

ТРАДИЦИОННЫЕ И СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О РАСТИТЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКАХ, ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ, ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ, АЛЛЕРГОЛОГИЧЕСКИХ И ДРУГИХ РИСКАХ ПИЩЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ ДИКОГО РИСА (*ZIZANIA SPP.*)

Т.Л. Киселева, М.А. Киселева

Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии (г. Москва)

Traditional and modern scientific approaches to plant sources, nutritional value, therapeutic and prophylactic properties, allergy risks of Wild rice (*Zizania*)

T.L. Kiseleva, M.A. Kiseleva

Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology (Moscow, Russia)

РЕЗЮМЕ

Проведен анализ и обобщение результатов информационно-аналитических, экспериментальных и клинических исследований в части сырьевых источников, пищевой ценности, лечебно-профилактических свойств, аллергологических и других рисков пищевого применения зерна дикого риса. Показано, что дикий рис является традиционным пищевым растением для североамериканского континента. В XXI веке используется во всем мире в качестве цельнозернового источника биологически активных веществ и энергии, обладающего уникальным составом и соотношением макро- и микронутриентов, а также в качестве диетического продукта, обладающего доказанным фармакотерапевтическим действием на организм. Выявлены также прогностические аллергологические и другие риски пищевого применения зерна дикого риса.

Ключевые слова: Дикий рис, цицания, химический состав, феруловая кислота, фармакотерапевтические свойства, аллергологические риски, традиционная медицина, пищевая ценность, питание, диетология.

RESUME

We analyzed analytical, experimental and clinical data on raw material sources, nutritional value, therapeutic and preventive application, allergy risk and nutritional usage of grain wild rice. Wild rice is a traditional food for the North American continent. In our century it is used all over the world as a grain source of biologically active substances and energy. It is known as dietary product for unique composition, macro and micronutritional composition and pharmacological effects. We considered allergy and other risks of nutritional use of Wild rice grains.

Keywords: Wild rice, *Zizania*, chemical composition, ferulic acid, pharmacological properties, allergological risk, traditional medicine, nutritional value, nutrition, dietetics.

Сегодняшняя популярность дикого риса во многом связана с модой на очистительные и редуцирующие диеты, стремлением к здоровому питанию и снижению массы тела, в том числе с использованием «чудодейственных» лекарственных средств и пищевых продуктов. В глобальной сети Интернет соседствуют научно обоснованная информация и вымыслы в отношении свойств дикого риса, комплекса

его питательных и биологически активных веществ (БАВ). При этом достоверные источники научно обоснованной информации, как правило, труднодоступны для широкого круга читателей и даже врачей, в том числе в связи с локализацией такого рода публикаций в специальной зарубежной научной периодике в специализированных базах данных и на иностранных языках.

В частности, существует таксономическая путаница в нескольких видах рода *Zizania* (цицания), называемых на русском языке диким рисом. Такая путаница и попытки внести ясность в таксономию четырех видов рода цизания выявлены нами как в отечественных, так и в зарубежных изданиях. В частности, Terrell E.E. с соавт. (1997) предприняли попытку разобраться в систематике трех североамериканских видов рода *Zizania*, включая *Z. palustris* var. *interior* [49, 50]. На русском языке путаница началась, по всей видимости, начиная со словаря Брокгауза и Эфрона, изданного в первой декаде XX века [7]. С тех пор произошли значительные изменения в научной систематике растений и биогеографии, но зачастую в сети Интернет авторы публикаций исходят из устаревшей или непроверенной информации. В некоторых зарубежных работах во избежание таксономических ошибок, речь идет о *Zizania* spp., то есть обо всех представителях рода Цизания – источниках дикого риса [47].

Помимо ботанических ошибок в популярных статьях на различных сайтах (в том числе медицинских) в Интернете нами выявлено значительное количество коммерческих статей, содержащих целый ряд утверждений (не подкрепленных ссылками на результаты научных исследований), касающихся уникальности химического состава и спектра биологического действия зерна дикого риса, а также его лечебных свойств. Из этих статей следует, что дикий рис является диетической панацеей в части снижения массы тела, коррекции здоровья и даже средством для лечения практически всех известных заболеваний.

Целью настоящей работы является объективизация массива информации (выявление и анализ достоверной информации) и обобщение результатов научных исследований в части биологических источников, химического состава, лечебно-профилактических свойств и прогностических рисков пищевого применения зерна дикого риса (цицании).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили нормативные документы и библиографические источники высокой степени достоверности, в том числе монографии, научная периодика, справочные издания, диссертационные работы, авторефераты диссертаций и учебные пособия (в части технологии крупяного производства), рекомендованные к использованию

в установленном порядке. Во внимание также принимались Интернет-ресурсы, имеющие ссылки на библиографические источники высокой степени достоверности, в том числе официальные базы данных: Агроэкологический атлас России и сопредельных стран [1], Информационно-аналитическая система «Химический состав пищевых продуктов, используемых в РФ» (База данных ФИЦ питания и биотехнологии) [19], Multilingual multiscrypt plant name database [35], U.S. National Plant Germplasm System [39, 59], The Plant List [51], USDA Branded Food Products Database [54], USDA National Nutrient Database for Standard Reference [53] и др. При оценке аллергологических рисков за основу мы брали информацию из электронной базы данных официального сайта Подкомитета по номенклатуре аллергенов Международного союза иммунологических обществ ВОЗ (WHO/IUIS SubCommittee on Allergen Nomenclature) [24], а также использовали официальные материалы EAACI (European Academy of Allergy and Clinical Immunology) [36, 38, 42, 56].

При выполнении работы использованы следующие методы исследования: информационно-аналитический, исторический, контент-анализ, систематизация.

1. Характеристика объекта исследования

1.1. Ботаническая характеристика и систематика

Дикий рис – самовоспроизводящееся травянистое водное растение, естественно произрастающее в неглубоких озерах и тихих реках в районе Великих озер в Северной Америке. Дикорастущие сорта этого зернового растения не подвергались селекции и отбору, в отличие от культивируемых злаков. Озерный дикорастущий рис является в этом смысле уникальным продуктом среди коммерческих культур, поскольку его выращивают и собирают в воде, и, однажды возникнув в водоеме, он будет самовоспроизводиться практически до бесконечности. После введения дикого риса в культуру селекционные работы проводились в нескольких направлениях [60].

Всего Под *Zizania* (Дикий рис) включает в себя четыре вида, которые сегодня официально представлены в The Plant List: *Zizania aquatica* L., *Zizania latifolia* (Griseb.) Turcz. ex Stapf, *Zizania palustris* L., *Zizania texana* Hitchc. [65]; распространены в Восточной Азии и Северной Америке [62].

Три вида из четырех (*Z. aquatica*, *Z. palustris*, *Z. texana*) распространено в Северной Америке и один (*Z. latifolia*) – в Восточной Азии. Расхождение между родственными восточно-азиатским и североамериканскими видами произошло 3,74 миллиона лет назад (95 % HPD: 1.04-7.23) [62]. Биогеографический анализ с использованием метода вероятности позволил Х. Ху с соавт. (2010) предположить, что виды *Zizania* североамериканского происхождения мигрировали в Восточную Азию в это время по суше через Берингов мост [62].

Четыре вида, как правило, выделяются специалистами на основании морфологии, ареала и места обитания [60]. В базу данных U.S. National Plant Germplasm System [39], входят виды *Zizania latifolia* (Griseb.) Stapf (третичный генетический родственник дикого риса – на основе сродства к *Zizania palustris* – Mol Phylogenet Evol 55: 1012, 1013. 2010) [67] и *Zizania aquatica* L. (вторичный генетический родственник дикого риса – на основе скрещивания *Z. palustris* – Syst Bot. 13: 233, 1988) [66], *Zizania palustris* L. (третичный генетический родственник *Zizania latifolia* – Mol Phylogenet EVOL 55: 1013 2010) [68], который, собственно, и является пищевым источником зерен дикого риса, в отличие от двух предыдущих видов, ошибочно трактуемых в популярной литературе как дикий рис [68].

***Zizania texana* Hitchc.** – цицания тexasская – эндемик небольшого региона в Техасе около реки Сан-Марко [69], не имеющий пищевого значения [21]. По данным Terrell E.E. с соавт. (1978), с этим видом также связана определенная путаница в части систематики и практического использования растения [49].

***Zizania latifolia* (Griseb.) Stapf** – водяной рис широколистный, цицания широколистная, семейство Poaceae Barnh., род *Zizania* L. [16, 67]; син.: *Hydrocyrum latifolium* Griseb. [16, 67], *Zizania caduciflora* Hand. – Mazz. nom. illeg., *Zizania caduciflora* (Turcz. ex Trin.) Hand-Mazz. [35], дикий рис, китайский дикий рис, манчжурский дикий рис, водный бамбук [35], манчжурский водный рис, манчжурский дикий рис (англ.), водный бамбук (нем.), макомо (яп.) [67].

Многолетнее растение высотой 80–200 см с толстыми полыми корнями до 50 см длиной и 10 (20) см толщиной. Стебли в нижних узлах легко укореняющиеся, прямостоячие, толстые, с губчатой сердцевинкой. Влагалища листьев голые и гладкие, сверху слабо шероховатые;

язычок 7–15 мм длиной. Метелки 30–60 см длиной, сверху сжатые, внизу раскидистые, их ветки шероховатые из-за покрывающих их шипиков. Пестичный колосок 15–20 мм длиной, тычиночный колосок 8–15 мм длиной. У тычиночных цветков нижняя цветковая чешуя с 5 жилками и с прямой остью 2–3 мм длиной на верхушке. У пестичных цветков эта ость длиной до 25 мм. Верхняя цветковая чешуя с 3 жилками. Пыльники 5–8 мм длиной. Цветет в июле, плодоносит в сентябре [16].

Zizania latifolia растет по берегам водоемов распространен в Европейской части России как интродуцент, в Восточной Сибири, Японии, Китае, Южной Азии [16]. По данным U.S. National Plant Germplasm System, это овощное растение [67]. По данным Агроэкологического атласа России и сопредельных стран [1], считается кормовым растением довольно высокого достоинства, а также пищевым – зерновки, молодые побеги и основания листьев съедобны [16]. Культивируется в Китае уже более 2000 лет в качестве овощного растения, побеги которого напоминают лук-порей [29].

***Zizania palustris* L.** – дикий рис, семейство Poaceae Barnh., род *Zizania* L. [68], син.: северный дикий рис [35]. В пищу употребляются зерна, поэтому считается зерновым растением, в природе произрастающим в Северной Америке – на территории западной и восточной Канады, северных, северо-восточных, центральных штатов США. Культивируется в Северной Америке в качестве злакового зернового растения [68].

***Zizania aquatica* L.** – дикий рис, семейство Poaceae Barnh., род *Zizania* L. [4, 68], син.: англ. – эстуарийский рис (эстуарий – географический и геологический термин для обозначения сильно расширенного устья реки), рус. – индейский рис [35], утиный рис [3]. Распространен в западной Канаде, в северных, центральных, северо-восточных, юго-восточных штатах США [66], средней России [4]. «Утиный рис» образовал заросли по берегам озера Вялье в Ленинградской области, где был посеян в 1912 году Генерозовым В.Я. [3].

По данным [21, 60], плоды (зерно) только двух видов цицании водной (*Zizania aquatica*) и, особенно, цицании болотной (*Zizania palustris*), естественно произрастающих в неглубоких озерах и реках [60], издавна служили пищей коренных народов (индейцев) Северной Америки из верхних районов Среднего Запада США и центральной части Канады, собирав-

ших их с лодок вручную для пищевого использования в качестве крупы. Зерно дикого риса являлось основным продуктом питания для этих полукочевых народов – некий ценный, даже сакральный ресурс, который всячески охранялся как источник важнейшего пищевого продукта и объекта торговли [60].

К концу XIX века американцы-переселенцы начали интересоваться потенциалом дикого риса в качестве товара – сначала как брокеры, контролируя обработку и продажи зерна, а затем и как плантаторы и фермеры. В конечном счете, они получили контроль над производством. Однако, благодаря более поздним законодательным инициативам, большая часть озер с диким рисом в штате Миннесота и Висконсин сегодня находится под контролем коренных жителей Америки. Законодательство в Канаде также предусматривает участия аборигенов в производстве дикого риса в природных северных озерах [60].

Распространение дикорастущих видов первоначально осуществлялось ранними европейскими мореплавателями, которые запасали зерно дикого риса впрок, чтобы создать запасы продовольствия на время продолжительного плавания. Современная коммерческая эксплуатация зарослей значительно увеличила производство и распространение урожая далеко за пределами естественного ареала [60]. Культивирование этой болотной травы началось всерьез только в начале 1950-х годов сначала в США, потом в Канаде и других странах [22]. В эти же годы дикий рис пытались выращивать на юге Иркутской области, в низовьях Днепра и Кубани [10, 22]. Увеличение коммерческого спроса и высокие цены на сырье в конце 1970-х годов привели к быстрому созданию искусственных полей, которые в настоящее время составляют большую часть производства [60].

По данным [22], сегодня в штатах Калифорния и Миннесота цицания водная выращивается на заливных полях, а в канадской провинции Саскачеван – по берегам озёр и рек; небольшие площади засеяны водяным рисом в Австралии и Венгрии. Однако, по данным современной научной периодики [40], культивируется все-таки не цицания водная, а *Zizania palustris* L., которая по официальной базе U.S. National Plant Germplasm System и является источником зерна дикого риса [68]. Для коренного населения Америки дикорастущий водный рис по-прежнему составляет важную

часть рациона, а местные народности продолжают сбор урожая этого растения в естественной среде обитания [22, 60].

В свое время французские исследователи отметили сходство дикого риса с плевелами – сорняком пшеницы, в тот период известным как *folle avoine*. Поэтому научное название, данное К. Линнеем, происходит от греческого *zizanon* – сорняк средиземноморских зерновых полей. А к началу девятнадцатого века англоговорящие исследователи стали называть зерно «диким рисом» или «индийским рисом», потому что среда его обитания напоминала им азиатский белый рис (*Oryza spp.*). «Дикий рис» и франко-канадский эквивалент «риз саваж» до сих пор сохраняются в качестве общих названий видов рода цицания [60], а в Европе семена разных видов этого растения продолжают поставляться под общим названием как «индейский рис» или «дикий рис».

Современное общепринятое название «дикий рис» относится ко всем видам *Zizania*, которые произрастают в восточной и центральной части Северной Америки [60]. В научных публикациях, посвященных вопросам фитохимии, диетологии, пищевых производств и фармакотерапевтического действия дикого риса (цицании), специалисты, в сферу деятельности которых не входит ботаническая номенклатура, также продолжают смешивать виды *Zizania aquatica* L. и *Zizania palustris* L., внося определенную путаницу в оценку результатов и объективизацию их исследований. Исходя из этого, далее в настоящей работе мы используем обобщенный термин «дикий рис» или «зерно дикого риса».

1.2. Зерно дикого риса

Зерно дикого риса являлось важным продуктом питания коренных народов района Великих озер и до сих пор остается частью многих легенд и обрядов [60]. В современной Европе и Америке его употребление постоянно растет благодаря необычному вкусу и аромату, а также уникальному соотношению макронутриентов. В настоящее время зерно цицании считается деликатесом, поскольку более сложная технология выращивания и производства делает его дороже остальных круп [21].

Большая часть дикого риса в настоящее время производится на плантациях в искусственных водоемах, на которых специализированная техника вытеснила традиционные

методы ручной уборки. Энергичный маркетинг и расширение знаний о зерне дикого риса создали глобальные рынки для этой высокопитательной культуры [60]. Зерно пользуется высоким спросом не только благодаря своим уникальным питательным свойствам, но и особому очень отчетливому аромату [34]. Используется как основной ингредиент в повседневной или быстро приготавливаемой пище (форме) и имеет множество направлений использования [34]. По невыясненным причинам некоторые отечественные авторы называют зерно дикого риса черным диким рисом [2], видимо, принимая во внимание цвет зерна, хотя черным рисом принято называть чумизу.

Интерес к дикому рису таких компаний, как Uncle Ben's и General Foods стимулировал развитие рисоводческой отрасли в США. Количество комбинированных продуктов, содержащих 12–18 % дикого риса в смеси с длиннозерным белым или коричневым рисом, на полках супермаркетов постоянно возрастает. Причем, чем меньше размеры зерен, выведенных селекционерами, тем меньше проблем возникает у потребителя в связи с длительностью приготовления пищи с диким рисом. Увеличение числа мелких зерен в упаковке (на ту же массу продукта) также делает его более привлекательным для потребителей [60].

При анализе базы данных USDA (National Nutrient Database, United States Department of Agriculture) нами выявлено 70 наименований продукции на основе зерна дикого риса. В ассортименте на рынке США присутствует как чистое зерно дикого риса (монокомпонентные продукты), так и продукты, содержащие этот вид зерна в смеси с другими зерновыми культурами [53, 54].

Учитывая технологию выращивания и получения, а также то, что дикий рис при низком содержании в его зерне жира богат минералами, витаминами, белком, крахмалом, пищевыми волокнами, различными БАВ антиоксидантного действия, Управлением по контролю за продуктами и лекарствами (FDA) в США он был признан цельным зерном, и на североамериканском рынке в настоящее время продается как «продукт, способствующий укреплению здоровья нации» [47]. Министерство здравоохранения Великобритании также поощряет выбор цельнозерновых источников крахмалистых углеводов пищи, поскольку в них содержится больше клетчатки [45].

С увеличением популярности дикого риса, стали появляться и различные полуфабрикаты и готовые продукты на его основе, в том числе начинки, замороженные запеканки, хлебные и блинные смеси, разнообразные закуски из риса. Также появилось множество кулинарных книг и рецептов. Для ценителей здорового питания важным моментом является предпочтительный выбор зерен дикого риса, полученных из растений в природных озерах, по сравнению с культивируемыми растениями. В настоящее время в США законодательно закреплено требование об указании на упаковке способа выращивания дикого риса – было ли зерно произведено от растений в культуре или от дикорастущих особей [60].

1.3. Химический состав и биологически активные вещества зерна дикого риса

Жиры. При низком содержании жира (табл. 1, 2) зерно дикого риса богато минералами (табл. 1, 4), витаминами группы В (табл. 1, 5), белком, крахмалом, пищевыми волокнами (табл. 1, 2), а также различными БАВ антиоксидантного действия [47].

Белки и аминокислоты. Из данных табл. 1 видно, что 100 г дикого риса (воздушно сухого зерна) удовлетворяют суточную потребность человека в белке практически на четверть, в то время как рисовая крупа (белый шлифованный и полированный рис) – только на 10–12 %. Содержание белка в зерне цидании составляет 13–15 г на 100 г сухого продукта (табл. 1, 2) [22, 53, 60]. Дикий рис имеет не только высокое содержание белка, но и наиболее адекватный (из других зерновых) баланс незаменимых аминокислот (табл. 3) [34, 60] – из 20 аминокислот в нём присутствуют 18, т.е. до полноценного белка не хватает двух – аспарагина и глутамина. Таким образом, его зерно содержит в своем составе почти полный перечень необходимых для человека белков и аминокислот, и, что важно – оно богато лизином [2]. По оценкам экспертов, благодаря уникальному составу и балансу питательных веществ, дикий рис является практически идеальным растительным источником энергии и белка в диете [41].

Углеводы. Этот цельный злак не содержит клейковины (как и белый рис) [22]. Количество углеводов составляет 75 % [63]; из них 60–65 % – крахмал [30, 64]; 1,7–2,9 % – пентозаны [43]; 0,65–1,94 % – пищевые волокна [30, 43, 64]; 1,1–3,7 % – сахара [30, 64].

Таблица 1

Результаты сравнительного анализа химического состава 100 г шлифованного риса (рисовой крупы) (по данным [18, 19]*) и дикого риса (по данным [53]**) с указанием % от рекомендуемой нормы потребления (РНП) в РФ

Продукт (название крупы / злаки)	Углеводы							Минеральные вещества							Витамины				
	Вода	Белки	Жиры	Общие	Моно- и ди-сахариды	Крахмал	Пищевые волокна	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Каротин	Ретин экв (РЭ)	Токоферол экв (ТЭ)	В1- тиамин	В2-рибо-флавин	PP – ниацин, В3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Нормы физiol. потребн. (РФ)		г/сут., 65–117 М 58–87 Ж	г/сут., 70–150 М 60–102 Ж	г/сут., 257–586	–	–	20	1300	2500	1000	400	800	10 (М) 18 (Ж)	5,0	900	15	1,5	1,8	20
Ед. измерения	Грамммы																		
Крупа рисовая*	14,0	7,0	1,0	74,0	0,7	72,9	3,0	12,0	100,0	8,0	50,0	150,0	1,0	0	0	0,4	0,08	0,04	1,6
% от РНП		10,8% М 12,1% Ж	1,4% М 1,7% Ж	28,8%			15,0%	0,9%	4,0%	0,8%	12,5%	18,8%	10,0% М 5,6% Ж			2,7%	5,3%	2,0%	8,0%
Дикий рис**	7,76	14,73	1,08	74,9	2,5	–	6,2	7,0	427,0	21,0	177,0	433,0	1,96	–	19,0	Вит Е 0,8	0,115	0,262	6,73
% от РНП		22,7% М 25,4% Ж	1,5% М 1,8% Ж	29,2%			31,0%	0,5%	17,1%	2,1%	44,3%	54,1%	19,6% М 10,9% Ж		2,0%	5,5%	7,7%	14,6%	33,7%

Примечание к табл. 1.

Ретиноловый эквивалент (РЭ). Учитывает сумму ретинола в продукте и ретинола, образующегося в организме из бета-каротина (1 мкг ретинола эквивалентен 6 мкг бета-каротина и 12 мкг других каротиноидов).

Вит. Е эквивалент (токоферолоэквивалент) (ТЭ). Учитывает всю группу токофероловых соединений (4 токоферола и 4 токогеринола), объединенных общим названием «витамин Е». Для получения этого показателя используются следующие коэффициенты пересчета: альфа-токоферол – 1,0, бета-токоферол – 0,4, гамма-токоферол – 0,1, дельта-токоферол – 0,01, альфа-токогеринол – 0,3, бета-токогеринол – 0,05, гамма- и дельта-токогеринолы – 0,01 [18]

Размер гранул у крахмала очень мелкий – 2–7 м. Содержание амилозы в крахмале дикого риса крахмала составляет лишь около 2 %. Диапазон температур желатинизации выше, чем у пшеничного крахмала. Способность, к набуханию и чувствительность к ферментам дикого риса крахмала выше, а растворимость ниже, чем у пшеничного крахмала. Вязкость выше, чем у пшеничного крахмала в равных концентрациях. Рисовый крахмал из дикого риса имеет лучшие свойства для включения его в разнообразные начинки (хранящиеся в течение нескольких дней при комнатной температуре и при охлаждении), по сравнению с пшеничным крахмалом [34].

Сравнительный анализ химической структуры и физико-химических свойств крахмала 6 сортов культивируемого дикого риса с крахмалом длиннозернового риса позволил установить их сходство по морфологическим признакам, рентгеновским дифрактограммам, набуханию, индексу растворимости в воде [55]. Однако были выявлены различия по содержанию амилозы, распределению длин цепочек, термальным свойствам. Структура амилопектинов дикого риса была близка к структуре амилопектинов воскового риса с большим количеством разветвлений и более высокой долей коротковетвистых цепочек со степенью полимеризации 6–12, по сравнению с амилопектином из крахмала белого воскового риса с аналогичным содержанием амилозы. Были выявлены также различия в содержании и распределении длин ветвей цепочек амилопектина и амилозы [55].

Витамины и минералы. Зерно дикого риса богато витаминами группы В, магнием (177 мг), фосфором (433 мг) и особенно цинком (6 мг на 100 г сухого риса) [22, 60]. Его считают полноценным источником витаминов группы В – тиамина, рибофлавина, ниацина [34] (разд. 1.3). Содержит также основные минералы в количествах, сравнимых с овсянкой, пшеницей и кукурузой [34] (разд. 1.3).

По официальным данным, зерно дикого риса также относится к природным источникам витаминов, в первую очередь, витаминов группы В и фолиевой кислоты, а также микро- и макроэлементов: железа, марганца, цинка, меди, селена, магния, фосфора, натрия, калия и кальция [53].

Фенольные соединения. В последние годы наблюдается повышенный интерес к исследованию фенольных профилей зерновых и круп

из них из-за установленной антиоксидантной активности и потенциального положительного влияния на здоровье в целом. Результаты многочисленных исследований подтверждают их лечебно-профилактические эффекты, в части снижения уровня холестерина, антиоксидантного действия, предотвращения атерогенеза и сахарного диабета II типа [46].

В зерне дикого риса обнаружена феруловая кислота и ее производное – дисахарид β -D-xylopyranosyl-(1→2)-5-O-(trans-feruloyl)-L-arabinofuranose (FAX)), которое ранее было идентифицировано в листьях различных трав, а также во ржи и кукурузе [44].

Феруловая кислота (4-гидрокси-3-метокси-коричная кислота) является природным фенолпропаноидом и относится к классу гидроксикоричных кислот. Возрастающий интерес к этому природному соединению связан с его высокой биологической активностью: феруловая кислота обладает сильными антиоксидантными свойствами, обусловленными ее структурой, противоопухолевыми и антибактериальными свойствами, оказывает заживляющее действие, а также может использоваться в качестве стабилизатора в пищевой промышленности [23].

Сырьем, наиболее богатым по содержанию феруловой кислоты, считаются кукурузные и пшеничные отруби, семена льна, ржи, шпинат, брокколи и краснокочанная капуста [25, 52]. Феруловая кислота является одним из веществ-предшественников в процессе синтеза лигнина – компонента механических тканей растений. Она образует диферуловые мостики между молекулами полисахаридов в растительной клеточной стенке, что повышает её прочность [44]; в виде сложных эфиров с тритерпеновыми спиртами и стеринами входит в состав γ -оризанола – антиоксидантного компонента, содержащегося в масле рисовых отрубей [6].

В 90-х годах прошлого века было показано, что феруловая кислота является компонентом, практически повсеместно присутствующим в высших растениях, но появляющимся, главным образом, в семенах, в результате метаболизма фенилаланина и тирозина. Она может оставаться как в свободной форме, так и ковалентно связанной с лигнином и другими биополимерами. Благодаря фенольному кольцу и боковой цепи, она легко образует резонансно стабилизированный фенокси-радикал, который и обуславливает мощный антиоксидантный

потенциал. УФ-абсорбция феруловой кислоты усиливает способность радикала прекращать свободнорадикальные цепные реакции. Благодаря эффективной нейтрализации вредных радикалов и подавлению радиационных окислительных реакций, это соединение может служить важным антиоксидантом в процессе

сохранения физиологической целостности и функции клеток, находящихся в том числе под действием ультрафиолета (УФ). Ее добавление к пищевым продуктам ингибирует перекисное окисление липидов и последующую окислительную деструкцию. По тому же механизму феруловая кислота может оказывать

Таблица 2

Типичный состав макроэлементов зерна дикого риса в сравнении с некоторыми другими зерновыми культурами (г, на 100 г сухой крупы) [60]

	Дикий рис	Коричневый рис	Кукуруза	Твердая пшеница	Овсяная крупа
Крахмал	74,0	78,0	71,5	66,5	62,0
Белок	13,5	8,7	9,0	14,5	15,5
Диетические волокна	6,8	5,3	9,5	11,5	11,0
Сахара	1,7	1,3	2,3	1,7	1,4
Масла и жиры	0,8	2,6	4,7	1,8	6,5
Зола	1,8	1,5	1,5	2,0	2,0

Таблица 3

Состав незаменимых аминокислот в зерне дикого риса и некоторых других зерновых культур (г, на 100 г белка) [60]

Аминокислоты	Дикий рис	Коричневый рис	Кукуруза	Твердая пшеница	Овсяная крупа	Потребность человека
Лизин	4,5	3,9	2,5	2,6	4,1	5,8
Метионин	2,8	2,1	1,8	1,5	2,2	2,5
Триптофан	1,6	1,5	0,9	1,2	1,6	1,1
Треонин	3,4	3,7	3,8	2,8	3,4	3,4
Фенилаланин	5,1	5,0	5,0	4,7	5,5	6,3
Гистидин	2,8	2,6	2,4	2,2	2,3	1,9
Изолейцин	4,4	4,0	3,9	3,7	4,0	2,8
Лейцин	7,4	8,3	11,4	6,7	7,7	6,6
Валин	5,9	5,9	4,7	4,5	5,6	3,5

Таблица 4

Минеральный состав зерна дикого риса в сравнении с некоторыми другими зерновыми культурами (мг, на 100 г сухой крупы) [60]

Макро- и микро-элементы	Дикий рис	Коричневый рис	Шлифованный белый рис	Овсяная крупа цельнозерновая	Озимая пшеница	Кукуруза
Кальций	17–22	32	24	53	46	22
Железо	4,2	1,6	0,8	4,5	3,4	2,1
Магний	80–161		28	144	160	147
Калий	55–344	214	92	352	370	284
Фосфор	298–400	221	94	405	354	268
Цинк	3,3–6,5		1,3	3,4	3,4	2,1

Таблица 5

Витаминный состав (витамины группы В) зерна дикого риса в сравнении с некоторыми другими зерновыми культурами (мг, на 100 г сухой крупы) [60]

Витамины группы В	Дикий рис	Коричневый рис	Шлифованный белый рис	Овсяная крупа цельнозерновая	Озимая пшеница	Кукуруза
Тиамин	0,45	0,34	0,07	0,60	0,52	0,37
Рибофлавин	0,63	0,05	0,03	0,14	0,12	0,12
Ниацин	6,20	4,70	1,60	1,00	4,30	2,20

защитное действие на клетку при различных воспалительных заболеваниях [28].

При исследовании влияния термостабильной α -амилазы на комплекс фенольных соединений зерна дикого риса было показано, что феруловая кислота вносит существенный вклад как в изменение физико-химических свойств, так и антиоксидантной активности продуктов, ее содержащих [63].

Sumczynska D. с соавт (2016) изучили вклад отдельных фенольных соединений в антиоксидантную активность, а также переваримость зерна *Zizania aquatica* L. *in vitro* [46]. Проведенный анализ флавоноидов и других фенольных соединений позволил получить ВЭЖХ-профиль свободных и связанных фенольных фракций. Самое высокое содержание флавоноидов (378–455 мг/кг) было обнаружено во фракции связанных соединений, в то время как наиболее высокое содержание полифенолов (1061–2988 мг/кг) – во фракциях свободных соединений. Помимо выявления преобладающих фенолов, была проведена оценка взаимных корреляций отдельных фенольных соединений и антиоксидантной активности. Установлена линейная корреляция между общим содержанием фенольных соединений и антиоксидантной активностью. Общее количество флавоноидов также показало положительную корреляцию с антиоксидантной активностью зерна дикого риса [46].

В частности, из свободных флавоноидов основной вклад в антиоксидантную активность ($r > 0,7111$) вносят эпигаллокатехин, эпикатехин и рутин; во фракции связанных соединений ($r > 0,6868$) – эпикатехин, кверцетин и рутин. Что касается свободных фенольных кислот, основной вклад в антиоксидантную активность свободных соединений ($r > 0,7585$) вносят феруловая, ванильная, эллагиновая, синаповой и сиреневого кислоты; в то время как кофейная, синаповой, сиреневого, о-кумаровая, п-гидрокси-бензойной, ванильная, протокатеховая, галловой и коричной кислоты вносят основной вклад в связанных фракциях дикого риса ($r > 0,6538$) [46].

1.4. Сравнительный макро- и микронутриентный анализ зерна дикого риса с другими зерновыми культурами

Ориентируясь на официальные и общепринятые таблицы химического состава пищевых продуктов, используемые в РФ [18, 19], мы составили табл. 1, из которой наглядно вид-

ны нутритивные преимущества зерна дикого риса, по сравнению с рисовой крупой (белым шлифованным и полированным рисом). При анализе данных табл. 1 обращает на себя внимание значительно более высокое содержание в зерне дикого риса, по сравнению с белым рисом:

- белка (более чем в 2 раза) при сходном содержании жиров и углеводов;
- пищевых волокон (более чем в 2 раза);
- калия (более чем в 4 раза);
- кальция (почти в 3 раза);
- магния (более, чем в 3 раза);
- фосфора (почти в 3 раза);
- железа (почти вдвое);
- тиамина (витамина В₁) – почти в полтора раза;
- ниацина (витамина В₃, РР) – более чем в 4 раза;
- рибофлавина (витамина В₂) – в 6,5 раз.

При этом содержание натрия в зерне дикого риса почти вдвое меньше, по сравнению с белой рисовой крупой, а токофероловый эквивалент вдвое выше, ретиноловый эквивалент – почти в 20 раз выше, чем в рисовой крупе (табл. 1).

В табл. 1 мы вынуждены были проводить сравнение отечественных данных с американскими, поскольку в базах данных (и соответствующих таблицах) химического состава пищевых продуктов, используемых в РФ, дикий рис отсутствует. Однако в зарубежных библиографических источниках нами обнаружены таблицы химического состава зерна дикого и коричневого риса, в сравнении с зерном кукурузы, твердой пшеницы и овсяной крупой (табл. 2) [60].

Из данных табл. 2 видно, что содержание крахмала в диком рисе несколько ниже, чем в коричневом, в то время как диетических волокон и легкоусвояемых сахаров – выше. Ценность зерна дикого риса состоит также в чрезвычайно низком содержании жира, по сравнению со всеми культурами, подвергнутыми анализу. Высокая пищевая ценность этого продукта обусловлена также высоким содержанием белка (табл. 2), включающего уникальный спектр незаменимых аминокислот в более высоких количествах, по сравнению с большинством из сравниваемых зерновых культур (табл. 3).

В табл. 3–5 представлен микронутриентный состав зерна дикого риса в сравнении с некоторыми наиболее популярными зерновыми

культурами в части незаменимых аминокислот, минеральных веществ и витаминов по данным [60].

Из данных табл. 3 видны результаты сравнительного анализа аминокислотного состава зерна дикого и коричневого риса в части незаменимых аминокислот, а также кукурузы, твердой пшеницы и овсяной крупы (по [60]). Выявлено, что потребность человека в таких незаменимых аминокислотах, как метионин, триптофан, треонин, гистидин, изолейцин, лейцин и валин может быть полностью удовлетворена за счет зерна дикого риса (в пересчете на 100 г белка).

Из табл. 4 видно, что содержание железа в зерне цидании более чем в 5 раз выше, по сравнению с белым шлифованным и полированным рисом, в 2,5 раза выше, чем в коричневом рисе, в 2 раза выше, чем в кукурузе, в 1,5 раза выше, чем в озимой пшенице. Особые различия отмечают исследователями в содержании цинка. В частности, даже минимальное его количество в зерне дикого риса существенно выше, чем в белом рисе и кукурузе и примерно равно содержанию в озимой пшенице и овсяной крупе. Верхние границы его накопления в цидании превышают содержание цинка в других крупах в несколько раз (табл. 4) [60].

Уникальным является также витаминный комплекс дикого риса (табл. 5). Практически все витамины группы В избирательно накапливаются в цидании, что позволяет считать зерно дикого риса уникальным источником биологически доступного тиамина, рибофлавина и ниацина (табл. 5).

2. Биологическое действие зерна дикого риса и его физиологически активных соединений

По современным представлениям, диетотерапия и здоровое питание входят в одно из важнейших стратегических направлений профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний, а также значимо влияют на факторы риска, включая высокий уровень холестерина и атеросклероз.

Научные исследования последних лет позволили установить антиоксидантные и гиполлипидемические свойства дикого риса, в то время в экспериментальных условиях было доказано его положительное влияние на сердечно-сосудистую систему при долгосрочным потреблением [47]. В настоящее время продолжается накопление доказательств в

части клинических преимуществ регулярно потребления дикого риса и его влияния на сердечно-сосудистую систему [47].

В частности, G. Surendiran с соавт. (2013) выявили потенциальные возможности дикого риса в части позитивного влияния на сердечно-сосудистую систему на мужских и женских особях мышей с дефицитом рецептора липопротеинов низкой плотности (ЛПНП-рецептора – мембранного белка, опосредующего эндоцитоз липопротеинов низкой плотности, обогащённых холестерином, специфически распознающего апоВ-100 и апоЕ (LDLr-KO) мышей). Дикий рис был использован в полусинтетической диете, содержащей около 60 % углеводов от общего объема энергии. Другие экспериментальные диеты в двух других экспериментальных группах были сходны в части макроэлементной композиции, но содержали либо белый рис, либо коммерческие источники углеводов. Все три диеты были дополнены 0,06 вес % пищевым холестерином. Мыши были разделены на шесть экспериментальных групп, их кормили этими диетическими композициями в течение 24 недель [48].

Выявлено, что потребление дикого риса значительно уменьшает размер и тяжесть атеросклеротических поражений в аортальных корнях самцов и самок мышей на 71 и 61 %, соответственно, по сравнению с контрольной группой того же пола. Этот эффект был связан со значительным снижением уровня холестерина в плазме на 15 и 40 %, липопротеидов низкой плотности (LDL) – на 12 и 42 %, и липопротеинов очень низкой плотности (ЛПОНП) – на 35 и 75 %, соответственно, у самцов и самок мышей по сравнению с контрольной группой того же пола. Отмечено также увеличение фекальной экскреции холестерина до 34 %, по сравнению с контрольной группой того же пола. Тем не менее, антиатерогенный эффект дикого риса не был связан с возрастанием активности супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы (САТ) [48].

Таким образом, G. Surendiran с соавт. (2013) было показано, что длительное потребление дикого риса в эксперименте снижает уровень холестерина в плазме у мышей и предотвращает атерогенез (LDL-рецептор-KO), увеличивает экскрецию холестерина. Результаты свидетельствуют о том, что для снижения уровня холестерина применение дикого риса может быть основным фактором для профилактики атерогенеза у мышей LDLR-KO [48].

Для одного из классических антиоксидантов – феруловой кислоты (рис. 1), обнаруженной в зерне дикого риса [44], было установлено противовоспалительное, антиаллергическое, антиагрегантное, противоопухолевое, анти-токсическое, гепатопротекторное, кардиопротекторное, антибактериальное, противовирусное и другие виды действия, что обусловлено в основном антиоксидантным эффектом – торможением перекисного окисления липидов и ингибированием свободнорадикальных стадий синтеза простагландинов [5].

Интересные данные были получены [12]: феруловая кислота в эксперименте обладала кардиопротекторным действием в условиях острой алкогольной интоксикации, что проявлялось более выраженным увеличением скорости сокращения и расслабления миокарда, повышением левожелудочкового давления в опытных группах животных, по сравнению с контрольной, при проведении функциональных тестов.

Одним из ключевых звеньев в патогенезе алкогольного повреждения миокарда является интенсификация процессов свободнорадикального окисления под действием этанола и ацетальдегида, что приводит к разрушению мембран кардиомиоцитов и их митохондрий, влекущему за собой угнетение процессов дыхания и окислительного фосфорилирования и, как следствие, нарушение энергопродукции [9, 11]. В результате возникающего дефицита аденозинтрифосфатазы (АТФ) наблюдается падение сократительной активности миокарда. В связи с этим, актуальными являются БАВ, обладающие антиоксидантным действием, для защиты миокарда от повреждения этанолом. Феруловая кислота, благодаря наличию в структуре углеродной цепи, содержащей двойную связь (остаток пропеновой кислоты), и гидроксильной группы в фенильном ядре,

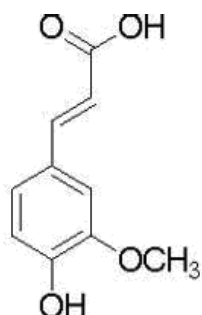


Рис. 1. 4-гидрокси-3-метоксикоричная (феруловая) кислота.

легко вступает в свободнорадикальные реакции с образованием стабильного, слабо реакционноспособного феноксильного радикала, способствуя терминации этих реакций [28].

Авторы статьи [12] также предполагают, что позитивный эффект при острой алкогольной интоксикации достигается за счет антиоксидантных свойств феруловой кислоты, которые, очевидно, обуславливают защиту мем-

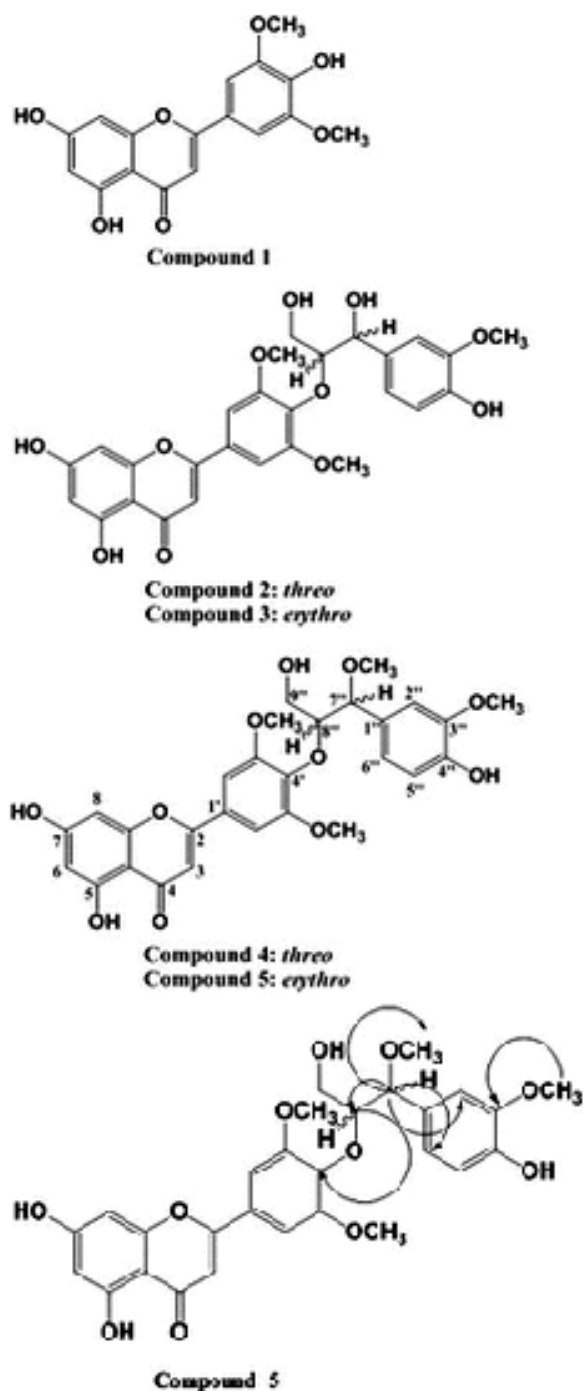


Рис. 2. Трицин и его производные, выделенные из дикого риса.

бран кардиомиоцитов и их митохондрий от повреждающего действия этанола и ацетальдегида, что, вероятно, способствует предотвращению дисфункции системы окислительного фосфорилирования, возникающей при острой алкогольной интоксикации, и интенсификации процессов энергообразования для обеспечения АТФ сокращения миокарда.

Для ряда полифенольных соединений надземной части *Zizania latifolia* выявлено противовоспалительное и антиаллергическое действие [31]. В частности, [31] выделили из этого растения новый флаволигнан сольсолин D (5) наряду с ранее известным флавоном и тремя известными флавонолигнанами – соответственно трицином (1), сольсолинами А (2), В (3) и С (4). Химическая структура нового флаволигнана была определена как трицин-4)-О-[эритро-бета-гвайсил-(7)-О-метил]-глицерил]-эфир (рис. 2). Все 5 соединений были выделены из этого растения впервые.

Производные трицина (2)–(5) демонстрировали более выраженные противовоспалительные и противоаллергические свойства, чем сам трицин. В частности, было показано, что сольсолин D (5) имеет самую сильную ингибирующую активность против ЛПС-индуцированного производства NO в клетках RAW 264.7, а также высвобождения β -гексозаминидазы в IgE-сенсебилизированных клетках RBL-2H3. Эти результаты свидетельствуют о том, что присутствие производных трицина обуславливает способность *Zizania latifolia* к лечению аллергии и воспалений.

Ранее противоаллергическое действие было описано [32] для метанольного экстракта этого же растения. Экстракт не проявлял каких-либо признаков цитотоксичности в отношении IgE-сенсебилизированных клеток RBL-2H3, ингибировал дегрануляцию, вызванную веществом 48/80, и антиген-индуцированное высвобождение гексозаминидазы, а также выработку фактора некроза опухоли в тучных клетках RBL-2H3 дозозависимым образом. Полученные результаты свидетельствуют о том, что экстракты *Zizania latifolia* могут применяться для профилактики аллергических реакций I типа [32].

В 2010 году были получены обнадеживающие данные, касающиеся дегранулирующего эффекта в тучных клетках, установленного для экстракта этого же растения при атопическом дерматите (АД) – хроническом воспалительном заболевании кожи, протекаю-

щем с зудом, ремиссиями и обострениями [33]. Важная роль тучных клеток в аллергических реакциях немедленного типа хорошо известна: активации тучных клеток приводит к процессу дегрануляции, что ведет к слиянию цитоплазматических гранул мембраны с плазматической мембраной. Поскольку в Восточной Азии *Zizania latifolia* в течение длительного времени является одним из наиболее популярных видов, используемых для профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета, заболеваний кожи, [33] поставили задачу изучить в эксперименте (крысы) влияние экстракта из надземной части *Zizania latifolia* по высвобождению β -гексозаминидазы из тучных клеток, активированных DNPBSA. Положительные результаты эксперимента, по мнению [33], позволяют считать целесообразными дальнейшие целенаправленные исследования по выделению из *Zizania latifolia* фармакологически активных соединений для лечения атопического дерматита.

3. Потенциальные аллергологические и другие риски лечебно-профилактического применения зерна дикого риса

3.1. Прогностические аллергологические риски

Оценка аллергологических рисков в пищевой промышленности в развитых странах становится обязательным элементом разработки и производства пищевых продуктов [8, 27, 36, 37]. Информирование врачей и пациентов с риском развития аллергических реакций и/или непереносимости также является чрезвычайно важным аспектом профилактики возникновения критических ситуаций как для больных, так и для лиц, считающих себя здоровыми [8, 36, 38]. Особенно важно оценивать потенциальные аллергологические риски применения пищевых продуктов у детей. В частности, по данным [14, 17], ни рисовая крупа (белый полированный рис), ни дикий рис не относятся к наиболее часто встречающимся аллергенам у детей с атопическим дерматитом, в отличие от, например, гречневой крупы [8]. В целом, частота сенсебилизации к рисовой крупе ($n = 525$) составляет 15,4 % [14, 17]. Для дикого риса библиографических данных об аллергологических рисках не выявлено. В Номенклатуре аллергенов WHO/IUIS на сегодняшний день также отсутствуют сведения об аллергокомпонентах дикого риса [24].

Обсуждая режим опыления и размер пыльцы потенциальных аллергенов семейства Злаковых, [26] включают *Z. aquatica* в число растений со строго анемофильным режимом опыления (размер пыльцевых зерен 32–45 микрон), пыльца которых потенциально может вызывать аллергические реакции.

3.2. Другие риски пищевого применения зерна дикого риса

Имеющиеся данные о загрязнении мест обитания дикого риса вызывают озабоченность специалистов в связи с повышенным уровнем токсичных металлов в зерне, которые могут представлять опасность для здоровья [60]. Высокие концентрации меди, достигающие уровня 14,4 мкг/г, свинца и кадмия, соответственно, 6,2 и 6,7 мкг/г, были зарегистрированы в некоторых образцах высушенного и лущеного зерна дикого риса. Локально повышенные концентрации металлов были отнесены исследователями к результатам атмосферных загрязнений за счет выбросов из плавильных печей. Кроме того сообщалось, что свинец из дробовых снарядов, используемых на озерах для охоты, мог быть усвоен диким рисом в процессе вегетации. Высокие концентрации свинца (0,5–11,5 г на 100 г 1 сухого зерна), кадмия (1,0–10,2 г на 100 г сухого зерна) и мышьяка (0,6–14,2 г на 100 г сухого зерна) также были обнаружены в товарных партиях дикого риса, продаваемого в США [60].

3.3. Применение при целиакии

Целиакия (глютеновая энтеропатия) – хроническое заболевание, характеризующееся поражением слизистой оболочки тонкой кишки и расстройством пищеварения на фоне непереносимости глютена – белков клейковины пшеницы, ржи, овса [13, 20]. Целиакия является наиболее частой причиной длительных истощающих диарей у детей раннего возраста [14], при этом она все чаще выявляется в подростковом возрасте и у взрослых [13].

Основным методом лечения целиакии является пожизненная аглютеновая диета, при которой необходимо полностью исключить из рациона глютен-содержащие продукты и блюда, имеющие в составе пшеничную, ржаную, овсяную и ячменную муку, хлопья, крахмалы – хлеб, хлебобулочные изделия, манную, овсяную, перловую, ячневую крупы, муку, толкно, «Геркулес», а также мясные и рыбные продукты (включая консервы, бульонные ку-

бики и проч.), майонезы и соусы, содержащие в своем составе так называемый «скрытый» глютен [13, 15].

Поэтому при обсуждении полезных свойств любых круп в обязательном порядке следует учитывать возможность их использования при целиакии. По современным представлениям, при целиакии разрешается употребление ограниченного количества зерновых культур – риса, кукурузы [15], гречи [8, 15]. Также не содержат глютена киноа, сорго, тефф, дикий рис, амарант, просо, монтина (индийская рисовая трава), поэтому эти продукты могут включаться в рацион больных целиакией при хорошей переносимости [58].

4. Возможности пищевого и лечебно-профилактического применения зерна дикого риса

В современной диетологии в качестве монокомпонентного блюда дикий рис, как правило, не используется, однако широко применяется в смеси с белым и коричневым рисом, а также для приготовления различных комбинированных холодных и горячих блюд и гарниров [54, 60].

Высокая пищевая ценность зерна дикого риса позволяет считать его одним из наиболее сбалансированных (оптимальных) источников белка и пищевых волокон при низком содержании жира (разд. 1.3). Особо ценным является микронутриентный состав зерна, в частности – полифенольный и поливитаминный комплекс, а также его минеральные составляющие – соединения железа, магния, цинка и витаминов группы В (разд. 1.3.).

С учетом опыта стран Восточной Азии, где *Zizania latifolia* в течение длительного времени является одним из наиболее популярных видов растений и пищи, применяемых для профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета, заболеваний кожи [33], а также на основании результатов современных научных исследований (разд. 1–3), зерно дикого риса, с определенной долей обоснованности, может быть рекомендовано к включению в рацион (в то числе – использованию в качестве компонента фитотерапии пищевыми растениями) по следующим показаниям: дефицит витаминов группы В, микроэлементозы (дефицит цинка, железа, магния), интоксикации различной этиологии, атеросклероз и другие заболевания сердечно-сосудистой системы, сахарный диабет, ал-

аллергические заболевания, в том числе атопический дерматит, и другие заболевания кожи.

На основании полученных нами результатов проведенного информационно-аналитического исследования, также заслуживают внимания диетологов и представителей научного сообщества (исследователей) противовоспалительные, противовирусные, десенсибилизирующие, детоксицирующие, антисклеротические и другие виды действия дикого риса в части их дальнейшего экспериментального и клинического изучения с позиций доказательной медицины. С нашей точки зрения, уполномоченным органам было бы целесообразно также рассмотреть вопрос о введении некоторых представителей рода *Zizania* в культуру на территории РФ, а также о включении зерна дикого риса в перечень перспективных источников макро- и микронутриентов для специализированных пищевых продуктов.

ВЫВОДЫ

1. Проведено выявление, анализ и обобщение научно обоснованной информации в части растительных источников, пищевой ценности, лечебно-профилактических свойств, аллергологических и других рисков пищевого применения дикого риса (*Zizania* spp.).

2. Показано, что некоторые представители рода *Zizania* являются ценными источниками зерна дикого риса, содержащего уникальный комплекс макро- и микронутриентов – белка и пищевых волокон, незаменимых аминокислот, витаминов группы В, минеральных веществ и антиоксидантов различного строения.

3. Проведенное информационно-аналитическое исследование позволяет рассматривать дикий рис в качестве перспективной отечественной сельскохозяйственной культуры, источника макро- и микронутриентов для специализированных пищевых продуктов, а его зерно – в качестве диетического продукта с научно обоснованным спектром фармакотерапевтического действия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И. Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения / Под ред. Фролова А.Н. 2008. [Электронный ресурс по состоянию на 01.09.2016 г.]. Доступ: <http://www.agroatlas.ru>

2. Бочкарева З.А. Изделия хлебобулочные мелкоштучные повышенной пищевой ценности // Известия

Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – №4. – С.94–99.

3. Генерозов В.Я. Весенняя охота и плановое охотничье хозяйство // Охотник и рыболов. – 1926. – №5. – С.106–108.

4. Губанов И.А. и др. *Zizania aquatica* L. – Цицания водная, или Водяной рис // Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3 тт. – М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл., 2002. – Т.1. Папоротники, хвощи, плауны, голоосеменные, покрытосеменные (однодольные). – С.312.

5. Дьяков А. А., Перфилова В.Н., Тюренков И.Н. Противоаритмическое действие феруловой кислоты // Вестник аритмологии. – 2005. – №39. – С.49–52.

6. Инновации в области технологии продукции функционального и специализированного назначения / Под общ. ред. Н.В. Панковой. – СПб.: ФГБОУ ВПО «СПбГТЭУ»: Изд-во «ЛЕМА», 2012. – 184 с.

7. Бекетов А. Канадский рис // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). – СПб., 1890–1907. [Электронный ресурс по состоянию на 01.10.2016 г.]. Доступ: https://ru.wikisource.org/wiki/%D0%AD%D0%A1%D0%91%D0%95/%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B8%D1%81.

8. Киселева Т.Л., Киселева М.А. Гречиха с позиции традиционной медицины и современных научных представлений: пищевые, энергетические и лечебно-профилактические свойства. Аллергологические риски // Традиционная медицина. – 2016. – №3 (46). – С.16–41.

9. Кошкин И.В., Букач Т.А. Алкогольное поражение сердца: практическое руководство. – Набережные Челны, 2001. – 112 с.

10. Наука и передовой опыт в сельском хозяйстве (Цицания водная). – М.: Изд-во Министерства сельского хозяйства СССР, 1958. – С.59.

11. Оковитый С.В. Клиническая фармакология антиоксидантов. – ФАРМиндекс-Практик, 2003. – Вып. 5. – С.85–111.

12. Перфилова В.Н., Тюренков И.Н. Влияние феруловой кислоты и фенибута на сократительные свойства миокарда при острой алкогольной интоксикации // Вестник ВолГМУ. – 2006. – №2. – С.55–58.

13. Питание больного и здорового ребенка. Изд. 4-е / Под ред. В.А. Тутельяна, И.Я. Коля, Б.С. Каганова. – М.: Династия, 2010. – 316 с.

14. Пищевая аллергия у детей / Под ред. И.И. Балаболкина, В.А. Ревякиной. – М.: Издательство «Династия», 2010. – 190 с.

15. Руководство по лечебному питанию детей / Под ред. К.С. Ладодо. – М.: Медицина, 2000. – 384 с.

16. Смекалова Т.Н. *Zizania latifolia* (Griseb.) Stapf - Водяной рис широколистный, Цицания широколистная // Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения. 2008 / Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И., Фролов А.Н. [Электронный ресурс по состоянию на 01.11.2016]. Доступ: http://www.agroatlas.ru/ru/content/related/Zizania_latifolia/.

17. Стасий Е.Д. Этиологическая структура, клинкопатогенетические варианты и терапия пищевой ал-

лергии у детей. Автореф. дисс. на соискание ученой степени доктора мед. наук. – М., 1997. – 41 с.

18. Химический состав российских продуктов питания / Под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

19. Химический состав пищевых продуктов, используемых в РФ: Информационно-аналитическая система // База данных ФИЦ питания и биотехнологии. [Электронный ресурс по состоянию на 03.09.2016 г.]. Доступ: http://web.iion.ru/food/FD_tree_grid.aspx.

20. Целиакия // Медицинская энциклопедия. Электронный ресурс по состоянию на 10.10.2016 г.]. Доступ: <http://www.medical-enc.ru/22/ceciac.shtml>.

21. Цицания // Википедия. [Электронный ресурс по состоянию на 01.08.2016 г.]. Доступ: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D1%86%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F>.

22. Цицания водная // Википедия. [Электронный ресурс по состоянию на 01.08.2016 г.]. Доступ: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D1%86%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F

23. Шемет С.Н. Основные аспекты выделения феруловой кислоты из растительного сырья // Наука – шаг в будущее: тезисы докладов VII научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов факультета «Технология органических веществ», 5–6 декабря, Минск, 2013 г. – Мн., 2013. – С.68.

24. Allergen nomenclature / WHO/IUIS Allergen Nomenclature Sub-Committee. [Электронный ресурс по состоянию на 03.11.2016]. Доступ: <http://www.allergen.org/search.php?TaxSource=Plantae%20Magnoliopsid>

25. Anvar U., Buranov G. Extraction and purification of ferulic acid from flax shives, wheat and corn bran by alkaline hydrolysis and pressurised solvents // Food Chemistry. 2009. № 115. – P. 1542–1548.

26. Damialis A., Konstantinou G.N. Cereal pollen sensitisation in pollen allergic patients: to treat or not to treat // Eur. Ann. Allergy Clin. Immunol. 2011. Т. 43. №. 2. С. 36–44.

27. EAACI (European Academy of Allergy and Clinical Immunology). Food Allergy and Anaphylaxis Guidelines / Editors: A.Muraro, G.Roberts. Zurich: EAACI, 2014. 276 p.

28. Graf E. Antioxidant potential of ferulic acid // Free Radic. Biol. Med. 1992. № 13 (4). P. 435–448.

29. Guo H.B., Li S.M., Peng J., Ke W.D. Zizania latifolia Turcz. cultivated in China // Genet. Resour. Crop. Evol. 2007. Vol. 54. – P.1211.

30. Hoover R., Sailaja Y., Sosulski F.W. Characterization of starches from wild and long grain brown rice // Food Research International. 1996. V.29. Issue 2. – P. 99.

31. Lee S.S., Baek Y.S., Eun C.S., Yu M.H., Baek N.I., Chung D.K. et al. Tricin derivatives as anti-inflammatory and anti-allergic constituents from the aerial part of Zizania latifolia // Bioscience, biotechnology, and biochemistry. – 2015. Т.79. №.5. – С.700–706.

32. Lee E.J., Yang S.A., Whang K., Noh Y.H., Lee I.S. [P8-207] Anti-allergic effect of Zizania latifolia Turcz. and GC/MS analysis of the major compounds // International symposium and annual meeting. – 2009. – С.362–362.

33. Lee S.Y. Degranulation Effect of the Extract from Zizania latifolia Aerial Parts in Mast Cell // 한국생물공학회 학술대회. 2010. – С.124–124.

34. Lorenz K. The starch of wild rice (Zizania aquatica) // Starch & Stärke. 1981. – Vol. 33. Issue 3. – P.73–76.

35. Multilingual multiscrypt plant name database. [Электронный ресурс по состоянию на 01.11.2016]. Доступ: <http://www.ars-grin.gov/misc/mmpnd/Zizania.html>

36. Muraro A., Agache I., Clark A., Sheikh A., Roberts G., Akdis C.A., Borrego L.M., Higgs J., Hourihane J.O'B., Jorgensen P., Mazon A., Parmigiani D., Said M., Schnadt S., van Os-Medendorp H., Vlieg-Boerstra B.J., Wickman M. // EAACI Food Allergy and Anaphylaxis Guidelines: managing patients with food allergy in the community // Allergy. 2014. Vol. 69. Issue 8. P. 1046–1057.

37. Muraro A., Clark A., Beyer K., Borrego L.M., Borres M., Lødrup Carlsen K.C. et al. The management of the allergic child at school: EAACI/GA2LEN Task Force on the allergic child at school // Allergy 2010. Vol. 65. – P.681–689.

38. Muraro A., Hoffmann-Sommergruber K., Holzhauser T., Poulsen L.K., Gowland M.H., Akdis C.A., Mills E.N.C., Papadopoulos N., Roberts G., Schnadt S., van Ree R., Sheikh A., Vieths S. EAACI Food Allergy and Anaphylaxis Guidelines. Protecting consumers with food allergies: understanding food consumption, meeting regulations and identifying unmet needs // Allergy. 2014. Vol. 69. – P. 1464–1472.

39. National Plant Germplasm System // United States Department of Agriculture Agricultural Research Service. [Электронный ресурс по состоянию на 15.09.2016 г.]. Доступ: <http://www.ars-grin.gov/npgs/>

40. Nyvall R.F., Percich J.A., Mirocha C.J. Fusarium head blight of cultivated and natural wild rice (Zizania palustris) in Minnesota caused by Fusarium graminearum and associated Fusarium spp // Plant disease. 1999. – Т. 83. №. 2. – С.159–164.

41. Qiu Y., Liu Q. Trust Betac Antioxidant properties of commercial wild rice and analysis of soluble and insoluble phenolic acids // Food Chemistry. 2010. Vol. 121. Issue 1. – P. 140–147.

42. Radauer C., Nandy A., Ferreira F., Goodman R. E., Larsen J. N., Lidholm J., Pomes A., Raulf-Heimsoth M., Rozynek P., Thomas W. R., Breiteneder H. Update of the WHO/IUIS Allergen Nomenclature Database based on analysis of allergen sequences // Allergy. – 2014. – Vol. 69. – P.413–419.

43. Rivera J.A., Addis P.B., Epley R.J., Asamarai A.M. Breidenstein B.B., Properties of wild rice/pork sausage blends // Journal of Muscle Foods. – 1996. Vol. 7. Issue 4. – P.453.

44. Schendel R.R., Meyer M.R., Bunzel M. Quantitative Profiling of Feruloylated Arabinoxylan Side-Chains from Gramineous Cell Walls // Front. Plant Sci. 2016. Vol. 14. Issue 6. – P.1249.

45. Schenker S. An overview of the role of rice in the UK diet // Nutrition Bulletin. 2012. Т. 37. №.4. – С.309–323.

46. Sumczynskia D., Kotásková E., Orsavová J., Valášek P. Contribution of individual phenolics to anti-

oxidant activity and in vitro digestibility of wild rices (*Zizania aquatica* L.) // *Food Chemistry*. – 2017. – Vol.218. – P.107–115.

47. Surendiran G., Alsaif M., Kapourchali F.R., Moghadasian M.H. Nutritional constituents and health benefits of wild rice (*Zizania* spp.) // *Nutrition Reviews*. – 2014. – Vol. 72. Issue 4. – P.227–236.

48. Surendiran G., Goh C., Le K., Zhao Z., Askarian F., Othman R., Shen G. et al. Wild rice (*Zizania palustris* L.) prevents atherogenesis in LDL receptor knockout mice // *Atherosclerosis*. – 2013. Т. 230. – №.2. – С.284–292.

49. Terrell E.E., Emery W.H.P., Beaty H.E. Observations on *Zizania texana* (Texas wildrice), an endangered species // *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 1978. Vol. 105. No. 1. – P. 50–57.

50. Terrell E.E., Peterson P.M., Reveal J.L., Duvall M.R. et al. Taxonomy of north American species of *Zizania* (Poaceae) // *SIDA, Contributions to Botany*. – 1997. – С.533–549.

51. The Plant List. [Электронный ресурс по состоянию на 15.11.2016 г.]. Доступ: <http://www.theplantlist.org/1/>

52. Tilay A. et al. Preparation of ferulic acid from agricultural wastes: it's improved extraction and purification // *Agricultural and food chemistry*. – 2008. – №56. – P.7644–7648.

53. USDA National Nutrient Database for Standard Reference [Электронный ресурс по состоянию на 01.11.2016]. Доступ: <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/>

54. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory // *USDA Branded Food Products Database*. Version Current: September 2016. [Электронный ресурс по состоянию на 01.08.2016 г.] Доступ: <http://ndb.nal.usda.gov>

55. Wang L., Wang YA-J., Porter R. Structures and Physicochemical Properties of Six Wild Rice Starches // *J. Agric. Food Chem*. 2002. – Vol. 50. – P.2695–2699.

56. Werfel T., Asero R., Ballmer-Weber B.K., Beyer K., Enrique E., Knulst A.C., Mari A., Muraro A., Ollert M., Poulsen L.K., Vieths S., Worm M., Hoffmann-Sommergruber K. Position paper of the EAACI: food allergy due to immunological cross-reactions with common inhalant allergens // *Allergy*. – 2015. – Vol. 70. – P.1079–1090.

57. Whole Grains // Harvard School of Public Health. [Электронный ресурс по состоянию на 10.10.2016]. Доступ: <https://www.hsph.harvard.edu/nutrition-source/whole-grains/>.

58. Whole Grains Council (WGC). [Электронный ресурс по состоянию на 10.10.2016]. Доступ: <http://wholegrainscouncil.org/definition-whole-grain>.

59. Williams K.A. An Overview of the U.S. National Plant Germplasm System's Exploration Program // *Hort Science*. – 2005. – Vol. 4 0(2). – P.297–301.

60. Wild rice // *Encyclopedia of food sciences and Nutrition* / Ed. by B.Caballero. – N.-Y: Academic Press, 2003. – P.6183–6189.

61. Withycombe D. A., Lindsay R. C., Stuibler D. A. Isolation and identification of volatile components from wild rice grain (*Zizania aquatica*) // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 1978. – Т.26. №.4. – С.816–822.

62. Xu X., Walters Ch., Antolin M.F., Alexander M.L., Lutze S., Gef S., Wene J. Phylogeny and biogeography of the eastern Asian–North American disjunct wild-rice genus (*Zizania* L., Poaceae) // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. – 2010. – Т.55. №.3. – С.1008–1017.

63. Xu E., Wu Z., Pan X. et al. Effect of Thermostable α -Amylase Addition on the Physicochemical Properties, Free/Bound Phenolics and Antioxidant Capacities of Extruded Hulled and Whole Rice // *Food and Bioprocess Technology*. 2015. 8 (9). P.

64. Zhai C.K., Lu C.M., Zhang X.Q., Sun G.J., Lorenz K.J. Comparative Study on Nutritional Value of Chinese and North American Wild Rice // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2001. – Vol.14. Issu 4. – P.371.

65. *Zizania* // The Plant List. [Электронный ресурс по состоянию на 03.11.2016 г.]. Доступ: <http://www.theplantlist.org/browse/A/Poaceae/Zizania/>

66. *Zizania aquatica* L. // U.S. National Plant Germplasm System. [Электронный ресурс по состоянию на 01.11.2016]. Доступ: <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxonomydetail.aspx?42267>

67. *Zizania latifolia* (Griseb.) Turcz. ex Stapf // U.S. National Plant Germplasm System. [Электронный ресурс по состоянию на 01.11.2016]. Доступ: <https://npgsweb.arsgrin.gov/gringlobal/taxonomydetail.aspx?42268>

68. *Zizania palustris* L. // U.S. National Plant Germplasm System. [Электронный ресурс по состоянию на 01.11.2016]. Доступ: <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxonomydetail.aspx?42269>

69. *Zizania texana* // The Plants Database. USDA. [Электронный ресурс по состоянию на 01.09.2016 г.]. Доступ: <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=ZITE>

Адрес автора

Д. фарм. н., профессор Киселева Т.Л., директор Научно-исследовательского центра – президент НО «Профессиональная ассоциация натуротерапевтов», ведущий научный сотрудник ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии»

KiselevaTL@yandex.ru