

**ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ/FOOD SYSTEMS**DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.166.45> EDN: NJFZCI**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВИДА И МАССОВОЙ ДОЛИ ЖМЫХОВЫХ ДОБАВОК НА АНТИОКСИДАНТНУЮ СПОСОБНОСТЬ ГАЛЕТ**

Научная статья

Лесовская М.И.^{1,*}¹ ORCID : 0000-0003-3665-3233;¹ Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (lesmari[at]rambler.ru)

Аннотация

Целью исследования было определение величины общей дисперсии результирующего показателя (антиоксидантная способность галет, ORAC) и разложение его на составные части для оценки степени влияния на него двух факторов: вида и массовой доли жмыха. Проведена оценка антиоксидантной способности галет с добавками четырёх видов жмыха (тыква, расторопша, кунжут, конопля) при использовании четырёх градаций массовой доли каждой добавки (50%, 40%, 30%, 20%) и применение двухфакторного дисперсионного анализа для расчёта общей вариабельности данных и значимости каждого из указанных факторов для результирующей функции (ORAC). Показано, что для повышения адаптогенной активности рассмотренного вида сухого печенья статистически значимым фактором является массовая доля жмыха, тогда как его вид не имеет достоверного влияния на результат.

Ключевые слова: жмых, галеты, двухфакторный дисперсионный анализ, пищевая система, антиоксидантная способность.

ANALYSIS OF THE EFFECT OF THE TYPE AND MASS FRACTION OF OILCAKE SUPPLEMENTS ON THE ANTIOXIDANT CAPACITY OF BISCUITS

Research article

Lesovskaya M.I.^{1,*}¹ ORCID : 0000-0003-3665-3233;¹ Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russian Federation

* Corresponding author (lesmari[at]rambler.ru)

Abstract

The aim of the study was to determine the total variance of the resulting index (the antioxidant capacity of the biscuits, ORAC) and to break it down into its constituent parts in order to evaluate the degree of influence exerted on it by two factors: the type and mass fraction of the oilcake. The antioxidant capacity of biscuits containing four types of oilcake (pumpkin, milk thistle, sesame, hemp) was assessed using four different mass fractions of each additive (50%, 40%, 30%, 20%) and a two-factor variance analysis to calculate the overall variability of the data and the significance of each of these factors for the resulting function (ORAC). It was shown that, for increasing the adaptogenic activity of the dry biscuit in question, the mass fraction of oilcake is a statistically significant factor, whereas the type of oilcake has no significant effect on the result.

Keywords: oilcake, biscuits, two-way variance analysis, food system, antioxidant capacity.

Введение

Галеты представляют собой разновидность сухого плоского хрустящего печенья с длительным сроком хранения. Обычно их изготавливают из муки и воды и используют как замену хлебу в длительных походах, на производственных вахтах, при горных восхождениях, работе на глубине, в армейских пайках и т.д. В последнее время такие продукты стали всё чаще использоваться не только при профессионально обусловленных экстремальных видах деятельности, но и в обычной жизни как формы диетического питания и здорового перекуса для спортсменов, студентов, школьников, практикантов. Пресные галеты получили широкое распространение в связи с простотой изготовления, низким содержанием сахара и доступными способами обогащения пищевой матрицы биологически активными нутриентами. По составу и способу изготовления к галетам очень близки выпекаемые хрустящие хлебцы, основное отличие которых заключается в расширении компонентного набора за счёт замены муки пшеничной на овсяную, льняную, гречневую и другие виды [1], а также внесении дополнительных традиционных и нетрадиционных нутриентов. В данной работе обсуждается продукт, по способу производства сходный с группой «хлебцы хрустящие», изготовленный из ржаного измельчённого солода с добавкой молотого льна (пропорция 6:4), однако по реологическим свойствам (более плотный, упругий, менее хрупкий) более близкий к галетам, поэтому в дальнейшем обозначаемый как «галеты».

Повышение пищевой ценности продуктов за счёт добавок относится к наиболее устойчивым трендам пищевого производства. При этом пищевую ценность определяют не только расчётным путём, но и с помощью измеряемых параметров пищевой системы. В числе наиболее информативных параметров находится уровень суммарной антиоксидантной активности, отражающий функциональные свойства и адаптогенный потенциал продукта [2].

Для повышения пищевой ценности галет используют разнообразные виды добавок: створки зелёного горошка как источник пищевых волокон [3], соевый белок [4], папоротниковую пасту, овощные порошки из моркови и тыквы [5] и

прочие ингредиенты и меланжи, как правило, имеющие гидрофильную природу. В меньшей степени представлены гидрофобные добавки, чаще всего семена подсолнечника, льна, кунжута и тыквы.

Классификация галет включает три основные группы: простые, улучшенные с жиром, диетические с жиром и сахаром. Обогащение жировым компонентом высоко востребовано потребителями, поскольку именно жировой компонент формирует флейвор (гармоничное вкусовое ощущение). Внесение липидных компонентов является эффективным способом повышения антиоксидантного потенциала готового продукта, т.к. жирорастворимые витамины Е (токоферол), А (каротин), Q10 (убихинон) обладают высокой антирадикальной активностью и термостабильностью, поэтому в отличие от водорастворимых витаминов не разрушаются при выпекании.

Источником пищевых жиров являются не только цельные семена и отжатое масло, но и жмых как экономичный и качественный вторичный ресурс, образуемый в процессе масличного производства и содержащий 7...15% остаточного масла и 32...40% протеина [6]. Перечень сырья для получения масла из семян растений быстро расширяется, помимо традиционных источников (подсолнечник, кедровые орехи, кунжут, конопля, лён и др.) в него входят растения с подтверждёнными адаптогенными свойствами, например, расторопша (*Silybum marianum* (L.) Gaertn., сем. Астровые), в масле семян которой установлено наибольшее суммарное содержание антиоксидантов, включая эффективный гепатопротектор силимар [7]. Таким образом, обогащение галет липидными компонентами является актуальным и практически значимым направлением, развитие которого связано со скринингом обогащающих добавок и выбором их эффективных доз. Для этого необходимо сопоставить значимость двух факторов для результирующей функции (антиоксидантная активность): фактор 1 — вид добавки, фактор 2 — массовая доля внесения добавки в пищевую систему галет.

Целью работы было определение величины общей дисперсии результирующего показателя (антиоксидантная активность галет) и разложение его на составные части для оценки степени влияния на него двух факторов, вида и массовой доли жмыха.

Задачи работы включали:

- 1) оценку антиоксидантной активности галет с добавками четырёх видов жмыха при использовании четырёх градаций массовой доли каждой добавки (50%, 40%, 30%, 20%);
- 2) применение двухфакторного дисперсионного анализа для расчёта общей вариабельности данных и значимости каждого из указанных факторов для результирующей функции (антиоксидантная активность).

Методы и принципы исследования

Материалом для исследования служили галеты, изготовленные из диспергированного ржаного солода, пророщенного по описанной методике [8], и молотых семян льна в соотношении 6:4. (рис. 1, а). Добавками для пищевой системы галет служили 4 вида сухого молотого жмыха (рис. 1, б...е), приобретённые на онлайн-платформе маркетплейса OZON.



Рисунок 1 - Материалы исследования:

а - галеты без добавок; б - кунжутный; в - расторопша; г - конопляный; д - тыквенный

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.166.45.1>

Экспериментальная выпечка была произведена на базе Института пищевых производств Красноярского ГАУ. При выпечке галет использовали режимы 180°C, 20 минут. Антиоксидантную активность образцов определяли хемиллюминесцентным методом с использованием автоматизированного комплекса «Биохемиллюминиметр 3606» (СКТБ «Наука», Красноярск). Регистрируемым параметром была светосумма квантов S за время наблюдения (120 с). Параметром учёта был показатель ORAC (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*, или способность поглощения радикалов кислорода), представляющий собой единицу измерения антиоксидантного потенциала различных пищевых продуктов и добавок [9]). Показатель ORAC (%) представлял собой величину, вычисляемую по формуле 1:

$$ORAC = 100 - S, \quad (1)$$

где S — светосумма квантов ХЛ за время наблюдения; величина нормирована по контролю.

В качестве метода исследования был применён двухфакторный дисперсионный анализ (Two-Way ANOVA). Это один из углублённых методов аналитического исследования для выявления причинно-следственных связей, структурных элементов и закономерностей, лежащих в основе проблемы. В отличие от простого описания, аналитическое исследование даёт основу для принятия обоснованных управленческих решений. Анализ Two-Way ANOVA — это метод математической статистики, используемый для сравнения средних значений трех и более групп, или выборок, по каждому из двух факторов. Метод разработан Р. Фишером и в настоящее время широко применяется в бизнесе, менеджменте качества продукции и в научных исследованиях. Этим способом проверяют, значимы ли межвыборочные различия. Инструментом оценки является анализ дисперсии, представляющей собой отношение межгрупповой дисперсии к внутригрупповой. В качестве нулевой гипотезы принимается, что средние всех групп

равны. Альтернативная гипотеза состоит в том, что хотя бы одно среднее отличается от других. С помощью two-way ANOVA анализируется одновременно влияние двух различных фактор факторов. Если р-значение (p-value) в результате ANOVA находится ниже порогового уровня значимости (обычно 0,05), то H_0 отклоняется. Это означает наличие статистически значимых различий и указывает на существенную роль какого-либо фактора [10]. При обработке данных использовали приложение *Microsoft Excel* для создания и обработки электронных таблиц. Верификацию данных осуществляли методом статистического анализа с использованием критерия Фишера.

Результаты и их обсуждение

Результаты измерения антиоксидантной активности представлены в комбинационной таблице 1.

Таблица 1 - Комбинационная таблица первичных данных и результатов первичной статистической обработки

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.166.45.2>

№ п/п	Фактор 1 вид жмыха	Фактор 2 массовая доля				ΣS_1 по строкам	S_1^2
		50	40	30	20		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	тыква	70,3	51,1	50,1	89,5	261	68121
2	кунжут	86,1	90,7	79,1	72,6	328,5	107912,3
3	расторопша	90,6	87,8	88,9	71,6	338,9	114853,2
4	конопля	87,1	92,4	88,9	74,4	342,8	117511,8
5	ΣS_2 по столбцам	334,1	322	307	308,1	1271,2	408398,3
6	S_2^2	111622,8	103684	94249	94925,61	404481,42	
7	M_2	83,53	80,50	76,75	77,03		

Следующий этап обработки данных включал следующие действия: минимизацию значений всех вариантов выборки, суммирование результатов по строкам, столбцам и возведение их в квадрат. Минимизация значений проводится путём вычитания из каждой варианты условного числа А, составляющего целую часть наименьшего значения по всему объёму выборки. В рассматриваемом массиве значений (N=16) наименьшим числом являлось 50,1, откуда $A=50$.

Результаты вычисления суммы наименьших квадратов приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты вычисления суммы квадратов минимизированных данных

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.166.45.3>

1	Фактор 1 вид жмыха	Минимизированные данные				$\Sigma(S_1-A)$ по строке
		3	4	5	6	
1	2	3	4	5	6	7
1	тыква	20,3	1,1	0,1	39,5	61
2	кунжут	36,1	40,7	29,1	22,6	128,5
3	расторопша	40,6	37,8	38,9	21,6	138,9
4	конопля	37,1	42,4	38,9	24,4	142,8
5	$\Sigma(S_2-A)$ по столбцу	134,1	122	107	108,1	471,2
6	тыква	412,09	1,21	0,01	1560,25	1973,56
7	кунжут	1303,21	1656,49	846,81	510,76	4317,27
8	расторопша	1648,36	1428,84	1513,21	466,56	5056,97
9	конопля	1376,41	1797,76	1513,21	595,36	5282,74
10	$\Sigma(S_2-A)^2$ по столбцу	4740,07	4884,3	3873,24	3132,93	16630,5

Примечание: $A=50$

Для вычисления суммы квадратов по общей дисперсии Θ требовалось рассчитать квадрат значения 471,2 (строка 5, столбец 7), представляющего собой сумму минимизированных данных: $(471,2)^2 = 222029,4$.

Дисперсионный анализ представляет компоненты общей дисперсии формулой (2):

$$\Theta = \Theta_1 + \Theta_2 + \Theta_3, \quad (2)$$

где Θ — сумма квадратов отклонений по общему варьированию;

Θ_1 — сумма квадратов отклонений по градациям первого фактора;

Θ_2 — сумма квадратов отклонений по градациям второго фактора;

Θ_3 — сумма квадратов отклонений по остаточной дисперсии.

Выполнение всех действий, указанных в комбинационной таблице, приводит к получению значения суммы всех вариант $\Sigma x = 1271,2$.

В столбце 6 приведены суммы вариант по строкам (S_1), а в строке 5 — суммы вариант по столбцам (S_2). В столбце 7 (S_1^2) и строке 6 эти суммы возведены в квадрат, затем квадраты суммированы (обозначены ячейками с заливкой).

При многозначных вариантах сумма квадратов отклонений по общему варьированию вычисляется с уменьшением всех вариант на условное число А (в данном случае примем $A=50$). В строках 8...11 показаны расчётные значения за вычетом А, полученная разность возведена в квадрат и внесена в строки 13...16.

Сумма квадратов отклонений по общей вариабельности данных равна (формула 3):

$$\Theta = \sum (x - A)^2 - \frac{[\sum(x-A)]^2}{N} = 16630,5 - \frac{222029,4}{16} = 2753,70 \quad (3)$$

Для расчёта суммы квадратов отклонений по фактору 1 используются данные из табл. 1:

$\Sigma S_1^2 = 408398,3$; $\Sigma x^2 = (1271,2)^2 = 1615949$; градации первого фактора $n_1 = 4$; градации второго фактора $n_2 = 4$; $N = n_1 \times n_2 = 16$. Отсюда (формула 4);

$$\Theta_1 = 408398,3 - \frac{1615949}{4} = 1102,74 \quad (4)$$

Для расчёта суммы квадратов отклонений по фактору 2 используется формула 5:

$$\Theta_2 = \sum S_2^2 - \frac{(\sum x)^2}{n_2} / n_1 = \left(404481,4 - \frac{1615949}{4} \right) / 4 = 123,52 \quad (5)$$

Сумма квадратов отклонений остаточной дисперсии определяется из равенства (формула 6):

$$\Theta_3 = \Theta - \Theta_1 - \Theta_2 = 2753,7 - 1102,7 - 123,5 = 1527,5 \quad (6)$$

Итоговые данные и результаты двухфакторного дисперсионного анализа приведены в таблице 2.

Таблица 3 - Результаты двухфакторного дисперсионного анализа

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.166.45.4>

Вид дисперсии	Сумма квадратичных отклонений	Степень свободы $v = N - 1 = 15$	Дисперсия $\sigma^2 = Q/v$	Критерий Фишера F, значение		
				расчётное	Табличное $F^* P=0,95$	
1	2	3	4	5	6	
Общая Θ	2753,7	15	183,6	1,08	2,64	
Θ_1	1102,735	3	367,6	2,17	3,86	$v_1=3, v_2=9$
Θ_2	123,515	3	41,2	4,12	3,86	$v_1=3, v_2=9$
Θ_0 остаточная	1527,45	9	169,7			

Сравнение расчётных значений критерия Фишера с табличными величинами показывает, что на антиоксидантную активность целевого продукта (галеты) не оказывает значимого влияния вид жмыха, внесенного в пищевую систему, поскольку расчётное значение $F=2,17$ оказалось меньше табличного $F^*=3,86$. В то же время количество добавки оказывает достоверно значимое влияние на показатель качества галет, поскольку расчётное значение $F=4,12$ превышает табличное $F^*=3,86$. Таким образом, судя по полученным результатам, независимо от вида вторичного ресурса масличного производства технологически значимым показателем для адаптогенной активности рассмотренного вида сухого печенья является массовая доля жмыха.

На рисунке 2 приведены результаты анализа антиоксидантной активности галет с добавками различных видов жмыха по градациям массовой доли от 50 до 20% с шагом 10%. На рисунке обозначению «РС» соответствует «ржаной солод» диспергированный, т.е. измельчённый немедленно после проращивания зёрен ржи до 2 мм. Обозначению «РС+ЛМ» соответствует «лён молотый». Контрольный уровень, принятый за 100%, является условной реперной точкой, поскольку в биологических системах полное тушение свободных радикалов невозможно по физиологическим причинам. Поэтому контрольный уровень использовался для формирования шкалы ORAC у рассмотренных вариантов галет с добавками.

Из представленного рисунка можно видеть, что добавки различных видов жмыха способствуют обогащению ржаных галет адаптогенными компонентами. Антиоксидантная активность пищевой системы галет из диспергированного ржаного жмыха составляла 17%; соответствующее значение для композиции галеты «РС+ЛМ» было в 2,5 раза выше (43%). При добавлении к этой основе жмыхов семян тыквы, кунжута, конопли или расторопши наблюдалось увеличение ORAC в диапазоне 70...90%.

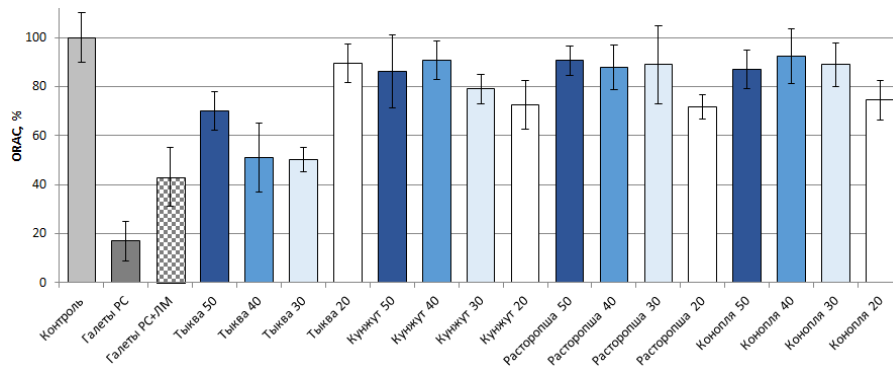


Рисунок 2 - Дозовая зависимость антиоксидантной активности галет от добавок различных жмыхов
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.166.45.5>

Примечание: пояснения в тексте

Из рис. 2 видно, что для трёх видов жмыха (кунжут, конопля, рапсовый) выявлена прямая положительная корреляция между массовой долей добавки и интегральным уровнем антирадикальной активности пищевой системы. Значения коэффициентов корреляции составили: $r_1 = 0,85$ (кунжут), $r_2 = 0,82$ (рапсовый), $r_3 = 0,68$ (конопля). Единственным исключением являлся тыквенный жмых, для которого соответствующий коэффициент корреляции составил $r_4 = -0,39$. Знак коэффициента характеризует отрицательную связь. На рисунке 3 отображены линия регрессии и соответствующее уравнение для выявленной зависимости антиоксидантной активности галет с добавкой тыквенного жмыха от его массовой доли в системе.

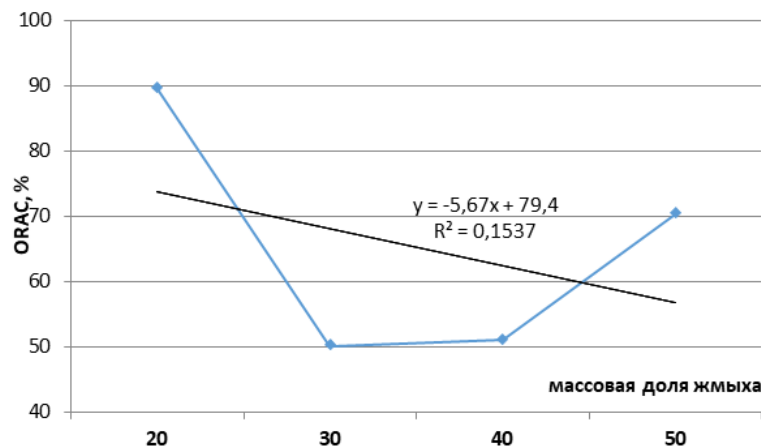


Рисунок 3 - Регрессионная зависимость антиоксидантной активности галет от массовой доли добавки тыквенного жмыха

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.166.45.6>

Величина коэффициента корреляции указывает, что корреляция является хотя и не сильной, но заметной; в большинстве классификаций, например по эмпирической шкале Р. Чеддока, такой уровень взаимосвязи отражает умеренную силу связи и её нелинейность, что может быть обусловлено «зашумлением» другими переменными. На это указывает низкая величина достоверности аппроксимации $R^2 = 0,1537$. Данные подтверждаются также рассчитанным уровнем остаточной вариабельности, вклад которой в общую вариабельность составила 55% ($\Theta = 2753,7$; $\Theta_3 = 1527,5$).

Заключение

1. В результате работы показано, что жмых, отпрессованный в процессе отжима растительного масла из семян масличных культур, является для пищевой промышленности ценным вторичным ресурсом для обогащения сухого печенья (галет) для повышения их пищевой ценности и антиоксидантной активности. В отличие от семян кунжута и тыквы, имеющих ограниченное применение в хлебопекарном производстве, жмых этих культур, а также жмых рапсовый и конопля, ранее не рассматривался как ценный природный источник компонентов с функциональными свойствами.

2. Показано, что адаптогенное значение добавок различных видов жмыха может быть количественно выражено и валидировано с помощью нового параметра — антиоксидантной активности пищевой системы. При внесении в пищевую систему из диспергированного ржаного жмыха и молотого льна (пропорция 6:4) добавок жмыхов семян тыквы, кунжута, конопля или рапсовый наблюдалось увеличение ORAC от 43% до 70...90%.



3. Судя по данным двухфакторного дисперсионного анализа, для повышения адаптогенной активности рассмотренного вида сухого печенья значимым фактором является массовая доля жмыха, тогда как его вид не имеет достоверного влияния на результат.

4. Для трёх видов жмыха (кунжут, конопля, расторопша) выявлена сильная прямая положительная корреляция между массовой долей добавки и уровнем ORAC пищевой системы. Значения коэффициентов корреляции составили $r_1 = 0,85$ (кунжут), $r_2 = 0,82$ (расторопша), $r_3 = 0,68$ (конопля). Напротив, для тыквенного жмыха соответствующий коэффициент корреляции составил $r_4 = -0,39$. Отрицательный характер и умеренная сила может указывать на «зашумление» другими переменными, не выявляемыми в ходе ANOVA.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Чайковская Д.К. Исследование качества хлебцев хрустящих с применением нетрадиционного сырья / Д.К. Чайковская // Наука без границ. — 2019. — № 19 (40). — С. 72–76. — EDN: HMHGUL.
2. Лесовская М.И. Разработка многокомпонентных пищевых продуктов с адаптогенными свойствами / М.И. Лесовская // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции. — Красноярск, 2023. — С. 297–302. — EDN: ABEKWW.
3. Созаева Д.Р. Разработка технологии производства галет, обогащенных пищевыми волокнами / Д.Р. Созаева // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. — 2022. — № 4 (38). — С. 122–129. — EDN: DSIKPT.
4. Стаценко Е.С. Галеты повышенной пищевой ценности с соевым белковым продуктом / Е.С. Стаценко, М.А. Штарберг, Е.А. Бородин // Техника и технология пищевых продуктов. — 2023. — № 3. — С. 513–524. — EDN: LJWJXN.
5. Филина Д.К. Использование нетрадиционного растительного сырья в технологии бездрожжевых галет / Д.К. Филина, Ю.Д. Новикова, И.А. Ахметжанов [и др.] // Индустрия питания. — 2024. — № 1. — С. 27–34. — EDN: DPXYVJ.
6. Бочкарев М.С. Качество и потенциал пищевого использования жмыхов масличного сырья, перерабатываемого в Алтайском крае / М.С. Бочкарев, Е.Ю. Егорова // Ползуновский вестник. — 2015. — № 4-2. — С. 19–22. — EDN: VMDLDJ.
7. Демченкова Е.Ю. Содержание суммы антиоксидантов в гепатопротекторных фитопрепаратах / Е.Ю. Демченкова, А.Н. Миронов, В.Г. Кукес [и др.] // Биомедицина. — 2011. — № 4. — С. 75–78. — EDN: ONJIMX.
8. Лесовская М.И. Раздельное и совместное влияние регуляторов кислородного метаболизма на проращивание ржи / М.И. Лесовская, Н.Л. Кабак // Международный научно-исследовательский журнал. — 2022. — № 11 (125). — DOI: 10.23670/IRJ.2022.125.1. — EDN: DEBURU.
9. Пчёлкина В.А. Анализ антиоксидантного потенциала и изучение особенностей микроструктуры отдельных видов пряностей и трав, используемых в мясопереработочной промышленности / В.А. Пчёлкина, Н.В. Купаева // Теория и практика переработки мяса. — 2023. — № 4. — С. 289–301. — DOI: 10.21323/2414-438X-2023-8-4-289-301. — EDN: MFKUCT.
10. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г.Н. Зайцев. — Москва: Наука, 1984. — С. 299–302.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Chaikovskaya D.K. Issledovanie kachestva khlebtsev khrustyashchikh s primeneniem netraditsionnogo sirya [A study of the quality of crispbreads made using non-traditional ingredients] / D.K. Chaikovskaya // Nauka bez granits [Science without Borders]. — 2019. — № 19 (40). — P. 72–76. — EDN: HMHGUL. [in Russian]
2. Lesovskaya M.I. Razrabotka mnogokomponentnikh pishchevikh produktov s adaptogennimi svoystvami [Development of multi-component food products with adaptogenic properties] / M.I. Lesovskaya // Nauka i obrazovanie: opit, problemi, perspektivi razvitiya. Materiali mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Science and Education: Experience, Challenges, and Prospects for Development. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. — Krasnoyarsk, 2023. — P. 297–302. — EDN: ABEKWW. [in Russian]
3. Sozaeva D.R. Razrabotka tekhnologii proizvodstva galet, obogashchennikh pishchevimi voloknami [Development of a production process for biscuits enriched with dietary fibre] / D.R. Sozaeva // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V.M. Kokova [Proceedings of the V.M. Kokov Kabardino-Balkarian State Agrarian University]. — 2022. — № 4 (38). — P. 122–129. — EDN: DSIKPT. [in Russian]
4. Statsenko Ye.S. Galeti povishennoi pishchevoi tsennosti s soevim belkovim produktom [High-nutritional-value biscuits containing a soya protein product] / Ye.S. Statsenko, M.A. Shtarberg, Ye.A. Borodin // Tekhnika i tekhnologiya pishchevikh produktov [Food Technology and Engineering]. — 2023. — № 3. — P. 513–524. — EDN: LJWJXN. [in Russian]



5. Filina D.K., Ispolzovanie netraditsionnogo rastitelnogo sirya v tekhnologii bezdrozhzhevikh galet [The use of non-traditional plant-based raw materials in yeast-free biscuit production] / D.K. Filina, Yu.D. Novikova, I.A. Akhmetzhanov [et al.] // *Industriya pitaniya* [Food Industry]. — 2024. — № 1. — P. 27–34. — EDN: DPXYVJ. [in Russian]
6. Bochkarev M.S. Kachestvo i potentsial pishchevogo ispolzovaniya zhmikhov maslichnogo sirya, pererabativaemogo v Altaiskom krae [The quality and potential for food use of oilseed meal processed in Altai Krai] / M.S. Bochkarev, Ye.Yu. Yegorova // *Polzunovskii vestnik* [Polzunovsky Bulletin]. — 2015. — № 4-2. — P. 19–22. — EDN: VMDLDJ. [in Russian]
7. Demchenkova Ye.Yu. Soderzhanie summi antioksidantov v gepatoprotekturnykh fitopreparatakh [Antioxidant content in hepatoprotective herbal drugs] / Ye.Yu. Demchenkova, A.N. Mironov, V.G. Kukes [et al.] // *Biomeditsina* [Biomedicine]. — 2011. — № 4. — P. 75–78. — EDN: ONJIMX. [in Russian]
8. Lesovskaya M.I. Razdelnoe i sovместное влияние регуляторов кислородного метаболизма на прорашивание ржи [The separate and combined effects of oxygen metabolism regulators on rye germination] / M.I. Lesovskaya, N.L. Kabak // *Mezhdunarodnii nauchno-issledovatel'skii zhurnal* [International Research Journal]. — 2022. — № 11 (125). — DOI: 10.23670/IRJ.2022.125.1. — EDN: DEBURU. [in Russian]
9. Pcholkina V.A. Analiz antioksidantnogo potentsiala i izuchenie osobennosti mikrostrukturi ot delnykh vidov pryanoстей i trav, ispolzuemikh v myasopererabotochnoi promishlennosti [Analysis of the antioxidant potential and study of the microstructural characteristics of selected spices and herbs used in the meat processing industry] / V.A. Pchelkina, N.V. Kupaeva // *Teoriya i praktika pererabotki myasa* [Theory and Practice of Meat Processing]. — 2023. — № 4. — P. 289–301. — DOI: 10.21323/2414-438X-2023-8-4-289-301. — EDN: MFKUCT. [in Russian]
10. Zaitsev G.N. Matematicheskaya statistika v eksperimentalnoi botanike [Mathematical statistics in experimental botany] / G.N. Zaitsev. — Moscow: Nauka, 1984. — P. 299–302. [in Russian]