological chemistry: an educational and methodological guide. St. Petersburg: Lan'. (In Russ.).
9. Donskaya, G.A., Krekker, L.G. & Drozhzhin, V.M. (2023). Investigation of the radioprotective potential of sunflower meal as an ingredient in a dairy product. Milk processing. (11). 44-49. DOI: 10.33465/2222-5455-2023-11-44-49. (In Russ.).
10. Donskaya, G.A., Krekker, L.G., Kolosova, E.V., Drozhzhin, V.M. & Karapetyan, V.K. Plant radioprotectors in dairy technology. Cheese making and butter making. (4). 103-108. DOI: 10.21603/2073-4018-2023-4-7. (In Russ.).
11. Zobkova, Z.S., Fursova, T.P., Zenina, D.V., Shelaginova, I.R. & Gavrilina, A.D. (2021). The dependence of the relative biological value of yogurt on the type of stabilizing additives. Dairy industry. (1). 24-26. DOI: 10.31515/1019-8946-2020-08-36-37. (In Russ.).

Information about the authors

G.A. Donskaya - Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Technologies of Functional Products of VNIIMI.

T.S. Bychkova - Candidate of Technical Sciences, Head of the Laboratory of Functional Products Technologies of VNIIMI.

E.A. Yurova - Candidate of Technical Sciences, Head of the Laboratory of Technochemical Control of VNIIMI.