

## КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ РИСОВОЙ МУЧКИ

**Н. С. Санжаровская к.т.н., доцент, А. А. Болдина к.т.н., ассистент,**

**Н.В. Сокол д.т.н., профессор**

*(«Кубанский государственный аграрный университет», г. Краснодар, Россия)*

***Аннотация:** С целью научного обоснования использования вторичных продуктов переработки риса проведено исследование химического состава и показателей безопасности рисовой муки. Полученные результаты подтверждают возможность использования рисовой муки в хлебопекарной промышленности.*

***Ключевые слова:** рисовая мука, химический состав, показатели безопасности*

В поисках новых натуральных пищевых добавок, применяемых при создании новых рецептур и технологий хлебобулочных изделий, в последние годы стали обращать внимание на вторичные продукты переработки зерна. С учетом значительных объемов производства и переработки зерна риса в Краснодарском крае особый интерес представляет вторичное сырье его переработки – рисовая мука. Она является ценным источником пищевых функциональных ингредиентов, однако в настоящее время практически не используется.

Химический состав зерна риса изучен довольно подробно [1]. В то же время в литературных источниках имеются незначительные сведения, касающиеся химического состава рисовой муки. Большая часть исследований по химическому составу риса относится к 70–90 гг. XX в. Благодаря селекции

появились новые сорта риса. Технологии производства рисовой крупы претерпели изменения в связи с внедрением нового оборудования [2].

Поэтому нами было проведено комплексное исследование химического состава побочных продуктов переработки зерна риса современных сортов (Атлант, Гарант, Флагман), отобранных на предприятии ООО «Щедрая Кубань» (Табл.1).

Таблица 1 – Химический состав зерна риса и продуктов его переработки

Наименование образца	Массовая доля, %				
	Белок	Жир	Крахмал	Клетчатка	Зола
Зерно риса	7,4	2,6	55,2	9,0	3,9
Крупа рисовая	7,0	1,0	72,9	3,0	0,7
Мучка рисовая ООО «Щедрая Кубань»	17,3	15,8	48,9	25,3	8,8

Проведенные исследования позволили сделать вывод о том, что по своему химическому составу рисовая мучка существенно отличается от зерна и крупы риса. По содержанию белка мучка превосходит зерно риса в 2,3 раза, крупу рисовую – в 2,5 раза. Она включает также повышенное количество клетчатки и минеральных элементов.

В процессе шелушения и шлифования в мучку попадает значительное количество плодовых и семенных оболочек, что обуславливает высокое содержание клетчатки (24,9–25,7%). Рисовая мучка богата липидами, содержание которых больше в 6,1 раза, чем в целом зерне и в 16 раз, чем в крупе рисовой.

На следующем этапе эксперимента был исследован фракционный состав белков зерна риса и рисовой мучки в сравнении с белками зерна пшеницы. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Фракционный состав белков зерна риса, пшеницы и рисовой мучки, % СВ

Объект исследования	Альбумины	Глобулины	Проламины	Глютелины	Нерастворимая фракция
Рис	11,2	4,8	4,4	63,2	16,4
Пшеница	5,2	12,6	35,6	28,2	18,4
Рисовая мучка	28,2	32,9	12,6	3,9	22,4
Шлифованный рис	4,8	9,2	6,9	79,1	–

Водорастворимые альбумины и глобулины являются преобладающей фракцией белков рисовой мучки. Доля альбуминов и глобулинов в рисовой мучке в сумме составляет 61%, в то время как в целом зерне риса – 15%, в зерне пшеницы – 18%. В наименьшей степени в рисовой мучке представлена фракция щелочерастворимых глютелинов.

Биологическая полноценность продукта определяется аминокислотным составом, в первую очередь, незаменимыми аминокислотами. По сумме незаменимых аминокислот рисовая мучка превосходит шелушеное и шлифованное зерно риса. Высокое содержание аргинина и лизина является отличительной особенностью аминокислотного состава рисовой мучки.

Для оценки биологической ценности белков рисовой мучки рассчитывали аминокислотный скор относительно «идеального белка» куриного. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Аминокислотный скор рисовой мучки

Аминокислота	Идеальный белок		Рисовая мучка	
	Содержание аминокислот, мг в 1 г белка	Аминокислотный скор, % относительно шкалы ФАО/ВОЗ	Содержание аминокислот, мг в 1 г белка	Аминокислотный скор, % относительно шкалы ФАО/ВОЗ
Изолейцин	40	100	43	107,5
Лейцин	70	100	78	111,4
Лизин	55	100	51	92,7
Метионин + цистин	35	100	58	165,7
Фенилаланин + тирозин	60	100	91	151,7
Треонин	40	100	41	102,5
Триптофан	10	100	11	110,0
Валин	50	100	60	120,0

Результаты сравнительной оценки аминокислотного сора рисовой мучки относительно «идеального белка» показали, что образцы мучки обладают высокой биологической ценностью.

Рисовая мучка имеет в своем составе значительное количество жира –от 14,8 до 15,7%. Исследование содержания различных форм связанности липидов в рисовой мучке показало, что общих суммарных липидов в мучке находится

15,8% СВ, из них свободных – 10,9%, связанных – 2,6% и прочно связанных – 2,3%.

Помимо количественного распределения, необходимо отметить и качественные различия липидов. Фракционный состав липидов рисовой муки представлен на рисунке 1.

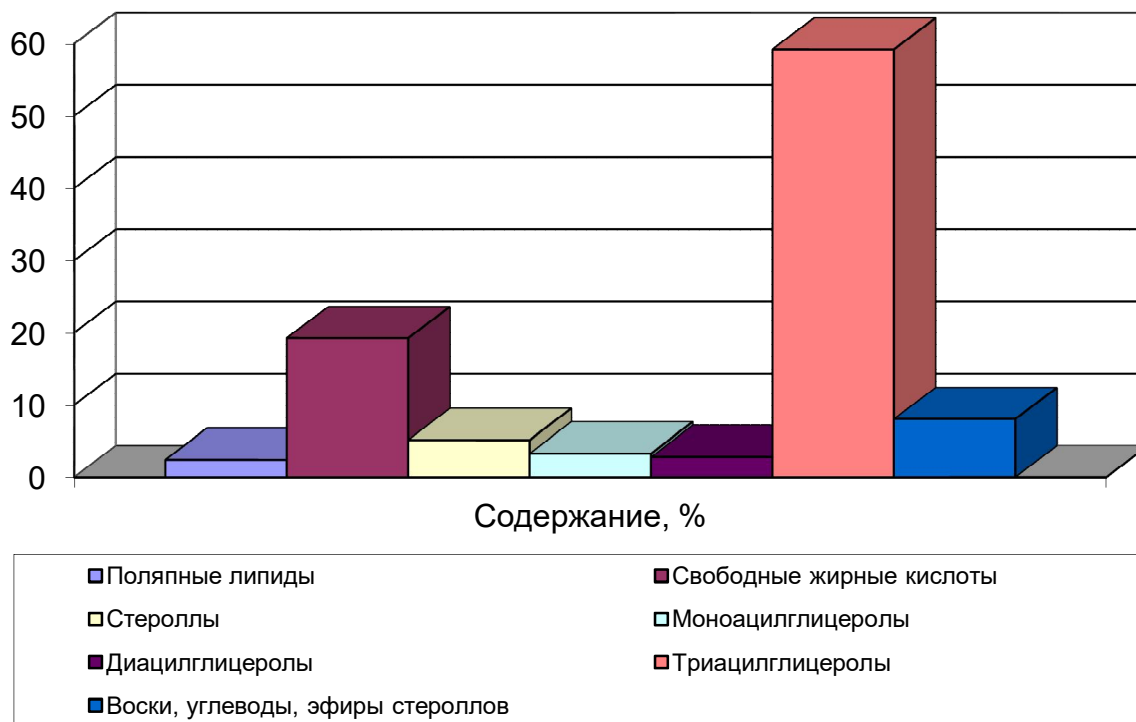


Рисунок 1 – Фракционный состав липидов рисовой муки

Полярные липиды в основном представлены фосфолипидами. Так как фосфолипиды обеспечивают нормальную структуру всех без исключения биомембран организма, от них напрямую зависят все многочисленные функции клетки. Были исследованы следующие группы: фосфатидилэтаноламины – 16,27%, фосфатидилсерины – 2,64%, фосфатидные кислоты – 2,67%, фосфатидилхолин – 20,90%, лизофосфатидилхолин – 14,83%, фосфатидилинозитол – 15,68% и гликосодержащие фосфатидилинозиты – 7,02%.

Жирнокислотный состав рисовой муки на 83,29% состоит из ненасыщенных жирных кислот. Насыщенные жирные кислоты представлены в основном пальмитиновой кислотой (14,5%) [2].

Основным представителем, мононенасыщенных жирных кислот является олеиновая кислота (39,6%), которая усиливает синергизм линолевой кислоты. Линолевая кислота является основным представителем диеновых ненасыщенных жирных кислот, ее содержание в мучке составляет 41,8%.

В рисовой мучке в большом количестве присутствуют полиненасыщенные жирные кислоты  $\omega$ -3,  $\omega$ -6 и  $\omega$ -9, которые проявляют мощные антиоксидантные свойства и способствуют снижению артериального давления, повышению устойчивости организма к инфекционным заболеваниям, предотвращению тромбообразования, нормализации психоэмоционального состояния, процессов памяти, работы желез внутренней секреции [2].

Углеводы в зерне риса составляют основную часть химического состава. Изучение углеводного комплекса рисовой мучки показало, что, помимо крахмала и редуцирующих сахаров, в мучке содержатся пищевые волокна, представленные целлюлозой, входящей в состав семенных оболочек, клеточных стенок и попадающей в мучку в процессе переработки зерна в крупу (Табл. 4).

Таблица 4 – Углеводный состав и активность амилаз

Показатель	Рисовая мучка	Рис	
		шелушенный	шлифованный
Содержание крахмала, %	53,60	86,30	89,80
Содержание целлюлозы, %	10,02	1,16	0,87
Содержание редуцирующих сахаров, мг/г СВ	1,26	0,12	0,09
Активность $\alpha$ -амилазы, мг крахмала/мг белка	17,60	1,30	0,80
Активность $\beta$ -амилазы, мг крахмала/мг белка	21,30	4,60	3,10

Анализ данных таблицы 4 показал, что в исследуемых образцах содержание крахмала в мучке меньше, чем в шелушенном и шлифованном зерне риса, и составляет 53,6%. Содержание редуцирующих сахаров в мучке достигает 1,26 мг/г СВ, что значительно выше, чем в шелушенном и шлифованном зерне риса.

Рисовая мука по комплексному составу витаминов богаче шелушеного зерна риса и рисовой крупы. По содержанию витамина В<sub>1</sub> она превосходит рис шелушенный в 6,5 раз, крупу рисовую – в 30 раз; витамина В<sub>2</sub> – в 3,8 раза и в 13,5 раза соответственно. В рисовой муке также отмечено повышенное содержание витамина В<sub>6</sub>, в сравнении с рисом шелушеным и крупой рисовой. Витамин РР и витамин Е преобладали в образцах рисовой муки.

Исследования минерального состава показали, что рисовая мука превосходит шелушеное зерно риса по содержанию кальция в 2,2 раза, калия – в 7,4 раз, фосфора – в 6,5 раз, железа – в 10 раз, марганца – в 2,5 раза.

Возможность использования рисовой муки в качестве сырья при производстве хлебобулочных изделий обуславливает необходимость проведения комплексной оценки на соответствие требованиям безопасности продовольственного сырья. Поэтому в образцах муки рисовой определяли показатели, предусмотренные требованиями ТР ТС 021/2011 [3], а именно – содержание пестицидов, микотоксинов, радионуклидов, токсичных элементов и микробиологические характеристики безопасности. Результаты исследований представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели безопасности рисовой муки

Показатель	Результаты испытаний	Норма по ТР ТС 021/2011
1	2	3
Токсичные элементы, мг/кг		
свинец	0,150 ± 0,050	0,500
мышьяк	0,060 ± 0,030	0,200
кадмий	0,010 ± 0,003	0,100
ртуть	< 0,005	0,030
Пестициды, мг/кг		
ГХЦГ (сумма изомеров)	< 0,001	0,500
ДДТ и его метаболиты	< 0,005	0,020
2,4Д-аминная соль	Не обнаружено	Не допустимо
ртуть органические пестициды	Не обнаружено	Не допустимо
Радионуклиды		
стронций-90, Бк/кг	2,000	–
цезий-137, Бк/кг	9,400	60,000
Микотоксины, мг/кг		

1	2	3
афлатоксин В-1	Не обнаружено	0,005
дезоксиниваленол	Не обнаружено	0,700
зеараленон	Не обнаружено	0,200
Т-2 токсин	Не обнаружено	0,100
<b>Микробиологические нормативы безопасности</b>		
Количество мезофильных, аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	$0,8 \cdot 10^2$	$5,0 \cdot 10^4$
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы) не допускаются в массе продукта, г	Не обнаружено	1,000
Патогенные (в т. ч. сальмонеллы) не допускаются в массе продукта, г	Не обнаружено	0,100
Дрожжи, КОЕ/г, не более	21,000	100,000
Плесени КОЕ/г, не более	13,000	100,000

Как следует из результатов, представленных в таблице, содержание токсичных элементов и пестицидов в рисовой муке значительно ниже предельно допустимых норм по ТР ТС 021/2011. В ходе эксперимента было установлено, что в рисовой муке микотоксины не содержатся, радионуклиды обнаружены в незначительных количествах. Микробиологические нормативы безопасности были в пределах нормы. Следовательно, рисовая мука соответствует всем требованиям безопасности и может быть использована в качестве ценной натуральной биологически активной добавки для обогащения пищевых продуктов.

Анализа полученных результатов исследования о химическом составе рисовой муки позволяет говорить о том, что она может быть использована в качестве ценного дополнительного сырья при разработке новых рецептов и технологий хлебобулочных изделий.

#### **Список литературы:**

1. Драчева, Л. В. Пути и способы обогащения хлебобулочных изделий / Л. В. Драчева // Хлебопечение России. – 2002. – № 2. – С. 20–21.
2. Болдина, А. А. Технологические решения для повышения стойкости рисовой муки в процессе хранения / А. А. Болдина, Н. В. Сокол, Н. С.

Санжаровская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 10 (104). С. 1228 – 1238. – IDA [article ID]: 1041410092. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/92.pdf>.

3. О безопасности пищевой продукции. Технический регламент Таможенного союза 021/2011. Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880. – М. : 2011. – 242 с.