

Влияние корня одуванчика лекарственного на водопоглощение, реологические свойства теста и качество хлеба

Казанский национальный
исследовательский технологический
университет, г. Казань,
Российская Федерация

М. А. Ахметзянова, А. В. Маслов, З. Ш. Мингалеева

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Александр Васильевич Маслов

E-mail: maslov-aleksandr95@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Ахметзянова, М.А., Маслов, А.В., & Мингалеева, З.Ш. (2024). Одуванчик лекарственный в технологии производства хлебобулочных изделий. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 32(4), 105-118.
<https://doi.org/10.36107/spfp.2024.4.582>

ПОСТУПИЛА: 11.05.2024

ДОРАБОТАНА: 20.11.2024

ПРИНЯТА: 16.12.2024

ОПУБЛИКОВАНА: 27.12.2024

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

автор сообщает об отсутствии
конфликта интересов.



АННОТАЦИЯ

Введение: Актуальным направлением исследований в пищевой промышленности становится обогащение продуктов питания массового потребления макро- и микронутриентами. Среди разнообразия доступных сырьевых ресурсов для обогащения продуктов особое внимание уделяется растительному сырью, содержащему широкий спектр пищевых и биологически активных веществ.

Цель: Изучить химический состав корня одуванчика лекарственного, его влияние на показатели качества и водопоглощение пшеничной муки, реологические свойства теста и качество хлеба для оценки возможности применения в производстве функциональных хлебобулочных изделий.

Материалы и методы: В качестве объектов исследования были выбраны мука пшеничная первого сорта и корень одуванчика лекарственного. При проведении экспериментов использовались общепринятые стандартные методы. Порошок корня одуванчика вносили взамен пшеничной муки первого сорта в концентрациях 1, 2 и 3 %. Хлебобулочные изделия готовили безопасным способом.

Результаты: Порошок корня одуванчика лекарственного по сравнению с мукой пшеничной первого сорта содержал в 3,8 раз больше клетчатки и в 18 раз больше общей золы. Внесение исследуемой добавки в муку повышало индекс деформации клейковины по сравнению с контролем в среднем на 3,6 % и снижало водопоглощение муки на 0,5–0,8 %. Порошок корня одуванчика лекарственного оказывал влияние на органолептические показатели готовой продукции: цвет корки менялся от светло-золотистого до светло-серого, вкус и запах имел характерные черты вносимой добавки. Внесение добавки приводило к снижению параметра яркости, увеличению индекса красного оттенка и уменьшению индекса желтого оттенка. Опытные изделия имели правильную форму, без подрывов и трещин, эластичный мякиш с тонкостенной и равномерной пористостью. При внесении добавки показатель пористости возрастал на 0,8–3,1 %, удельный объем — на 10,4–11,8 % по отношению к контролю.

Выводы: На основании исследований представляется возможным производство хлебобулочных изделий с использованием порошка корня одуванчика лекарственного в концентрации не более 2 % взамен муки. Данная концентрация позволяет получить готовые изделия с приемлемыми вкусовыми качествами и улучшенными физико-химическими показателями.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

одуванчик лекарственный (*Taraxacum Officinale* Wigg); порошок корня одуванчика; реология теста; функциональные продукты; органолептические показатели хлеба; физико-химические свойства теста и хлеба; пористость мякиша; кислотность мякиша; влажность хлеба

Effect of Common Dandelion Root on Water Absorption, Rheological Properties of Dough, and Bread Quality

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation

Maria A. Akhmetzyanova, Alexander V. Maslov,
Zamira Sh. Mingaleeva

CORRESPONDENCE:

Alexander V. Maslov,

E-mail: maslov-aleksandr95@mail.ru

FOR CITATIONS:

Akhmetzyanova, M.A., Maslov, A.V., & Mingaleeva, Z.Sh. (2024). Effect of common dandelion root on water absorption, rheological properties of dough, and bread quality. *Storage and Processing of Farm Products*, 32(4), 105-118. <https://doi.org/10.36107/spfp.2024.4.582>

RECEIVED: 11.05.2024

REVISED: 20.11.2024

ACCEPTED: 16.12.2024

PUBLISHED: 27.12.2024

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.



ABSTRACT

Introduction: The enrichment of mass-consumed food products with macro- and micronutrients is becoming an urgent area of research in the food industry. Among the variety of available raw materials for food fortification, special attention is paid to plant raw materials containing a wide range of food and biologically active substances.

Purpose: To study the possibility of producing bakery products from wheat flour of the first grade using common dandelion root.

Materials and Methods: Wheat flour of the first grade and common dandelion root were selected as the objects of research. Generally accepted standard methods were used during the experiments. Common dandelion root powder was introduced instead of wheat flour of the first grade in concentrations of 1, 2 and 3%. Bakery products were prepared using a straight dough method.

Results: Common dandelion root powder, compared with wheat flour of the first grade, contained 3.8 times more fiber and 18 times more total ash. The incorporation of the studied additive to flour increased the gluten deformation index by an average of 3.6% compared with the control and reduced the water absorption of flour by 0.5-0.8%. Common dandelion root powder had an effect on the organoleptic characteristics of the finished product: the color of the bread crust varied from light golden to light gray, the taste and smell had characteristic features of the additive. The incorporation of the additive led to a decrease in the brightness parameter, an increase in the red hue index and a decrease in the yellow hue index. The experimental products had the correct shape, without oven breaks and cracks, elastic crumb with thin-walled and uniform porosity. When the additive was incorporated, the porosity index increased by 0.8-3.1%, and the specific volume increased by 10.4-11.8% relative to the control.

Conclusion: Based on research, it is possible to produce bakery products using common dandelion root powder in a concentration of no more than 2% instead of flour. This concentration makes it possible to obtain finished products with acceptable taste qualities and improved physico-chemical parameters.

KEYWORDS

common dandelion (*Taraxacum officinale*); dandelion root powder; dough rheology; functional foods; sensory properties of bread; physicochemical properties of dough and bread; crumb porosity; crumb acidity; bread moisture

ВВЕДЕНИЕ

В 2024 году наблюдается рост осведомленности потребителей о составе продуктов питания и их влиянии на здоровье. Потребители все более требовательны к составу пищи, стремятся сократить потребление углеводов, жиров и искусственных добавок. В связи с этим, актуальным направлением исследований в пищевой промышленности становится обогащение продуктов питания массового потребления макро- и микронутриентами с целью повышения привлекательности данных продуктов для потребителей, а также улучшения здоровья и качества жизни населения страны. Среди разнообразия доступных сырьевых ресурсов для обогащения продуктов особое внимание уделяется растительному сырью, содержащему широкий спектр пищевых и биологически активных веществ (Maslov et al., 2023; Гумеров с соавт., 2022).

Хлебобулочные изделия из пшеничной муки относятся к пищевым продуктам массового потребления, входящим в ежедневный рацион питания широких слоев населения, поэтому поиск новых источников растительного сырья для производства хлебопекарной продукции становится актуальной и важной задачей исследований (Paura et al., 2022). В этом отношении с точки зрения экономической эффективности и доступности интерес для изучения представляют дикорастущие инулинсодержащие растения, которые содержат кроме макро- и микронутриентов, входящих в состав большинства растительного сырья, также дополнительно высокомолекулярный инулин (Естафьев и соавт., 2014; Кайшев и соавт., 2018). Польза инулина для здоровья заключается в уменьшении инсулинорезистентности при сахарном диабете второго типа, особенно у людей, страдающих ожирением (Rao, 2019). В связи с этим, исследования, направленные на разработку технологий функциональных и лечебно-профилактических продуктов питания с инулином, способствующих снижению и стабилизации уровня сахара в крови в течение дня, являются актуальными для пищевой промышленности (Оробинская, 2016). Так, изучается возможность применения корней инулинсодер-

жащих растений в технологии функциональных пищевых продуктов. Изучена возможность применения якона и продуктов его переработки в производстве функциональных продуктов питания.¹ В технологии производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий предложены способы производства изделий лечебно-профилактической направленности с применением топинамбура (Васильев и соавт., 2019), производства пряничных изделий с гидролизированным порошком топинамбура (Тертычная и соавт., 2020), активации дрожжей с использованием порошка корня лопуха².

С целью обогащения хлебобулочных изделий инулином, макро- и микронутриентами большой интерес представляет одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg), который является многолетним растением семейства Астровые. Существует более 2000 видов растений, принадлежащих к роду *Taraxacum*, в России встречаются около 200 видов, представители которых распространены почти на всей территории страны (Дьякова и соавт., 2016). *Taraxacum officinale* Wigg входит в список лекарственных растений большинства мировых фармакопей. В фармацевтической промышленности находят применение корни, листья и цветки *Taraxacum officinale* Wigg. Корни одуванчика собирают в осенний период и высушивают. В высушенном виде они не имеют запаха, но обладают горьковатым вкусом. Собранное сырье содержит сесквитерпеновые лактоны, фенольные кислоты (кофейная, хлорогеновая, кумариновая), флавоноиды и кумарины, а также полисахарид инулин, который является пищевым волокном и обладает пробиотическими свойствами (Fan et al., 2023). Помимо инулина, в корнях найдены низкомолекулярные полифруктаны (инулиды) и пектиновые полисахариды. Благодаря способности связывать и выводить из организма токсичные элементы, пектиновые вещества применяются в медицине, фармацевтической и пищевой промышленности. Кроме того, в корнях одуванчика лекарственного обнаружены следующие биологически активные вещества: сахара, тритерпеновые соединения, аминок- и оксикислоты, свободные жирные кислоты, каротин, тиамин, аскорбиновая кислота, рибофла-

¹ Mikhailov, E. V., Aristov, A. V., Derkanosova, N. M., Korneva, E. S., & Gins, V. K. (2020). In vivo experimental evaluation of functional food ingredient being powdered prefabricated acon. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 422, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.

² Автор.

вин и другие витамины. Сообщается также, что обжаренные корни одуванчика можно использовать в пищевой промышленности в качестве заменителя кофе (Vural, 2024).

Установлена способность корней одуванчика повышать свертываемость крови и выводить из организма холестерин, оказывая благоприятное действие при атеросклерозе. Корень *Taraxacum officinale* Wigg проявляет антиоксидантные, антибактериальные, противовоспалительные, противоопухолевые, гепатопротекторные и гиполипидемические свойства, оказывает легкое слабительное, мочегонное и желчегонное действие, снижает уровень холестерина в крови (Fan et al., 2023; Sharma et al., 2023). Корень одуванчика лекарственного рекомендуется включать в рацион диетического питания больным сахарным диабетом (Li et al., 2021; Türkmen et al., 2023). При этом данное лекарственное растение входит в состав травяных сборов, рекомендуемых при отсутствии аппетита. Корень и листья одуванчика используются в медицинской практике при лечении заболеваний органов желудочно-кишечного тракта, печени, почек и в качестве седативного средства (Cacak-Pietrzak et al., 2021; Wu, 2021; Zheng et al., 2022; Korbášová et al., 2022).

Основываясь на выводах, полученных в ходе исследований российских и зарубежных ученых, авторы определили, что отсутствуют данные о комплексном влиянии корня одуванчика лекарственного на технологические характеристики производства обогащенных хлебобулочных изделий. Предметом настоящего исследования является всесторонний анализ влияния корня одуванчика лекарственного на пищевую ценность, белково-протеиназный, углеводно-амилазные комплексы, свойства тестовых полуфабрикатов в процессе замеса и брожения,

а также органолептические и физико-химические характеристики готовых изделий. Целью настоящего исследования: изучить химический состав корня одуванчика лекарственного, его влияние на показатели качества и водопоглощение пшеничной муки, реологические свойства теста и качество хлеба для оценки возможности применения в производстве функциональных хлебобулочных изделий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сырье

При проведении исследований использовали пшеничную муку первого сорта «Царица хлебов» (ООО «Причулымье», г. Ачинск), по показателям качества удовлетворяющую требованиям ГОСТ 26574–2017³, прессованные дрожжи «Люкс Экста» — ТУ 9182–038–48975583–2011, соль пищевую — ГОСТ Р 51574–2018⁴ и воду питьевую — СанПиН 1.2.3685–21⁵. Корень одуванчика лекарственного (ЛСР-000053/08) приобретали в аптечной сети и измельчали в порошок с размером частиц менее 1 мм в лабораторной мельнице.

Методы оценки качества сырья

Общее содержание нутриентов определяли с использованием следующих методов: белок — по ГОСТ 10846–91⁶, жир — по ГОСТ 29033–91⁷, сырая клетчатка — по ГОСТ 31675–2012⁸, минеральные вещества — по ГОСТ 27494–2016⁹. Изучали технологические показатели качества муки: влажность — по ГОСТ 9404–88¹⁰, содержание сырой клейковины и ее качество — по ГОСТ 27839–2013¹¹, влажность сырой клейковины и содержание сухой

³ ГОСТ 26574–2017. (2018). Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия. М.: Стандартинформ.

⁴ ГОСТ Р 51574–2018. (2018). Соль пищевая. Общие технические условия. М.: Стандартинформ.

⁵ САНПИН 1.2.3685–21. (2021). Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

⁶ ГОСТ 10846–91. (2009). Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. М.: Стандартинформ.

⁷ ГОСТ 29033–91. (2004). Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира. М.: ИПК Издательство стандартов.

⁸ ГОСТ 31675–2012. (2020). Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. М.: Стандартинформ.

⁹ ГОСТ 27494–2016. (2019). Мука и отруби. Методы определения зольности. М.: Стандартинформ.

¹⁰ ГОСТ 9404–88. (2007). Мука и отруби. Метод определения влажности. М.: Стандартинформ.

¹¹ ГОСТ 27839–2013. (2014). Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины. М.: Стандартинформ.

клейковины — по ГОСТ 28797–90¹², число падения — по ГОСТ 27676–88¹³. Исследования технологических показателей качества проводили при замене части муки на порошок корня одуванчика лекарственного в количестве 1, 2 и 3 % взамен муки.

Водопоглощение муки и реологические характеристики теста

Определение проводили путем замеса теста в месилке прибора Farinograph-AT Brabender по ГОСТ ISO 5530–1–2013¹⁴ из муки и воды. Количество муки рассчитывали исходя из массы муки 300 г базисной влажностью 14 %. Воду дозировали до достижения консистенции теста в диапазоне 480–520 FE. Во время замеса определяли число качество, время образования, устойчивость и степень разжижения теста.

Замес теста, процесс тестоведения и выпечка изделий

Тесто для контрольных образцов изделий замешивали по унифицированной рецептуре, включающей пшеничную муку (100 кг), прессованные дрожжи (1,0 кг) и поваренную соль (1,3 кг). Воду вносили в количестве, необходимом для достижения влажности теста 46 %. При замесе теста для опытных образцов изделий пшеничную муку заменяли на порошок корня одуванчика лекарственного в количестве 1, 2 и 3 % от массы муки. Тесто замешивали в течение 4 минут в лабораторной тестомесильной машине У1-ЕТВ. Брожение тестовых полуфабрикатов проводили в термостате при 30–32 °С в течение 170 мин. Кислотность тестовых полуфабрикатов определяли титрованием водным раствором NaOH с концентрацией 0,1 моль/дм³. После брожения тесто делили на куски. Масса тестовых заготовок составляла 380 грамм. Заготовки укладывали в хлебопекарные

формы Л 11 и направляли на окончательную расстойку, которая продолжалась в течение 45 мин при 35 °С. Изделия выпекались 40 минут при 180 °С. После выпечки хлеб охлаждали и хранили до проведения анализов в течение 24 часов при 20 °С.

Анализ качества готовых хлебобулочных изделий

Готовые хлебобулочные изделия анализировали по органолептическим и физико-химическим показателям через 24 часа после выпечки. Органолептические показатели качества оценивали по 10 балльной шкале, средний балл рассчитывали с учетом коэффициентов весомости каждого показателя.

Физико-химические показатели готовых изделий определяли следующими методами: влажность — по ГОСТ 21094–2022¹⁵, кислотность — по ГОСТ 5670–96¹⁶, пористость — по ГОСТ 5669–96¹⁷, удельный объем — по ГОСТ 27669–88¹⁸.

Анализ цветовых характеристик хлебобулочных изделий

Цветовые характеристики мякиша изделий измеряли колориметром CS-10 (Китай) согласно методу, описанному в работе Автора с соавт., 2023.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Химический состав сырья

На начальных этапах исследования проводили изучение показателей качества пшеничной муки, порошка корня одуванчика лекарственного и его влияние на свойства муки.

¹² ГОСТ 28797–90. (2007). Мука пшеничная. Определение содержания сухой клейковины. М.: Стандартинформ.

¹³ ГОСТ 27676–88. (2009). Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения. М.: Стандартинформ.

¹⁴ ГОСТ ISO 5530–1–2013. (2019). Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Часть 1. Определение водопоглощения и реологических свойств с применением фаринографа. М.: Стандартинформ.

¹⁵ ГОСТ 21094–2022. (2022). Изделия хлебобулочные. Методы определения влажности. М.: Стандартинформ.

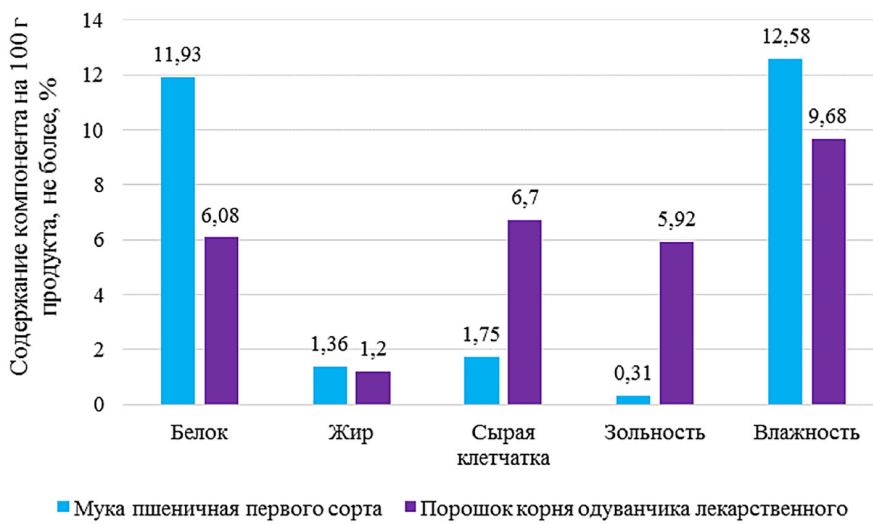
¹⁶ ГОСТ 5670–96. (2006). Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации.

¹⁷ ГОСТ 5669–96. (2006). Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации.

¹⁸ ГОСТ 27669–88. (2007). Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба. М.: Стандартинформ.

Рисунок 1
Химический состав пшеничной муки первого сорта и порошка корня *Taraxacum officinale* Wigg

Figure 1
Chemical Composition of First-Grade Wheat Flour and the Powder of *Taraxacum officinale* Wigg Root



На Рисунке 1 приведен химический состав пшеничной муки первого сорта и порошка корня одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg).

Данные Рисунка 1 показывают, что пшеничная мука первого сорта соответствовала сорту муки, заявленному производителем. Порошок корня *Taraxacum officinale* Wigg содержал меньше на 2,9% влаги, чем пшеничная мука, а также уступал муке по количеству белка и жира, но превосходил ее по содержанию клетчатки в 3,8 раза и более чем в 18 раз по содержанию общей золы.

Свойства клейковины и амилалитическая активность муки

В Таблице 1 приведено влияние порошка корня *Taraxacum officinale* Wigg на свойства клейковины и амилалитическую активность пшеничной муки первого сорта.

Согласно данным Таблицы 1 с увеличением количества порошка корня одуванчика лекарственного содержание сырой клейковины снижалось по сравнению с контролем на 0,3 % для образцов с заменой 3 %

Таблица 1
Влияние порошка корня *Taraxacum officinale* Wigg на свойства клейковины и амилалитическую активность пшеничной муки первого сорта

Table 1
Effect of *Taraxacum officinale* Wigg Root Powder on the Properties of Gluten and the Amylolytic Activity of First-Grade Wheat Flour

Наименование показателя	Контроль	Содержание порошка корня <i>Taraxacum officinale</i> Wigg, % взамен муки		
		1 %	2 %	3 %
Содержание сырой клейковины, %	30,1 ± 0,5	30,8 ± 0,5	30,5 ± 0,5	29,8 ± 0,5
Качество клейковины, ед. приб. ИДК-ЗМ	63,1 ± 0,5	66,7 ± 0,5	66,5 ± 0,5	63,0 ± 0,5
Влажность сырой клейковины, %	61,7 ± 0,1	69,4 ± 0,1	69,4 ± 0,1	68,7 ± 0,1
Содержание сухой клейковины, %	11,2 ± 0,1	10,2 ± 0,1	9,7 ± 0,1	9,6 ± 0,1
Число падения, с	304 ± 9	307 ± 12	312 ± 7	316 ± 3

муки, что вполне закономерно, в связи с отсутствием во вносимой добавке белков группы проламинов и глютелинов, которые вместе образуют клейковину. Однако при замене муки на исследуемый порошок в концентрациях 1 % и 2 % содержание сырой клейковины возрастало на 0,7 % и 0,4 %, соответственно. Показатель влажности сырой клейковины в среднем возрастал на 7,5 % по отношению к контролю.

Индекс деформации сырой клейковины по показаниям прибора ИДК-3М при внесении исследуемой добавки возрастал по сравнению с контролем в среднем на 3,6 %, что говорит о незначительном ослаблении клейковинного каркаса. Следует отметить, что значение показаний прибора ИДК-3М не выходило пределы, установленные требованиями ГОСТ 26574–2017¹⁹ для пшеничной муки первого сорта.

Таблица 1 демонстрирует, что при внесении порошка корня одуванчика лекарственного наблюдалось снижение содержания сухой клейковины на 1,0–1,6 % по отношению к контролю, что обусловлено отсутствием в исследуемой добавке клейковинных белков.

Важной характеристикой качества пшеничной муки, на которую исследовали влияние добавки, является показатель число падения. Данный показатель отображает значение активности амлолитических ферментов муки, которые оказывают

значительное влияние на длительность процесса тестоведения и качество готовых изделий. Согласно требованиям государственного стандарта на пшеничную муку (ГОСТ 26574–2017²⁰) минимальное значение числа падения должно составлять 200 с. При более низком значении показателя наблюдается отрыв внешней корки от мякиша, хлеб приобретает солодовый запах и кисловатый вкус вследствие активного брожения, снижаются формоустойчивость и пористость изделий. Верхний предел числа падения не нормируется, однако значение показателя более 400 с негативно влияет на качество хлеба: снижаются высота подъема теста и объемный выход хлебобулочных изделий, поверхность хлеба имеет бледный окрас.

Согласно данным Таблицы 1 число падения муки при внесении порошка корня одуванчика лекарственного возрастало в среднем на 2,5 % по сравнению с контрольным образцом.

Реологические свойства пшеничного теста и водопоглощение муки

Важными характеристиками хлебопекарной муки являются ее водопоглощение и реологические свойства теста, которое она образует, поэтому изучали влияние порошка корня одуванчика лекарственного на указанные показатели. Результаты представлены в Таблице 2.

Таблица 2

Влияние порошка корня *Taraxacum officinale* Wigg на водопоглощение пшеничной муки первого сорта и реологические свойства теста

Table 2

Effect of *Taraxacum Officinale* Wigg Root Powder on the Water Absorption of First-Grade Wheat Flour and the Rheological Properties of the Dough

Наименование показателя	Контроль	Содержание порошка корня <i>Taraxacum officinale</i> Wigg взамен муки		
		1 %	2 %	3 %
Водопоглощение, %	59,4 ± 0,2	58,6 ± 0,2	58,9 ± 0,2	58,6 ± 0,2
Время образования теста, мин	2,47 ± 0,10	2,39 ± 0,10	4,43 ± 0,10	2,25 ± 0,10
Устойчивость, мин	9,13 ± 0,10	9,42 ± 0,10	11,40 ± 0,10	13,28 ± 0,10
Степень разжижения через 12 мин после максимума, FE	60,0 ± 1,0	49,0 ± 1,0	49,0 ± 1,0	32,0 ± 1,0
Число качество фаринографа	97 ± 1,0	104 ± 1,0	122 ± 1,0	139 ± 1,0

¹⁹ ГОСТ 26574–2017. (2018). Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия. М.: Стандартинформ.

²⁰ Там же

Водопоглощение муки зависит от помола, целостности крахмального зерна, прочности клейковинных белков, содержания пищевых волокон и других факторов (Zhang et al., 2020). В представленном исследовании водопоглощение муки незначительно снижалось при внесении порошка корня одуванчика лекарственного на 0,5–0,8% по отношению к контролю (Таблица 2). Вероятно, это связано с более крупным по сравнению с пшеничной мукой размером частиц вносимого порошка корня одуванчика лекарственного, вследствие чего поглощение воды частицами добавки при замесе теста происходило менее интенсивно.

Данные, представленные в Таблице 2, свидетельствуют о том, что добавление порошка корня *Taraxacum officinale* Wigg в пшеничную муку влечет за собой изменение всех реологических параметров тестовых полуфабрикатов: времени образования, устойчивости и степень разжижения.

Проведенные исследования показали, что замена пшеничной муки на порошок корня одуванчика в концентрациях 1% и 3% привела к незначительному снижению времени образования теста по сравнению с контрольным образцом на 0,08 и 0,22 мин, соответственно. При концентрации исследуемой добавки 2% время образования теста было выше на 1,96 минут по отношению к контролю.

По результатам исследования установлено, что частичная замена пшеничной муки на порошок корня одуванчика лекарственного приводит к повышению устойчивости теста при замесе (Таблица 2). Устойчивость теста является показателем прочности теста и характеризует его способность выдер-

живать перемешивание, сохраняя при этом максимальную консистенцию. Значительное увеличение данного показателя по сравнению с контролем было обнаружено при добавлении 2% и 3% добавки (на 24,9% и 45,5%, соответственно), в то время как при добавлении 1% добавки данный параметр увеличивался незначительно (на 3,2%).

Степень размягчения через 12 минут (по стандарту ICC) после начала замеса во всех опытных образцах была ниже, чем в контрольном, что свидетельствует об улучшении реологических свойств теста. Полученные результаты позволяют сделать вывод об укреплении структуры теста, вызванным порошком корня одуванчика лекарственного, что также подтверждается возрастанием значений числа качества фаринографа в среднем на 25,4% по сравнению с контролем (таблица 2). Увеличение времени образования теста и устойчивости наряду с уменьшением степени разжижения теста свидетельствует о муке с сильной клейковиной, которая способна образовывать тесто, устойчивое к изменению консистенции при замесе (Ungureanu-Iuga et al., 2021; Yang et al., 2024).

Титруемая кислотность пшеничного теста в процессе брожения

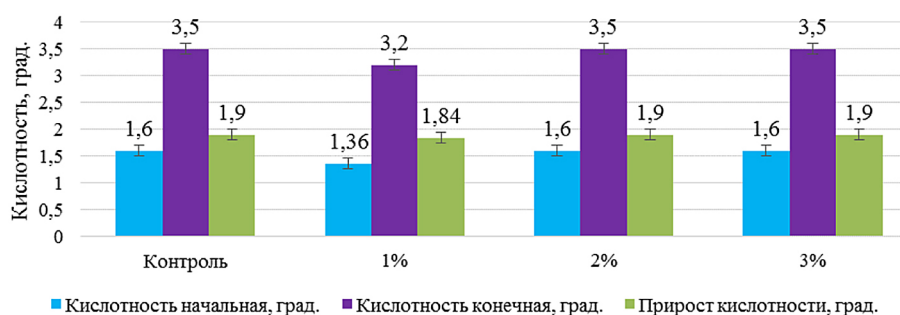
После замеса тестовые полуфабрикаты направляются на брожение. Основной технологический показатель, характеризующий свойства теста на данном этапе, — это титруемая кислотность. Изучали влияние порошка корня одуванчика лекарственного на данный показатель. Результаты представлены на Рисунке 2.

Рисунок 2

Влияние порошка корня *Taraxacum Officinale* Wigg на показатели качества тестовых полуфабрикатов

Figure 2

Effect of *Taraxacum Officinale* Wigg Root Powder on the Quality Indicators of Dough Semi-Finished Products



Как видно из данных Рисунка 2, добавка не оказала существенного влияния на кислотность тестовых полуфабрикатов, значения начальной и конечной кислотности были сопоставимы для всех образцов и соответствовали принятым нормам.

Показатели качества хлебобулочных изделий

Далее проводили выпечку хлебобулочных изделий и оценивали их органолептические и физико-химические показатели качества. На Рисунках 3 и 4 представлены внешний вид и профилограмма ор-

Рисунок 3

Влияние порошка корня *Taraxacum officinale* Wigg на внешний вид и структуру пористости мякиша пшеничного хлеба

Figure 3

Effect of *Taraxacum Officinale* Wigg Root Powder on the Appearance and Porosity Structure of Wheat Bread Crumb

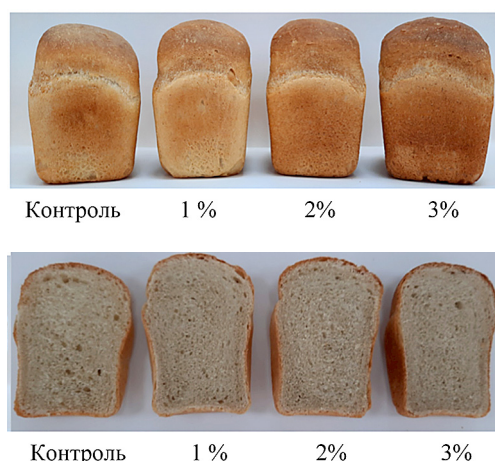


Рисунок 4

Влияние порошка корня *Taraxacum officinale* Wigg на профилограмму органолептических показателей готовых изделий

Figure 4

Effect of *Taraxacum Officinale* Wigg Root Powder on the Profile of Organoleptic Indicators of Finished Products



ганолептических показателей готовых хлебобулочных изделий.

Органолептическая оценка изделий (Рисунки 3 и 4) показала, что замена пшеничной муки на порошок корня одуванчика лекарственного повлияла на сенсорные показатели качества готовой продукции. Хлебобулочным изделиям с добавлением 1%, 2% и 3% исследуемой добавки были присвоены сопоставимые с контрольным образцом баллы по показателям внешний вид и форма. По показателям окраска корок и форма самые высокие оценки получили контроль и опытные образцы с содержанием 1% порошка корня *Taraxacum officinale* Wigg, в то время как образцы с более высокими количествами добавки отличались сниженной гладкостью поверхности корок и характеризовались более темным цветом корок. Мякиш всех образцов хлеба был достаточно мягким, эластичным и не крошился.

Опытные образцы наиболее сильно отличались от контроля по показателям вкус и аромат. При внесении 2% и 3% добавки отмечались характерный запах и горьковатое послевкусие. Наибольшую оценку получил образец с концентрацией добавки 1% (Рисунок 4). Низкая балльная оценка образцов с концентрацией порошка корня одуванчика лекарственного 3% обусловлена ухудшением вкуса, аромата, разжевываемости и цвета мякиша.

Замена пшеничной муки на порошок корня *Taraxacum officinale* Wigg оказала влияние на цвет хлебного мякиша. С увеличением процентного содержания исследуемой добавки параметр яркости L^* постепенно уменьшался, что указывает на потемнение мякиша; значение параметра a^* увеличивалось, а параметра b^* уменьшалось, указывая на увеличение доли красного цвета и уменьшение желтого цвета (таблица 3). Наибольшие различия в цвете мякиша наблюдались между контрольным образцом и образцом с добавлением 3% порошка корня одуванчика лекарственного.

С целью числового представления изменения цвета мякиша готовых изделий рассчитывали общую разницу в цвете (ΔE_{ab}^*) по формуле, представленной в работе Автора с соавт., 2023. Приняты следующие диапазоны значений данного показателя и их характеристики: $\Delta E_{ab}^* \leq 1,0$ — человеческий глаз неспособен различить разницу в цвете; $\Delta E_{ab}^* \leq 1-2$ — разницу в цвете можно определить только

при внимательном наблюдении; $\Delta E_{ab}^* \leq 2-10$ — разница в цвете быстро определяется невооруженным глазом. В нашем исследовании критерий ΔE_{ab}^* между мякишем контрольного хлеба и изделия с добавлением порошка корня одуванчика лекарственного варьировался от 0,5 (1 %) до 5,9 (3 %). Полученные результаты означают, что цвет мякиша хлебобулочных изделий с добавлением порошка корня одуванчика 3 % значительно отличался от цвета мякиша контрольного образца изделий, при этом потребитель способен сразу определить разницу в цвете между изделиями без добавки и с добавкой в концентрации 3 %, что обусловлено цветом вносимого в рецептуру порошка корня одуванчика лекарственного.

В Таблице 4 приведены результаты изучения физико-химических показателей готовых изделий.

Данные, представленные в Таблице 4, демонстрируют, что с увеличением количества добавки на-

блюдалось понижение влажности готовых изделий на 0,3–2,1 %. При этом необходимо отметить, что воду в тесто вносили исходя из расчета с учетом влажности добавки. Снижение влажности готовых изделий можно объяснить более интенсивным испарением влаги из тестовых заготовок в процессе выпечки и из готовых изделий при остывании. Показатель кислотности контрольных и опытных образцов соответствовал требуемым нормам и не превышал 3,5 град.

Установлено, что показатель пористости опытных образцов был выше контроля на 0,8–3,1 % (Таблица 4). Порошок корня одуванчика лекарственного также оказал положительное влияние на удельный объем хлеба. Внесение добавки способствовало увеличению данного показателя на 10,4–11,8 % по сравнению с контролем. Кроме того, результаты исследований, представленных в Таблице 1, также показывают, что изучаемая добавка способствует расслаблению клейковины, что в свою очередь

Таблица 3
Влияние порошка корня *Taraxacum Officinale Wigg* на цветовые характеристики мякиша
Table 3
Effect of *Taraxacum Officinale Wigg* Root Powder on the Color Characteristics of the Crumb

Наименование показателя	Контроль	Содержание порошка корня <i>Taraxacum officinale Wigg</i> взамен муки		
		1 %	2 %	3 %
<i>L</i>	53,58 ± 2,43	53,45 ± 3,74	52,78 ± 3,66	47,86 ± 2,83
<i>a</i>	1,8 ± 0,39	2,13 ± 0,2	2,18 ± 0,34	2,67 ± 0,22
<i>b</i>	15,91 ± 0,97	15,58 ± 0,86	15,41 ± 0,84	14,59 ± 0,82
ΔE	0	0,5	1,0	5,9

Таблица 4
Влияние порошка корня *Taraxacum officinale Wigg* на физико-химические показатели хлебобулочных изделий
Table 4
Effect of *Taraxacum Officinale Wigg* Root Powder on the Physicochemical Properties of Bakery Products

Наименование показателя	Контроль	Содержание порошка корня <i>Taraxacum officinale Wigg</i> взамен муки		
		1 %	2 %	3 %
Влажность, %	40,4 ± 0,1	40,1 ± 0,1	39,5 ± 0,1	38,3 ± 0,1
Кислотность, град.	3,0 ± 0,1	2,8 ± 0,1	3,0 ± 0,1	3,0 ± 0,1
Пористость, %	75,3 ± 0,1	76,1 ± 0,1	78,3 ± 0,1	78,4 ± 0,1
Удельный объем хлеба, см ³ /100 г	769,2 ± 10,7	858,4 ± 5,1	872,3 ± 6,8	859,1 ± 8,3

позволяет диоксиду углероду в большей степени растягивать тесто, увеличивая размер пор в мякише и объем готового хлеба.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В данном исследовании изучали возможность применения корня одуванчика лекарственного для производства функционального хлеба. Анализируя химический состав пшеничной муки первого сорта и порошка корня одуванчика (Рисунок 1), можно сделать вывод, что целесообразно применение указанного растительного сырья для повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий из данной муки благодаря высокому содержанию в корне одуванчика сырой клетчатки и минеральных веществ.

Внесение порошка корня одуванчика лекарственного в муку в дозировках 1 % и 2 % приводило к повышению содержания сырой клейковины (Таблица 1), что связано с увеличением гидратационной способности клейковинных белков. Данная способность увеличивается под влиянием органических кислот, сахаров, пектиновых веществ и инулина, входящих в состав исследуемой добавки. Указанные вещества образуют с белками муки белково-полисахаридные комплексы, что приводит к изменению свойств клейковины (Корячкина с соавт., 2013). Увеличение содержания сырой клейковины за счет повышения ее гидратационной способности также подтверждается увеличением показателя влажности сырой клейковины. Установленное увеличение индекса деформации сырой клейковины обусловлено действием моносахаров и олигосахаридов, обнаруженных в корнях одуванчика лекарственного в количестве 7,8 % к массе сухого вещества (Ти-гунцева и соавт., 2012).

Увеличение числа падения муки при внесении порошка корня одуванчика лекарственного (Таблица 1) связано с действием инулина и других пищевых волокон исследуемого растительного сырья, которые повышают вязкость водно-мучной суспензии, тем самым увеличивая время опускания шток-мешалок в клейстеризованной суспензии и повышая показатель числа падения. Согласно литературным данным в корнях *Taraxacum officinale* Wigg, использованных в исследовании, содержание инулина составляет 436,29 мг/г (Savych et al., 2021).

При оценке реологических свойств теста было обнаружено, что внесение порошка корня одуванчика вызывало незначительное снижение водопоглощения муки, увеличение времени образования и устойчивости теста, а также увеличение степени разжижения теста (Таблица 2), что согласуется с результатами исследований авторов (Grażyna Casak-Pietrzak et al., 2021). Снижение водопоглощения муки может быть также обусловлено высоким содержанием в исследуемом корне пищевых волокон, в том числе инулина, для которого обнаружена схожая закономерность снижения водопоглощения пшеничной муки (Liu et al., 2022). Время образования теста — это продолжительность времени, в течение которого частицы муки набухают и образуют вязкую структуру теста требуемой консистенции. Сокращение продолжительности образования теста при концентрации порошка корня одуванчика 1 % и 3 % обусловлено уменьшением количества клейковины при внесении добавки. Кроме того, клетчатка и клейковинные белки взаимодействуют между собой, в результате чего снижается степень гидратации белка (Vartolomei et al., 2021). Увеличение времени образования теста при концентрации исследуемой добавки 2 %, вероятно, происходит в результате достижения такого соотношения между клетчаткой и клейковинными белками, которое способствует более длительному процессу набухания клейковинных белков до образования требуемой консистенции теста. Повышение устойчивости теста к замесу может быть связано с более интенсивным взаимодействием пищевых волокон корня одуванчика лекарственного с водой и белками в составе тестового полуфабриката во время замеса, что приводит к изменениям в крахмально-глютеновой матрице полуфабриката и повышению устойчивости теста (Xu et al., 2021).

Готовые хлебобулочные изделия с внесением 2 % и 3 % добавки отличались от контрольных наличием посторонних вкуса и аромата (Рисунок 4), что связано с присутствием в корне *Taraxacum officinale* Wigg горьких веществ, например, сесквитерпеновых лактонов, тритерпеноидов и их гликозидов, фенольных кислот, флаваноидов и кумаринов (Fan, et al., 2023; Akhtar et al., 2023).

Внесение добавки в рецептуру хлебобулочных изделий способствовало увеличению показателей пористости и удельного объема (Таблица 4), что обусловлено наличием в составе порошка корня оду-

ванчика лекарственного простых сахаров, витаминов и минеральных веществ (Kania-Dobrowolska et al., 2022), необходимых хлебопекарным дрожжам для продуцирования диоксида углерода, который разрыхляет тесто и формирует пористость мякиша и объем готовых изделий.

Полученные нами результаты, с одной стороны, противоречат исследованиям Королев & Заворохина (2023), в которых в качестве оптимальной концентрации порошка корня одуванчика показана дозировка 5 %. С другой стороны, наши исследования более согласуются с результатами исследований Grażyna Casak-Pietrzak (2021). Авторы при разработке рецептуры хлеба установили, что из-за специфического запаха и горьковатого привкуса содержание исследуемой добавки не должно превышать 3 г на 100 г муки. Различия в полученных данных могут быть связаны с отличием в химическом составе используемых в исследованиях корней одуванчика лекарственного и другого сырья, которое необходимо для производства хлебобулочных изделий.

Ограничения исследования

Представленные в настоящем исследовании результаты могут распространяться только на хлебобулочные изделия из пшеничной муки первого сорта приготовленных безопасным способом тестоведения по рецептуре для хлеба пшеничного из муки пшеничной первого сорта. Оценка качества готовых изделий проводилась только по физико-химическим и органолептическим показателям. В задачи исследования не входило изучение влияния добавки на химический состав и антиоксидантную активность хлебобулочных изделий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данного исследования являлось изучение возможности производства хлебобулочных изделий из пшеничной муки первого сорта с использованием корня одуванчика лекарственного. В результате проведения исследования установили, что исследуемый корень одуванчика лекарственного характеризовался более высоким содержанием клетчатки (в 3,8 раза) и общей золы (в 18 раз) по сравнению с пшеничной мукой первого сорта

и поэтому может служить обогащающей добавкой при производстве пшеничного хлеба. Изучение влияния исследуемой добавки на свойства муки показало, что при внесении порошка корня одуванчика лекарственного в муку индекс деформации клейковины по сравнению с контролем возрастал в среднем на 3,6 %, водопоглощение муки незначительно снижалось на 0,5–0,8 % по отношению к контролю. На основании исследований представляется возможным производство хлебобулочных изделий с использованием порошка корня одуванчика лекарственного в концентрации не более 2 % взамен муки. Данная концентрация позволяет получить готовые изделия с приемлемыми вкусовыми качествами. Полученные данные, будут служить основой для дальнейших исследований по разработке технологии применения корней дикорастущих инулинсодержащих растений с целью производства функциональных хлебобулочных изделий.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Мария Анатольевна Ахметзянова: проведение исследования, создание черновика рукописи.

Александр Васильевич Маслов: методология, создание рукописи и ее редактирование.

Замира Шамиловна Мингалеева: руководство исследованием, редактирование рукописи.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Maria A. Akhmetzyanova: investigation; writing - original draft preparation.

Alexander V. Maslov: methodology; writing - review and editing.

Zamira Sh. Mingaleeva: supervision; writing - review and editing.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Васильев, А.С., Чумакова, Е.Н., & Фаринюк, Ю.Т. (2019). Формирование показателей качества пшеничного хлеба при добавлении порошка топинамбура. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*, 5(146), 174–181.
- Vasilyev, A.S., Chumakova, E.N., & Farinyuk, Yu.T. (2019). The formation of wheat bread quality indicators by adding jerusalem artichoke powder. *The Bulletin of KrasGAU*, 5(146), 174–181. (In Russ)
- Гумеров, Т.Ю., Усманова, А.Р., Мингалеева, З.Ш., & Тарасова, Е.Ю. (2022). Изучение показателей безопасности зернового продукта «злаковый батончик». *Пищевые системы*, 5(1), 14–22. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-1-14-22>
- Gumerov, T. Yu., Usmanova, A. R. Mingaleeva, Z. Sh., & Tarasova, E. Yu. (2022). Study of safety indicators of the cereal product «cereal bar». *Food systems*, 5(1), 14–22. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-1-14-22> (In Russ)
- Дьякова, Н.А., Мындра, А.А., Шушунова, Т.Г., & Великанова, Л.А. (2016). Одуванчик лекарственный-перспективный источник инулина. *Сельскохозяйственный журнал*, 1(9), 388–391.
- Dyakova, N.A., Myndra, A.A., Shushunova, T.G., & Velikanova, L.A. (2016). Taraxacum officinale is the perspective source of inulin. *Agricultural Journal*, 1(9), 388–391. (In Russ)
- Евстафьев, С. Н., & Тигунцева, Н. П. (2014). Биологически активные вещества одуванчика лекарственного Taraxacum officinale Wigg (Обзор). *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*, 1(6), 18–29.
- Evstafev, S.N., & Tiguntseva, N.P. (2014). Biologically active substances of dandelion Taraxacum officinale Wigg. (Review). *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya*, 1(6), 18–29. (In Russ)
- Кайшев, В.Г., Лукин, Н.Д., Серегин, С.Н., & Корниенко, А.В. (2018). Рынок инулина в России: возможности развития сырьевой базы и необходимые ресурсы для создания современного отечественного производства. *Пищевая промышленность*, (5), 8–17.
- Kaishev, V. G., Lukin, N. D., Seregin S. N., & Kornienko, A. V. (2018). Inulin market in Russia: Possibilities of raw materials base development and necessary resources for creation of modern domestic production. *Food Industry*, (5), 8–17. (In Russ)
- Королев, А.П. Феофилактова, О.В., Заворохина, Н.В., & Тарасов, А.В. (2023). Использование корня одуванчика лекарственного в технологии хлеба функционального назначения. *Новые технологии*, 4(19), 103–110. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-103-110>
- Korolev, A.P. Feofilaktova, O.V., Zavorokhina, N.V., & Tarasov, A.V. (2023). The role of the medicinal product in the technology of bread functional name. *New Technologies*, 4(19), 103–110. (In Russ) <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-103-110>
- Корячкина, С.Я., & Сажина, В.Н. (2013). Совершенствование технологии бубликов. *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*, 2(19), 33–36.
- Koryachkina, S.YA., & Sajina, V.N. (2013). Improving technology of bagels. *Technology and merchandising of the innovative foodstuff*, 2(19), 33–36. (In Russ)
- Маслов, А.В., Мингалеева, З.Ш., Ямашев, Т.А., & Старовойтова, О.В. (2023). Влияние комплексной добавки на цветовые характеристики пшеничного и ржано-пшеничного хлеба. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, 4(393), 45–51. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2023.4.8>
- Maslov, A.V., Mingaleeva, Z.Sh., Yamashev T.A., & Starovoitova, O.V. (2023). The effect of the complex additive on the color of wheat and rye-wheat bread. *News of Universities. Food Technology*, 4(393), 45–51. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2023.4.8>. (In Russ)
- Оробинская, В.Н. (2016). Использование инулинсодержащих растений в качестве источника биологически активных соединений антиоксидантного действия. *Современная наука и инновации*, 2(14), 87–94.
- Orobinskaya, V.N. (2016). The use of inulin-containing plants as a source of biologically active compounds of antioxidant activity. *Modern Science and Innovations*, 2(14), 87–94. (In Russ)
- Тертычная, Т.Н., Мажулина, И.В., & Яковлева, С.Ф. (2020). Новые рецептуры пряников диабетического назначения. *Актуальная биотехнология*, 3(34), 17–19.
- Tertychnaya, T. N., Mazhulina, I. V., & Yakovleva, S. F. (2020). New recipes for diabetic gingerbread. *Current Biotechnology*, 3(34), 17–19. (In Russ)
- Тигунцева, Н.П., & Евстафьев, С.Н. (2012). Состав низкомолекулярных водорастворимых соединений одуванчика лекарственного Taraxacum officinale Wigg. *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*, 2(3), 27–29.
- Tiguntseva, N.P., & Evstafev, S.N. (2012). Low-molecular water-soluble compounds of the dandelion medicinal Taraxacum officinale Wigg. *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya*, 2(3), 27–29.
- Akhtar, U., Wankhade, A. M., Vyas, J. V., & Paithankar, V. V. (2023). A review on: Phytoconstituents, traditional and medicinal uses of Taraxacum officinale (Dandelion). *Research Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 15(2), 139–144. <https://doi.org/10.52711/0975-4385.2023.00021>
- Cacak-Pietrzak, G., Dziki, D., Gawlik-Dziki, U., Sułek, A., Kalisz, S., & Sujka, K. (2021). Effect of the addition of dried dandelion roots (Taraxacum officinale FH Wigg.) on wheat dough and bread properties. *Molecules*, 26(24), 7564. <https://doi.org/10.3390/molecules26247564>
- Fan, M., Zhang, X., Song, H., & Zhang, Y. (2023). Dandelion (Taraxacum Genus): A review of chemical constituents

- and pharmacological effects. *Molecules*, 28(13), 5022. <https://doi.org/10.3390/molecules28135022>
- Kania-Dobrowolska, M., & Baraniak, J. (2022). Dandelion (*Taraxacum officinale* L.) as a source of biologically active compounds supporting the therapy of co-existing diseases in metabolic syndrome. *Foods*, 11(18), 2858. <https://doi.org/10.3390/foods11182858>
- Korbášová, M., Tomenendálová, J., & Chloupek, J. (2022). Anti-tumour effect of combinations of three acids isolated from *Taraxacum officinale*. *Acta Veterinaria Brno*, 91(1), 77–85. <https://doi.org/10.2754/avb202291010077>
- Li, J., Luo, J., Chai, Y., Guo, Y., Tianzhi, Y., & Bao, Y. (2021). Hypoglycemic effect of *Taraxacum officinale* root extract and its synergism with *Radix Astragali* extract. *Food Science & Nutrition*, 9(4), 2075–2085. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2176>
- Liu, Y., Leng, Y., Xiao, S., Zhang, Y., Ding, W., Ding, B., ... & Fu, Y. (2022). Effect of inulin with different degrees of polymerization on dough rheology, gelatinization, texture and protein composition properties of extruded flour products. *LWT*, 159(1), 113225. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113225>
- Maslov, A. V., Mingaleeva, Z. S., Yamashev, T. A., & Starovoitova, O. V. (2023). Effects of a plant-based additive on the properties of flour and dough during fermentation. *Food Processing: Techniques and Technology*, 53(2), 347–356. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-2-2439>
- Paura, B., & Di Marzio, P. (2022). Making a virtue of necessity: The use of wild edible plant species (*Also Toxic*) in bread making in times of famine according to Giovanni Targioni Tozzetti (1766). *Biology*, 11(2), 285. <https://doi.org/10.3390/biology11020285>
- Rao, M., Gao, C., Xu, L., Jiang, L., Zhu, J., Chen, G., ... & Xu, Y. (2019). Effect of inulin-type carbohydrates on insulin resistance in patients with type 2 diabetes and obesity: A systematic review and meta-analysis. *Journal of diabetes research*, (1), 5101423. <https://doi.org/10.1155/2019/5101423>
- Savych, A., Bilyk, O., Vaschuk, V., & Humeniuk, I. (2021). Analysis of inulin and fructans in *Taraxacum officinale* L. roots as the main inulin-containing component of antidiabetic herbal mixture. *Pharmacia* 68(3), 0428–0296. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.68.e66266>
- Sharma, M., Pal, P., Potttoo, F., & Kumar, S. (2023). Mechanistic role of methanolic extract of *Taraxacum officinale* Roots as cardioprotective against ischemia–reperfusion injury-induced myocardial infarction in rats. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 195(5), 3384–3405. <https://doi.org/10.1007/s12010-022-04282-z>
- Türkmen, B. M., Teyin, G., Lokman, U., & Memis Kocaman, E. (2023). Functional effects of dandelion (*taraxacum officinale*) and its use in the traditional cuisines. *Journal of Culinary Science & Technology*, 22(6), 1387–1408. <https://doi.org/10.1080/15428052.2022.2163733>
- Ungureanu-Iuga, M., Atudorei, D., Codină, G.G., & Mironeasa, S. (2021). Rheological approaches of wheat flour dough enriched with germinated soybean and lentil. *Applied Sciences*, 11(24), 11706. <https://doi.org/10.3390/app112411706>
- Vartolomei, N., & Turtoi, M. (2021). The influence of the addition of rosehip powder to wheat flour on the dough farinographic properties and bread physico-chemical characteristics. *Applied Sciences*, 11(24), 12035. <https://doi.org/10.3390/app112412035>
- Vural, A. (2024). Trace element accumulation behavior, ability, and propensity of *Taraxacum officinale* FH Wigg (*Dandelion*). *Environmental Science and Pollution Research*, 31(11), 16667–16684. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-32293-2>
- Wu, J. (2021). Antibacterial activity of *Taraxacum officinale* against foodborne pathogens. *Pakistan Journal of Zoology*, 54, 1–8. <https://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20201108141125>
- Xu, J., Li, Y., Zhao, Y., Wang, D., & Wang, W. (2021). Influence of antioxidant dietary fiber on dough properties and bread qualities: A review. *Journal of Functional Foods*, 80, 104434. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104434>
- Yang, Y., Zhang, C., Ma, C. M., Hu, L. S., Bian, X., Wang, B., & Zhang, N. (2024). Impact of soybean protein isolate on gluten-free bread: A comprehensive study of physicochemical properties of gluten-free dough and bread matrix properties. *International Journal of Food Science & Technology*, 59(1), 251–264. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16799>
- Zhang, A. (2020). Effect of wheat flour with different quality in the process of making flour products. *International Journal of Metrology and Quality Engineering*, 11, 6. <https://doi.org/10.1051/ijmqe/2020005>
- Zheng, Y., Lei, L., Liang, S., Ai, J., Deng, X., Li, Y. Q., ... & Ren, Y. S. (2022). Protective effect of fresh/dry dandelion extracts on APAP-overdose-induced acute liver injury. *Chinese journal of integrative medicine*, 28(8), 683–692. <https://doi.org/10.1007/s11655-021-3295-8>