

## БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

УДК 664.655

DOI 10.26456/vtchem2024.2.11

### РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ДОБАВЛЕНИЕМ КЕДРОВОЙ МУКИ

Н.А. Кудряшова, А.А. Орловская

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

В последние годы с внедрением безотходных технологий и комплексной переработки сырья получены новые пищевые продукты с полноценным химическим составом, содержащие биологически активные вещества. Это новое нетрадиционное для хлебопекарной промышленности сырьё может служить ценной добавкой при производстве хлебобулочных изделий – для повышения пищевой ценности, улучшения органолептических и физико-химических показателей, создания новых изделий функционального назначения [12, с.3]. В качестве обогащающего ингредиента для разработки нового продукта, была использована кедровая обезжиренная мука, вносимая в количестве 5%, 15%, 25% от общего количества пшеничной муки высшего сорта, рецептура разрабатывалась на примере унифицированной рецептуры булки русской круглой. По методу пробной лабораторной выпечки изготовлены экспериментальные образцы хлебобулочных изделий с наименованием булка «Кедровая» и оценены их органолептические и физико-химические показатели качества, произведен расчет пищевой ценности изделий.

**Ключевые слова:** хлебобулочные изделия, булка русская круглая, кедровая мука, булка «Кедровая», пробная лабораторная выпечка, физико-химические показатели качества.

В настоящее время хлебопекарная промышленность выпускает большое количество разнообразных хлебных, булочных, бараночных, сухарных, диетических и национальных изделий [6, с. 11]. Хлебобулочные изделия – основные продукты питания, содержащие необходимые человеку для нормальной жизнедеятельности пищевые вещества, среди которых белки, углеводы, липиды, витамины, минеральные вещества и пищевые волокна. Эти продукты питания характеризуются высокой энергетической ценностью, легкой перевариваемостью и хорошей усвояемостью, они приятны на вкус, значительно дешевле большинства других продуктов ежедневного потребления [5, с.23].

Обогащенная пищевая продукция - пищевая продукция, в которую добавлены одно или более пищевые и (или) биологически

активные вещества и (или) пробиотические микроорганизмы, не присутствующие в ней изначально, либо присутствующие в недостаточном количестве или утерянные в процессе производства (изготовления) [1, с.4]. В качестве нетрадиционного растительного сырья в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий используют побочные продукты переработки кедрового ореха – мука из жмыха или шрота после получения масла, оболочка кедрового ореха [9, с.3]. Семена сосны кедровой сибирской (кедровые орешки), а также продукты их переработки являются перспективными источниками получения функциональных ингредиентов. Промышленная переработка кедровых орехов направлена, прежде всего, на получение масла, которое характеризуется высокой пищевой ценностью. После извлечения масла из кедровых орешков остается побочный продукт – кедровый шрот (жмых), который относится к вторичным сырьевым ресурсам, однако имеет большое значение как дополнительный источник полноценного белка, легкоусвояемых углеводов, витаминов и минеральных веществ [8, с.54].

Обычно жмыхи и шроты семян масличных растений используют в основном в виде трех продуктов различной степени очистки: в виде обезжиренной муки (содержание белка около 50 %), белкового концентрата (70-75 % белка) и изолята (90-95 %) [10, с.49-50]. Шрот (жмых), перемалывается в муку и применяется в качестве вкусовой добавки и обогатителя микроэлементами и витаминами при производстве различных продуктов питания, в том числе и хлебобулочных изделий.

Кедровая обезжиренная мука представляет собой порошок светло-кремового цвета с легким ореховым ароматом, сладковатым на вкус.

Химический состав обезжиренной кедровой муки представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав кедровой муки

Показатель	Массовая доля, % на абс. сухое вещество	
	Среднее значение	Колебания
Белки	45,5	45,00-48,00
Жиры	1,0	0,70-1,20
Углеводы	42,4	42,0-44,0
Глюкоза	0,55	0,52-0,65
Фруктоза	0,50	0,26-0,79
Сахароза	12,60	9,21-14,47
Раффиноза	2,00	1,58-2,9
Декстрин	5,40	5,20-5,80
Крахмал	13,80	13,68-15,26
Пентозаны	4,60	4,54-5,26
Целлюлоза	2,97	2,90-3,50
Зола	7,0	6,80-7,20

Углеводный состав кедровой муки представлен водорастворимыми сахарами (глюкоза, фруктоза, сахароза, рафиноза) и полисахаридами (крахмал, пентозаны). Пищевые волокна муки представлены целлюлозой (2,9-3,5%) и пентозанами. О высоком качестве белка кедровой обезжиренной муки свидетельствует его аминокислотный состав. Белки кедровой обезжиренной муки содержат все незаменимые аминокислоты и отличаются высоким содержанием лизина, метионина, триптофана (наиболее дефицитные аминокислоты, обычно лимитирующие биологическую ценность белков пищевых продуктов).

Важным показателем пищевой ценности любого продукта является наличие минеральных веществ, в частности микроэлементов. Кедровая обезжиренная мука содержит практически весь комплекс минеральных веществ, которые играют важную роль в жизнедеятельности человека. Высокое содержание калия, магния, железа, фосфора, а также магния и цинка свидетельствует о возможности использования данного вида сырья в производстве пищевых продуктов с определенными функциональными свойствами [7]. В результате исследований определено такое функционально-технологическое свойство как совместимость кедрового жмыха (кедровой муки обезжиренной) с пищевым сырьём – пшеничной хлебопекарной мукой. В связи с выше изложенным, практический интерес представляет изучение влияния добавления кедровой муки в рецептуру хлебобулочных изделий на их показатели качества.

Цель работы – разработка рецептуры, анализ физико-химических и органолептических показателей качества изделий хлебобулочных с добавлением кедровой муки, а также расчет пищевой ценности изделий.

### Экспериментальная часть

На основе изучения традиционной технологии хлебобулочных изделий и свойств кедровой муки рассчитана рецептура для производства булки «Кедровой» с добавлением кедровой обезжиренной муки.

Расчет производственных рецептур производился на основе унифицированной рецептуры булки русской круглой массой 0,05 кг из пшеничной муки высшего сорта, представленной в таблице 2.

Таблица 2

Унифицированная рецептура булки русской круглой

Наименование сырья	Расход сырья на 100 кг муки, кг
	Из муки высшего сорта
Мука пшеничная	100,0
Соль	1,5
Дрожжи прессованные	1,0
Сахар	6,0
Масло растительное	0,15
Итого сырья	108,65

При составлении сводной рецептуры приготовления теста и выбора оптимального соотношения ингредиентов для образцов булки «Кедровой» было принято решение внести кедровую муку в количестве 5%, 15%, 25% от содержания пшеничной муки. В проведенном эксперименте образец №1 – контроль (булка русская круглая, изготовленная по классической рецептуре); образец №2 – булка «Кедровая» с содержанием кедровой муки 5%; образец №3 – булка «Кедровая» с содержанием кедровой муки 15%; образец №4 – булка «Кедровая» с содержанием кедровой муки 25%. В таблице 3 представлены рецептуры всех образцов в пересчете на 0,5 кг теста.

На рисунке 1(а; б) представлены фото изготовленных образцов по методу пробной лабораторной выпечки.



Рис. 1 (а; б) Изготовленные образцы

Таблица 3

Сводные рецептуры приготовления теста для образцов булки «Кедровой» (с различной дозировкой кедровой обезжиренной муки)

Сырье, кг	Варианты эксперимента			
	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4
Мука пшеничная	0,5	0,5	0,5	0,5
Соль	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075
Дрожжи прессованные	0,005	0,005	0,005	0,005
Сахар	0,03	0,03	0,03	0,03
Масло растительное	0,00075	0,00075	0,00075	0,00075
Мука кедровая	-	0,025	0,075	0,125

Следующим этапом исследования явилось проведение оценки качества выработанных изделий. Оценивали органолептические и физико-химические показатели.

Физико-химические и органолептические показатели качества определяли по ГОСТ 27844-88 «Изделия булочные. Технические условия».

При проведении органолептической экспертизы качества (ГОСТ 27844-88) изучались следующие показатели: внешний вид (форма, поверхность, цвет), состояние мякиша (пропеченность, промес,

пористость), запах, вкус. При проведении физико-химической экспертизы качества изучались следующие показатели: влажность мякиша, кислотность мякиша, массовая доля сахара в пересчете на сухое вещество (ГОСТ 27844-88). Органолептические показатели определяли на основе анализа восприятия органов чувств (зрения, обоняния, осязания, вкуса). Физико-химический показатель влажность мякиша определяли методом высушивания пробы в сушильном шкафу по ГОСТ 21094-2022. Физико-химический показатель кислотность мякиша определяли методом титрования раствора пробы изделия гидроксидом натрия концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup> по ГОСТ 5670-96. Физико-химический показатель массовая доля сахара в пересчете на сухое вещество определяли ускоренным методом горячего титрования медно-щелочного раствора испытуемым раствором по ГОСТ 5672-2022.

Результаты органолептической и физико-химической оценки представлены в Таблице 4.

Таблица 4

Результаты анализа органолептических и физико-химических показателей качества булки «Кедровой» (с различной дозировкой кедровой муки)

Наименование показателя	По ГОСТ 27844-88	Варианты эксперимента			
		Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4
Органолептические показатели					
Форма	Округлая	Округлая			
Поверхность	С прямыми параллельным и надрезами. Допускается мучнистая поверхность.	С прямым надрезом.	С прямым надрезом. Присутствуют вкрапления		
Цвет	От светло-желтого до коричневого	Светло-коричневый	Светло-коричневый	Светло-желтый	Коричневый
Пропеченность	Пропеченный, не влажный на ощупь. Эластичный. После легкого надавливания пальцами мякиш должен принимать первоначальную форму	Пропеченный, не влажный на ощупь. Эластичный. После легкого надавливания пальцами мякиш должен принимать первоначальную форму			
Промесс	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса			
Пористость	Развитая, без пустот и уплотнений	Развитая, без пустот и уплотнений			

Вкус	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса	Свойственный данному виду изделия, присутствует слабый привкус кедрового ореха	Свойственный данному виду изделия с хорошо выраженным привкусом кедрового ореха	Свойственный данному виду изделия с ярко выраженным привкусом кедрового ореха
Запах	Свойственный данному виду изделия, без постороннего запаха	Свойственный данному виду изделия, без постороннего запаха	Свойственный данному виду изделия со слабо выраженным запахом кедрового ореха	Свойственный данному виду изделия с хорошо выраженным запахом кедрового ореха	Свойственный данному виду изделия с ярко выраженным запахом кедрового ореха
Физико-химические показатели					
Влажность мякиша, %	Не более 42,0	41,0	41,5	42,0	43,5
Кислотность мякиша, град	Не более 3,0	1,4	1,8	2,6	3,6
Массовая доля сахара в пересчете на сухое вещество, %	6,4 ± 1,0	6,3	6,4	6,5	6,4

Анализ таблицы 4 позволяет сделать вывод, что по органолептическим и физико-химическим показателям все образцы булки «Кедровой» соответствуют требованиям ГОСТ 27844-88. Оптимальная дозировка кедровой муки составляет 15% к массе пшеничной муки высшего сорта. Образец имеет округлую форму, светло-желтый цвет, эластичный мякиш с равномерной пористостью, вкус и запах приобрели приятный ореховый оттенок.

Заключительным этапом исследований явился расчет пищевой ценности продукта. Под пищевой ценностью продукта питания подразумевается степень удовлетворения суточной потребности человека в основных пищевых веществах и энергии за счет потребления 100 г готового изделия [2].

В результате проведенных расчетов энергетическая ценность образца №1 составила 277 ккал, образца №2 - 292 ккал, образца №3 - 322 ккал, образца №4 - 352 ккал. По результатам расчетов можно сделать вывод, что с повышением содержания кедровой муки в рецептуре изделия увеличивается энергетическая ценность.

Основным расчетным методом определения биологической ценности белка является метод аминокислотного скора, основанный на

сравнении состава незаменимых аминокислот пищевого белка с соответствующим аминокислотным составом эталонного или «идеального» белка. В справочных таблицах химического состава пищевых продуктов отсутствуют данные о содержании белка и аминокислот в исследуемом изделии, следовательно, расчеты по аминокислотному скору производились по сырью, входящему в рецептуру изделий. Так как белок в изучаемом изделии вносился с несколькими видами сырья, то расчет аминокислотного скоры производился по формуле 1:

$$Si = \frac{\sum_{k=1}^n Xk \times Zk \times Aki}{\sum_{k=1}^n Xk \times Zk} \times \frac{100}{Di} (1)$$

Где  $X_k$  – количество каждого компонента в рецептуре,  $k = 1 \dots n$ , г;

$Z_k$  – содержание белка в каждом компоненте рецептуре,  $k = 1 \dots n$ , г;

$A_{ki}$  – содержание соответствующей аминокислоты в белках каждого компонента рецептуры мг на 1 г белка компонента;

$D_i$  – содержание соответствующей аминокислоты в эталонном белке по шкале ФАО/ВОЗ, мг на 1 г эталонного белка.

Результаты расчета аминокислотного скоры булки русской круглой, изготовленной по классической рецептуре, а также экспериментальных образцов с добавлением кедровой муки, представлены в таблице 5.

Результаты расчета аминокислотного скоры булки «Кедровой»

Таблица 5

Результаты расчета аминокислотного скоры

Наименование аминокислот	Аминокислотный скор, %			
	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4
Изолейцин	105	114	126	133
Лейцин	112	114	117	119
Лизин	45	72	108	132
Метионин + цистин	98	111	128	140
Фенилаланин + тирозин	122	130	142	150
Треонин	76	88	104	115
Триптофан	98	154	233	284
Валин	92	101	113	122

На основе всех проведенных расчетов и исследований, можно сделать вывод, что биологическая ценность белка булки русской круглой, изготовленной по классической рецептуре, характеризуется наличием пяти лимитирующих аминокислот – лизин ( $S=45\%$ ), метионин+цистин ( $S=98\%$ ), треонин ( $S=76\%$ ), триптофан ( $S=98\%$ ) и валин ( $S=92\%$ ). Первой лимитирующей аминокислотой является лизин. Таким образом, белок булки русской круглой, изготовленной по классической рецептуре является биологически неполноценным.

Биологическая ценность белка булки «Кедровой» с содержанием кедровой муки 5%, характеризуется наличием двух лимитирующих

аминокислот - лизин (S=72%), треонин (S=76%). Первой лимитирующей аминокислотой является лизин.

Биологическая ценность белка образцов булки «Кедровой» с содержанием кедровой муки 15% и 25%, характеризуется отсутствием лимитирующих аминокислот. Таким образом, белок булки «Кедровой» с содержанием кедровой муки 15% и 25% является биологически полноценным.

Расчет пищевой ценности, т.е. степени удовлетворения суточной потребности взрослого человека в основных пищевых веществах и энергии при потреблении 100 г булки русской круглой, изготовленной по классической рецептуре; булки «Кедровой» с содержанием кедровой обезжиренной муки 5%; булки «Кедровой» с содержанием кедровой обезжиренной муки 15%; булки «Кедровой» с содержанием кедровой обезжиренной муки 25% представлен в таблице 6:

Таблица 6

Результаты расчета пищевой ценности изготовленных изделий

Пищевые вещества, ед. измерения	Суточная потребность взрослого человека	Содержание в 100 г булки русской круглой				Степень удовлетворения суточной потребности, %			
		№1	№2	№3	№4	№1	№2	№3	№4
Белки, г	75	8,23	9,46	11,90	14,34	11,0	12,6	15,9	19,1
Жиры, г	83	0,89	1,641	3,138	4,637	1,1	2,0	3,8	5,6
Усвояемые углеводы, г	365	46,06	59,91	61,58	63,24	12,6	16,4	16,9	17,3
Пищевые волокна, г	30	0,095	0,095	0,095	0,095	0,3	0,3	0,3	0,3
Минеральные вещества, мг									
Кальций	1000	18,85	20,26	23,10	25,94	1,9	2,0	2,3	2,6
Фосфор	1000	71,01	122,12	224,07	326,15	7,1	12,2	22,4	32,6
Магний	400	13,29	35,59	80,09	124,65	3,3	8,9	20,0	31,2
Натрий	2400	459,36	459,55	459,90	460,26	19,1	19,1	19,2	19,2
Калий	3500	101,16	154,22	260,90	366,05	2,9	4,4	7,5	10,5
Железо	14	1,02	1,51	2,49	3,47	7,3	10,8	17,8	24,8
Витамины									
Тиамин (В <sub>1</sub> ), мг	1,5	0,104	0,129	0,177	0,225	6,9	8,6	11,8	15
Рибофлавин (В <sub>2</sub> ), мг	1,8	0,03	0,046	0,078	0,110	1,7	2,6	4,3	6,1
Ниацин (РР), мг	15-25	0,832	1,144	1,766	2,389	4,2	5,7	8,8	11,9
В – каротин, мг	20	0	0,001	0,004	0,006	0,0	0,0	0	0,0



Аскорбиновая кислота (С), мг	70	0	0	0	0	0,0	0,0	0	0
Токоферолы (Е), мг	10	0	0	0	0	0,0	0,0	0	0
Ретинол (А),мкг	1	0	0,001	0,002	0,003	0,0	0,1	0,2	0,3
Калорийность, ккал	2500	277	292	322	352	11,08	11,7	12,9	14,1

По результатам расчетов, представленных в таблице 6 можно сделать вывод, что с повышением содержания кедровой муки в рецептуре изделия увеличиваются как энергетическая, биологическая, так и пищевая ценность продукта.

Проведенные исследования показали возможность частичной замены пшеничной муки на муку кедровую для изготовления хлебобулочных изделий. По итогам экспериментальных данных установлено, что оптимальным является внесение кедровой муки в рецептуру изделия хлебобулочного в количестве 15%, это привело к улучшению органолептических показателей качества готовых изделий: значительно улучшился внешний вид, вкус и аромат. У полученных образцов отмечается характерный вкус с выраженным привкусом кедрового ореха. По физико-химическим показателям также были получены оптимальные результаты исследований, укладывающиеся в диапазон нормы согласно требованиям ГОСТ 27844-88. Таким образом, кедровая обезжиренная мука является перспективным сырьем для производства продуктов питания функционального назначения. В кедровой муке сохраняются легкоусвояемые белки, сбалансированные по аминокислотному составу, пищевые волокна, витамины (А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, РР, С, В<sub>6</sub> и др.) и минеральные вещества (Са, К, Р, Mg, Se, Fe, Cu, Zn и др.). Использование кедровой муки позволит производителям расширить ассортимент выпускаемых хлебобулочных изделий, а потребителям разнообразить и обогатить свой рацион питания.

#### Список литературы

1. Технический регламент. О безопасности пищевой продукции: Технический регламент Таможенного союза. ТР ТС 021/2011. Утвержден решением комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 880 (с изменениями на 14 июля 2021 года)
2. МР 2.3.1.2432-08. 2.3.1. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. - Москва : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. - 36 с. - URL: <https://docs.cntd.ru/>. - Текст: непосредственный.
3. ГОСТ 27844-88 «Изделия булочные. Технические условия» [Текст]. – Введ. 1990-01-01. – М:Стандартинформ, 2009.

4. ГОСТ 52349-2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения» [Текст]. – Введ. 2005-05-31. – М:Стандартинформ, 2006
5. Пашенко Л. П., Жаркова И. М. Технология хлебопекарного производства: Учебник. — СПб.: Издательство «Лань», 2014.
6. Чижикова, О. Г. Технология производства хлеба и хлебобулочных изделий : учебник для вузов / О. Г. Чижикова, Л. О. Коршенко. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021.
7. Муканова М.Ж. Кедровая мука как дополнительный функциональный продукт / Муканова М.Ж., Серикова А.С. - Казахский университет технологии и бизнеса, Казахстан, г. Астана.
8. Стабровская, О. И. Влияние белковых продуктов из кедровых орехов на качество хлебобулочных изделий / О. И. Стабровская, М. А. Субботина // Хлебопродукты. – 2014. – № 3. – С. 54-55. – EDN RXFAVX
9. Нилова Л.П. Влияние муки кедрового ореха на биохимический состав изделий из пшеничной муки / Нилова Л.П., Шеленга Т.В., Васипов В.В. // Научно-практический журнал. – 2017. - №2(43). – С. 3.
10. Субботина М.А. Исследования химического состава кедровой муки обезжиренной: дис...канд. хим. наук / Субботина М.А. // Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. №4. С.49-50.
11. Дробот В. И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности. – К. Урожай, 1988.

*Об авторах:*

КУДРЯШОВА Наталья Александровна – старший преподаватель кафедры биохимии и биотехнологии, Тверской государственной университет (170100, Тверь, ул. Желябова, 33); e-mail: Kudryashova.NA@tversu.ru

ОРЛОВСКАЯ Алина Александровна – бакалавр кафедры биохимии и биотехнологии химико-технологического факультета ФГБОУ ВО «Тверской государственной университет» (170100, Тверь, ул. Желябова, 33); e-mail: alinochka.orlovskaya.02@mail.ru

**PHYSICO-CHEMICAL QUALITY INDICATORS OF BAKERY PRODUCTS WITH THE ADDITION OF CEDAR FLOUR**

**N.A. Kudryashova, A.A. Orlovskaya**

*Tver State University, Tver*

In recent years, with the introduction of waste-free technologies and complex processing of raw materials, new food products with a full-fledged chemical composition containing biologically active substances have been obtained. This

new non-traditional raw material for the bakery industry can serve as a valuable additive in the production of bakery products. It can be used to increase nutritional value, improve organoleptic and physico-chemical parameters, and create new products for therapeutic and preventive purposes. Cedar skimmed flour was used as an enriching ingredient for making Cedar bread. The analysis of a bakery product with the addition of cedar flour 5%, 15%, 25% of the total amount of premium wheat flour was carried out using the example of the recipe of the Russian round loaf. Bakery products were made using the method of trial laboratory baking and their organoleptic and physico-chemical quality indicators were evaluated.

**Keywords:** *bakery products, Russian round loaf, cedar flour, cedar loaf, trial laboratory baking, physico-chemical quality indicators.*

Дата поступления в редакцию: 10.06.2024.

Дата принятия в печать: 19.06.2024.