

Растительные радиопротекторы в технологии молочных продуктов

Галина Андреевна Донская, д-р биол. наук, старший научный сотрудник

E-mail: g_donskaya@vniimi.org

Людмила Геннадьевна Креккер, канд. техн. наук, младший научный сотрудник

Елена Вячеславовна Колосова, канд. техн. наук, младший научный сотрудник

E-mail: e_kolosova@vniimi.org

Виктор Михайлович Дрожжин, младший научный сотрудник

Вараздат Карленович Карапетян, аспирант

Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, Москва

Рассмотрены подходы к созданию молочных продуктов, обладающих радиопротекторными свойствами. Изучены теоретические аспекты длительного воздействия радиации и предотвращения свободнорадикальных процессов. Показаны методы противодействия оксидативному стрессу и повреждению клеток в организме человека. Определены радиопротекторные свойства расторопши на антиоксидантную активность (АОА), которая в 2400 раз превышает АОА пастеризованного молока. Подобрана оптимальная доза муки расторопши, технология ее подготовки с учетом сохранения антиоксидантной активности и метод внесения в нормализованную смесь при изготовлении молочного продукта. Изучен минеральный состав муки расторопши. Установлено, что в 100 г исследуемой муки содержится в мг: Са – 1006,66; Mg – 457,19; К – 1082,71; Cu – 1,62; Zn – 6,07; Fe – 8,26; P – 701,48. При изготовлении молочного продукта с расторопшей в качестве дополнительного источника кальция использована яичная скорлупа. Результаты исследований минерального состава показали, что по содержанию кальция кисломолочные напитки с мукой из расторопши можно позиционировать как алиментарные средства защиты от радиостронция. Потребление одного стакана продукта (200 мл) превышает суточную физиологическую потребность в кальции и составляет более 1000 мг. Изучены микробиологические показатели кисломолочных продуктов в процессе хранения, проведена их органолептическая оценка, показавшая, что оптимальными органолептическими свойствами обладают продукты, сквашенные ацидофильной закваской.

Ключевые слова: радиация, оксидативный стресс, радиопротекторы, витамины, антиоксиданты, расторопша, обогащенные молочные продукты, кисломолочные продукты

Продолжительное воздействие радиации, даже в малых дозах, приводит к образованию цепной реакции окисления жиров клеточных мембран и образованию токсичных для клетки продуктов. Возникший процесс приводит к оксидативному стрессу и повреждению клеток.

Это состояние характеризуют как нарушение баланса между свободными радикалами (окислителями, реактивными кислородными видами), к числу которых относят атомы, имеющие на внешнем электронном уровне неспаренные электроны. Обладая высокой химической активностью, эти атомы стремятся забрать электрон у других молекул или отдать свой лишний электрон. Увеличение их количества провоцирует резкое снижение антиоксидантной активности и появление антиоксидантного стресса. В результате начинается цепная реакция последовательного окисления с образованием свободных радикалов.

По данным Е. Бурлаковой, в живом организме действует физико-химическая регуляторная система, которая поддерживает необходимый уровень свободно-радикальных реакций, регулирует обмен

мембранных липидов и скорость расходования антиоксидантов. При повышении антиоксидантов процессы окисления в клеточных мембранах замедляются. В результате мембраны обогащаются ненасыщенными липидами, которые окисляются легче, чем насыщенные. Увеличение окисляемости ведет к более быстрому расходу антиоксидантов, и все параметры возвращаются к норме. В случае уменьшения концентрации антиоксидантов процесс идет в обратном направлении, выводя клетку на оптимальную скорость окисления. Изменение состава липидов и степени их окисленности приводит к изменению текучести различных слоёв мембраны. Последнее влияет на активность связанных с мембраной белков, ферментов, рецепторов. Под воздействием свободных радикалов лейкоциты и тромбоциты, вследствие увеличивающейся адгезии, закупоривают капилляры. Усугубляется процесс увеличением ригидности эритроцитов, что усиливает нарушение оксигенации тканей. Расширяется зона повреждения тканей. Процесс релаксации системы занимает от нескольких минут до нескольких суток. Воздействие радиации может привести к сбою этой отлаженной системы [1].

Система защиты от свободных радикалов включает два основных способа: не ферментативный и ферментативный. Первый осуществляется с помощью антиоксидантов – веществ, взаимодействующих со свободными радикалами. Результатом является снижение реакционной способности радионуклидов. К числу таких средств относятся: витамины А, С, Е; микроэлементы селен, цинк, медь, марганец, железо; ингредиенты растительных компонентов. Второй тип защиты – ферментативный, зависит от двух ферментов: супероксиддисмутазы и каталазы. В результате ферментативных реакций пероксид водорода (H_2O_2) разлагается на воду и кислород.

Проблема защиты организма от воздействия радиации стала актуальной после испытаний ядерного оружия в начале двадцатого столетия и на сегодняшний день полностью не решена, хотя исследования в этой области ведутся достаточно активно. Обнаружено [2], что в значительной мере антиионизирующие свойства проявляют эстрогены и флавоноиды, повышающие устойчивость биобъектов к свободнорадикальным изменениям.

Противолучевые свойства проявляют полисахариды и бактериальные эндотоксины полисахаридной природы [3], нуклеиновые кислоты и их производные. Белоусовым Б. П. с группой авторов показаны радиопротекторные свойства хитозана [1]. Радиопротекторное действие проявляют экстракты отдельных растений: чайный лист, элеутерококк, крапива двудомная, ламинария, алоэ, куркума и др. На основании проведенных исследований к веществам, в целом повышающим радиорезистентность организма, отнесены натуральные адаптогены животного и растительного происхождения, витамины, нуклеотиды, фосфолипиды, аминокислоты, олигопептиды.

Считают, что в основе радиопротекторного действия растений лежит предупреждение повреждения тканей продуктами радиолитиза воды, фенольными соединениями экстрактов, полисахаридами, алкалоидами, сапонинами, антоцианами и др. соединениями благодаря их химической структуре. Установлено, что эти соединения способны восстанавливать структуру ДНК; нуклеиновых кислот, входящих в состав митохондриальной и цитоплазматической мембран; регулировать транспорт ионов кальция, калия, натрия, хлора; восстанавливать структурные белки молекул, влиять на энергетический и пластический обмен, подавлять окислительные процессы [4].

Среди молочных продуктов, на сегодняшний день, в ассортименте большинства предприятий отсутствуют продукты, которые по формальным признакам могут считаться радиопротекторными. Их разработка и включение в рацион питания позволят алиментарным способом повысить радиорезистентность организма в условиях повышенной радиации.

В данной работе в качестве радиопротектора используется расторопша, применяемая наиболее широко в медицинской практике для профилактики и комплексного лечения заболеваний печени. В семенах расторопши содержатся несколько десятков флаволигнанов, обладающих высокой биологической активностью, в том числе – силибин, силидианин, силикрестин. Условно эта композиция называется силимарином, который позиционируется как действующее вещество. По химическому составу он является комплексом природных антиоксидантов, блокирующих действие токсинов [5].

Наиболее изучены, с точки зрения радиопротекторных свойств, фенольные соединения расторопши и ненасыщенные жирные кислоты. Расторопша содержит также значительное количество флавоноидов, нейтрализующих свободные радикалы и улучшающих циркуляцию крови. Смолы расторопши способствуют выведению вредных веществ и повышению иммунной защиты организма. Лигнаны, входящие в состав растения, связывают и выводят токсические вещества, регулируют гормональное равновесие, кислородный обмен. Химический состав расторопши богат микроэлементами. В 1 г семян содержится: железа – 0,8 мг; калия – 9,3 мг; магния – 4,3 мг; йода – 0,1 мг; кальция – 16,7 мг; магния – 4,3 мг; хрома – 0,15 мг; цинка – 1,16 мг; марганца – 0,09 мг; селена – 23 мг; бора – 22,3 мг на 100 г продукта [5]. Состав представлен витаминами А, Е, К, Д, Ф, группы В [6]. Д. А. Кашолкина с соавторами доказали, что в 100 г семян расторопши пятистой содержится: β -каротин – 0,8 мг; витамина В1 – 1,5 мг; В2 – 1,1 мг; В4 – 10 мг; витамина Е – 4,7 мг [7].

Исследованиями немецких ученых показано, что силибин обладает выраженными антиоксидантными свойствами, способствует продуцированию антирадикальных ферментов. Силимарины снижают токсическую нагрузку на печень при облучении, способствуют уменьшению воспалительных процессов, их переходу в хроническую форму, способствуют укреплению клеточной стенки, ее восстановлению и регенерации [8].

Повышенная радиация вызывает разрушительное перекисное окисление, а силимарин выступает регулятором метаболических процессов в печени. Повышая активность ферментативных систем и взаимодействуя со свободными радикалами, он прерывает процесс разрушения клеточных структур. В поврежденных гепатоцитах силимарина стимулируют синтез структурных и функциональных белков и фосфолипидов, стабилизируют клеточные мембраны [9].

Анализ химического состава расторопши демонстрирует целесообразность и возможность ее использования при производстве функциональных продуктов. Этой проблеме посвящены публикации многих ученых [10–13].

Целью исследований стало увеличение антиоксидантной активности обогащенных молочных продуктов за счёт введения в нормализованную смесь муки из семян расторопши и кальциевой добавки для предотвращения образования цепной реакции окисления жиров клеточных мембран при воздействии радиации и дополнительное введение источника кальция для снижения сорбции радиостронция.

В работе в качестве защитного средства от свободных радикалов рассматривается мука из отборных семян расторопши, которая, согласно аналитическим и собственным экспериментальным данным, обладает высокой антиоксидантной активностью (4090 ± 1150 мг/100г, содержит в своем составе биологически активные вещества (БАВ), нейтрализующие свободные радикалы, улучшающие циркуляцию крови, регулирующие кислородный обмен, очищающие организм от токсинов, обеспечивающие нормальное деление клеток. Принимая во внимание высокие антиоксидантные показатели семян расторопши, авторами она рассматривалась с позиции радиопротектора для защиты организма от ионизирующего излучения.

Объекты исследования: мука из отборных семян расторопши, изготовленная ООО «Елео Специалист» по СТО 33974444-011-2019. В 100 г муки массовая доля жира составляет 10 %; массовая доля белка – 19 %; углеводов – 37 %. Энергетическая ценность 1300 кДж/310 кКал.

Обогащенные кисломолочные продукты с мукой из семян расторопши, сквашенные различными заквасками: йогуртной (0,018 %),

ацидофильной (5,0 %), смесью ацидофильной и термофильной в соотношении 1:1.

Титруемую кислотность определяли по ГОСТ Р 54669-2011; количество молочнокислых микроорганизмов – по ГОСТ 33951-2016; количество дрожжей – по ГОСТ 33566-2015. Активную кислотность и окислительно-восстановительный потенциал (ОВП – Eh) определяли на pH-метре-иономере «Экспресс-001»; макро- и микроэлементы методом оптико-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой по ГОСТ Р ИСО 27085-2012 «Корма для животных». Определение сроков годности – по ГОСТ ISO 16779-2017.

Антиоксидантную активность (АОА) продуктов (суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов) определяли амперометрическим методом с использованием прибора «Цвет Яуза-01-АА». Для определения АОА муки из семян расторопши 0,5 г её заливали 70 мл бидистиллированной воды и помещали на встряхивающий аппарат на 1 час. По истечении указанного времени пробу фильтровали, осадок промывали бидистиллированной водой. Объем полученного фильтрата доводили до 100 мл. В пробах фильтрата определяли АОА.

Результаты исследований показали, что АОА муки из семян расторопши соответствует (4090 ± 1150) мг/100 г, что в 2400 раз превышает АОА пастеризованного молока.

Для определения перехода БАВ из муки расторопши в молоко навеску муки в 1,0 г заливали 100 мл подогретого до 50 °С молока и помещали на встряхивающий аппарат на 30 мин. По истечении указанного времени осадок отфильтровывали через лавсановый фильтр и определяли АОА фильтрата. Содержание водорастворимых антиоксидантов в фильтрате соответствовало ($3,8 \pm 1,1$) мг/100 г, что примерно в 2,5 раза превышало АОА молока.

Для оптимизации процесса экстракции изменяли температурные режимы. Навески муки из семян расторопши величиной в 1,5 и 2,0 г заливали 100 мл молока (50 °С), нагревали на водяной бане до 88–89 °С и выдерживали при этой температуре 10 мин. Общее время термической обработки проб составляло около 30 мин. В фильтратах образцов определяли АОА. При гидромодуле 1,5 г/100ч мл АОА фильтрата составляла ($9,0 \pm 2,5$) мг/100 г. При навеске муки 2,0 г/100мл АОА соответствовала

(12,0 ± 3,0) мг/100 г. Следовательно, увеличение температуры экстракции и гидромодуля мука/молоко с 0,01 до 0,015–0,02 повышает переход водорастворимых антиоксидантов в молоко от 6 до 8 раз.

Принимая во внимание, что ионизирующее излучение способствует стимулированию окислительных процессов в организме, либо в молоке – при наличии в нем радиоактивных веществ – антиоксидантной защите, сдерживающей развитие свободных радикалов, отводится особое значение [14].

Немаловажную роль, с позиций радиопротекторной эффективности, имеет состав кисломолочных продуктов, вид закваски, ее АОА, хранимоспособность. Наиболее выраженной АОА обладают отдельные виды культур бифидобактерий, ацидофильная палочка, пропионовокислые бактерии [15, 16]. Преобладание в них химических аналогов радионуклидов будет препятствовать сорбции радиоактивных веществ в организме человека. С этой целью изучен микроэлементный состав муки из семян ратторопши. Методом оптико-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой по ГОСТ Р ИСО 27085-2012 нами установлено, что в 100 г исследуемой муки содержится в мг: Ca – 1006,66; Mg – 457,19; K – 1082,71; Cu – 1,62; Zn – 6,07; Fe – 8,26; P – 701,48.

При выработке обогащённых кисломолочных продуктов в нормализованное молоко вводили 1,5 % муки из семян ратторопши. Для увеличения содержания кальция – химического аналога радиостронция – продукт обогащали карбонатом Ca в виде яичной скорлупы. Кальций является антагонистом стронция. По своим химическим свойствам близок к стронцию и включается в кальциевый метаболизм, препятствуя сорбции стронция костной тканью.

Дополнительно в состав нормализованной смеси для приготовления радиопротекторного продукта вводили витамины С и D, инулин и сахар-песок. Готовили три композиции кисломолочных продуктов. При этом использовали йогуртную закваску прямого внесения или ацидофильную закваску, либо смесь ацидофильной и термофильной заквасок в жидком виде в количестве 5 %. Сбраживание проводили в термостате при температуре 42 ± 2 °С. Продолжительность сквашивания составляла 4,5 часа. Готовые продукты хранили в условиях холодильника при температуре 4 ± 2 °С.

В полученных продуктах определяли физико-химические, органолептические и микробио-

логические показатели в процессе хранения. Результаты представлены в таблицах 1–3.

Из данных таблицы 1 следует, что активная кислотность и окислительно-восстановительный потенциал, а также титруемая кислотность продуктов на протяжении 14 дней хранения изменяются незначительно, что может быть обусловлено высокой АОА. На основании полученных данных был выбран оптимальный срок хранения полученного продукта, который составляет 14 суток.

Анализ минерального состава полученных кисломолочных продуктов (табл. 2) показал, что по содержанию кальция кисломолочные продукты с мукой из ратторопши можно позиционировать как алиментарные средства защиты от радиостронция. Потребление одного стакана продукта (200 мл) превышает суточную физиологическую потребность в кальции и составляет более 1000 мг.

Таблица 1
Физико-химические показатели
кисломолочных продуктов

Продукт	pH	Eh, mV	Кислотность, °T	АОА, мг/100 г
1 сутки хранения				
Йогуртный	4,87	198,0	127,0	46 ± 13
Ацидофильный	4,41	222,6	124,0	43 ± 12
Ацидоф. + термоф.	4,70	207,9	103,0	42 ± 12
3 суток хранения				
Йогуртный	4,87	200,0	129,0	46 ± 11
Ацидофильный	4,41	232,6	126,0	43 ± 10
Ацидоф. + термоф.	4,70	210,9	106,0	41 ± 15
6 суток хранения				
Йогуртный	4,77	204,0	131,0	45 ± 13
Ацидофильный	4,41	237,5	134,0	42 ± 11
Ацидоф. + термоф.	4,70	217,8	113,0	40 ± 12
9 суток хранения				
Йогуртный	4,87	210,2	135,0	45 ± 12
Ацидофильный	4,41	242,9	141,0	41 ± 16
Ацидоф. + термоф.	4,69	220,9	115,0	39 ± 12
14 суток хранения				
Йогуртный	4,68	214,0	138,0	43 ± 13
Ацидофильный	4,40	249,8	144,0	40 ± 11
Ацидоф. + термоф.	4,63	225,4	118,0	35 ± 10
16 суток хранения				
Йогуртный	4,68	226,1	146,0	36 ± 10
Ацидофильный	4,41	260,8	152,0	35 ± 10
Ацидоф. + термоф.	4,62	244,3	122,0	34 ± 9

Дополнительное обогащение витаминами С и D существенно повышает АОА продуктов, относительно молока, примерно в 25–27 раз. С одной стороны, витамины С и D стимулируют усвояемость организмом кальция, что будет способствовать снижению сорбции радиостронция. С другой стороны, высокое содержание антиоксидантов сдерживает развитие свободно-радикальных окислительных процессов, инициируемых радиацией. В процессе хранения АОА продуктов, за счет протекания биохимических процессов, уменьшается, но остается на достаточно высоком уровне.

Таблица 2
Минеральный состав кисломолочных продуктов

Продукт	Микроэлементы, мг/100 г						
	Ca	Mg	K	Cu	Zn	Fe	P
Йогуртный	509,65	22,46	173,89	0,034	0,402	0,188	93,49
Ацидофильный	508,86	22,43	167,79	0,031	0,402	0,176	91,32
Ацидоф.+ термоф.	508,34	26,48	172,47	0,037	0,390	0,240	92,29

Таблица 3
Микробиологические показатели степенкисломолочных продуктов

Продукт	БГКП в 0,01 см ³	Сальмо- неллы в 25 см ³	Стафи- лококки в 1 см ³	Дрожжи. Плесени, КОЕ/см ³	КМАФАнМ, КОЕ/г
Йогурт- ный	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	2,5 × 10 ⁷
Ацидо- филь- ный	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	2,5 × 10 ⁸
Аци- доф.+ термоф.	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	2,5 × 10 ⁸
На 14 суток хранения					
Йогурт- ный	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	2,5 × 10 ⁸
Ацидо- филь- ный	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	2,5 × 10 ⁹
Аци- доф.+ термоф.	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	2,5 × 10 ⁹
На 33 суток хранения					
Йогурт- ный	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	2,5 × 10 ⁹
Ацидо- филь- ный	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	2,5 × 10 ⁹
Аци- доф.+ термоф.	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.	2,5 × 10 ⁹

н. о. – не обнаружено

Это позволяет сохранить первоначальные свойства продуктов, увеличить длительность их хранения.

Органолептические показатели продуктов на первые сутки после выработки представлены следующим образом: цвет светло-кремовый; запах кисломолочный с приятным ароматом; консистенция умеренно вязкая без отделения сыворотки с осадком расторопши на дне. На протяжении всего срока годности оценивалась органолептическая картина продуктов.

Вкус продукта, сквашенного йогуртной закваской, умеренно сладкий, кисломолочный, с незначительным ароматом расторопши. В продукте, сквашенном ацидофильной закваской, вкус кисло-сладкий с легкой горчинкой в послевкусии. При сквашивании ацидофильной и термофильной заквасками вкус аналогичен предыдущему продукту, без ощущения легкой горечи. На 16-е сутки хранения продукты сохраняют первоначальные запах, цвет, консистенцию, но имеют излишне кислый вкус. Во всех продуктах, сквашенных йогуртной закваской, ацидофильной палочкой и термофильным стрептококком, отмечается сильное набухание частичек расторопши, что негативно влияет на органолептические показатели. Наилучшими вкусовыми качествами обладает продукт, сквашенный ацидофильной палочкой. Он имеет умеренную кислотность, лёгкую сладость, органичную наполненность.

Результаты исследования микробиологических показателей в процессе хранения (табл. 3) свидетельствуют, что все продукты на протяжении 33 суток хранения не содержали патогенной микрофлоры. Суммарный уровень молочной кислотой микрофлоры достигает 10⁹ КОЕ/г.

Закключение

Обогащение кисломолочных продуктов биологически активными растительными ингредиентами расторопши в сочетании с кальциевой добавкой на основе яичной скорлупы и витаминами С и D существенно повышает антиоксидантную активность кисломолочных продуктов, что будет способствовать сдерживанию свободно-радикальных процессов, инициируемых радиацией.

Витамины С и D кисломолочного продукта способствуют усвоению кальция, а высокая концен-

трация последнего, как показал анализ микро-элементного состава, потенциально может способствовать предотвращению отложения радиостронция в костной ткани организма.

Использование при получении кисломолочного продукта карбоната кальция, в виде измельчённой скорлупы куриных яиц, повышает его содержание до 508 мг/100г, что позволяет отнести продукт к средствам алиментарной защиты от радионуклидов стронция.

Растительная добавка в виде муки из семян расторопши, обладающая высокой биологической и антиоксидантной ценностью, способствует не только повышению АОА продукта, но и росту молочнокислых микроорганизмов в процессе сквашивания и на протяжении срока хранения от 14 до 33 дней.

Оптимальными органолептическими свойствами обладают многокомпонентные кисломолочные продукты, сквашенные закваской на основе ацидофильной палочки. ■

Natural Radioprotectors of Plant Origin in Dairy Industry

Donskaya G. A., Krekker L.G., Kolosova E. V., Drozhzhin V. M., Karapetyan V. K.
All-Russian Dairy Research Institute, Moscow

Certain dairy products are known for their antiradiation properties. This article opens with some theoretical aspects of long-term radiation exposure and prevention of free radical processes to move on to the methods that counteract oxidative stress and cell damage in the human body. The empirical part of the research featured the radioprotective properties of milk thistle (*Silybum*), which were determined by conventional analytical and physico-chemical methods. Milk thistle seed flour was studied for antioxidant activity, which appeared to be 2,400 times as high as that of pasteurized milk. The research objective was to develop a dairy product fortified with milk thistle: to reveal the optimal dose of milk thistle flour, to define the technology that would preserve the antioxidant properties, and to select the most efficient introduction method. The mineral composition of milk thistle flour (100 g) included 1006.66 mg Ca, 457.19 mg Mg, 1082.71 mg K; 1.62 mg Cu, 6.07 mg Z, 8.26 mg Fe, and 701.48 mg P. Eggshells served as a source of calcium to fortify the drink. The resulting fermented dairy product with milk thistle flour proved to be functional as it demonstrated alimentary action against radiostroncium. One glass (200 ml) contained 1,000 mg Calcium, which exceeded the daily physiological need. The study also involved microbiological and sensory evaluation, which proved that the samples fermented with acidophilic starter culture had the optimal sensory profile.

Keywords: radiation, oxidative stress, radioprotectors, vitamins, antioxidants, milk thistle, fortified dairy products

Список литературы:

1. **Васин М. В.** Противолучевые лекарственные средства / М. В. Васин. – М.: Российская мед. акад. послдипломного образования Росминздрава, 2010. – С. 20–22.
2. **Донская Г. А.** Продукты долголетия / Г. А. Донская, А. С. Шекочихина, В. М. Дрожжин // Молочная промышленность. 2019. №11. С. 43–44.
3. **Семенихина В. Ф.** Разработка биотехнологии кисломолочного продукта с *Lactobacillus reuteri* LR1 и исследование его функциональных свойств в эксперименте *in vitro* и *in vivo* / В. Ф. Семенихина [и др.] // Вопросы питания. 2018 № 87 (5). С. 52–62. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10053>
4. **Новые перспективные радиопротекторы растительного происхождения** / Н. В. Марухненко [и др.] // Сопроводительная фитотерапия в онкологии : материалы 2-й междунар. науч.-практ. конф., Москва, 23 мая 2015 г. – М., 2015. – С. 106–112.
5. **Цаприлова С. В.** Расторопша пятнистая: химический состав, стандартизация, применение / С. В. Цаприлова, Р. А. Родионова // Вестник фармации. 2008. № 3(41). С. 92–104
6. **Носов А. М.** Лекарственные растения в официальной и народной медицине / А. М. Носов. – М.: Эксмо. – 2005. – 800 с.
7. **Кашолкина Д. А.** Исследование витаминного состава расторопши пятнистой / Д. А. Кашолкина [и др.] // Ползуновский вестник. 2022. № 3. С. 160–165.
8. **Айрапетян А. В.** Перспективы использования шрота расторопши в технологии продуктов питания / А. В. Айрапетян, О. Б. Иванченко // Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. – СПб: 2013. – Вып. 4. – С. 20–21
9. **Семёнкина Н. Г.** Использование расторопши пятнистой в качестве источника функциональных ингредиентов / Н. Г. Семёнкина // Пищевая индустрия. 2011. №1/6. – URL: <https://produkt.by/story/ispolzovanie-rastoropshi-pyatnistoy-v-kachestve-istochnika-funkcionalnyh-ingredientov>
10. **Тимакова Р. Т.** Формирование потребительской ценности творога пролонгированного срока годности при использовании муки из семян расторопши пятнистой / Р. Т. Тимакова // Вестник ВГУИТ. 2019. №3. Т. 81. С. 43–49. DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-3-43-49>
11. **Zhilyakova E. T.** Intensification of production process of thick extract of milk thistle fruits by ultrasonic processing of raw materials / E. T. Zhilyakova [et al.] // Pharmacy Pharmacology-farmatsiya I farmakologiya. 2018. V. 6. №5. P. 475–487. DOI: <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2018-6-5-475-487>
12. **Fathi-Achachlouei B.** Microwave pretreatment as a promising strategy for increment of nutraceutical content and extraction yield of oil from milk thistle seed / B. Fathi-Achachlouei [et al.] // Industrial crops and products. 2019. V. 128. P. 527–533. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.11.034>
13. **Агаркова Е. Ю.** Белки молочной сыворотки, как источники антиоксидантной активности пептидов / Е. Ю. Агаркова // Сыроделие и маслоделие. 2021. №2. С. 38–40.
14. **Федотова О. Б.** Разработка и исследования пищевой и биологической ценности и потребительских свойств кисломолочного продукта с мукой, не содержащего глютен / О. Б. Федотова [и др.] // Вопросы питания. 2019. Т. 88. №2. С. 101–110. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10023>
15. **Макаркин Д. В.** Типологический подбор заквасочных культур для молочно-мультизлаковых композиций / Д. В. Макаркин, О. Б. Федотова // Молочная промышленность. 2016. № 7. С. 28–29.