ВЛИЯНИЕ ПРОРАЩИВАНИЯ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Ахмедова Мехриниссо Бахрановна
ассистент кафедры «Промышленная экология»,
Бухарского инженерно-технологического института,
Республики Узбекистана г. Бухара

АННОТАЦИЯ

В данной статье представлено теоретическое и практическое обоснование целесообразности проращивания зерна пшеницы для улучшения пищевой ценности и функциональных свойств. Приведены результаты исследования химического состава и пищевой безопасности исследуемого сырья. Произведён сопоставительный анализ технологического потенциала зерна до и после проращивания с мукой пшеничной сортовой, используемой в качестве основного сырья в производстве мучных изделий.

Ключевые слова: пшеница, зерно, проращивание, свойства, химический состав, мука, безопасность.

ANNOTATION

This article presents a theoretical and practical justification for the feasibility of sprouting wheat grain to improve nutritional value and functional properties. The results of a study of the chemical composition and food safety of the raw materials under study are presented.
A comparative analysis of the technological potential of grain before and after germination with varietal wheat flour, used as the main raw material in the production of flour products, was carried out.

Key words: wheat, grain, germination, properties, chemical composition, flour, safety.

Введение.

Обеспечение населения продуктами питания, сбалансированными по содержанию пищевых веществ и функциональных ингредиентов, является одной из важных задач пищевых производств. В последние несколько десятилетий во всём мире широко распространилась тенденция употребления в пищу пророщенных семян, обладающих полезными свойствами. Особый интерес представляют пророщенные зерна пшеницы. Зерна с проростками длиной не более 5 мм содержат достаточное количество антиоксидантов, которые даже в малых концентрациях замедляют или предотвращают окислительные процессы в организме человека. Кроме того, в процессе

проращивания в зерне активизируются ферментные системы и происходит расщепление сложных пищевых веществ до более простых, легко усвояемых организмом человека. Проращивание зерна считается одним из способов, который способствует улучшать пищевую ценность и функциональные свойства зерна. Пророщенные зерна являются основой для производства многих видов продуктов питания, а также используются для лечебного (диетического) и лечебно-профилактического питания. Следует отметить, что, в зависимости от вида и условий проращивания, меняется химический состав зерна [1;с.513-521, 2;с.116-121, 3;с.147-153, 4;с.47-54, 5;с. 667–672].

Установлено, что введение проростков в рацион стимулирует обмен веществ и кроветворение, повышает иммунитет, компенсирует витаминную и минеральную недостаточность, нормализует кислотнощелочной баланс, способствует очищению организма от шлаков и интенсивному пищеварению [6;с. 56–57].

Материалы и методы исследования.

Целью работы является изучение химического состава зерна пшеницы до и после проращивания.

Замачивание и проращивание зерна производили в лабораторных условиях с использованием питьевой воды в течение 48 часов при температуре 18 ± 2 °С. Влажность зерна в конце проращивания составляет 45,0 ± 1,0 %, размер ростков – 2,0 ± 0,5 мм.

Объект исследования: заводская смесь из зерна мягкой пшеницы сортов «Краснодар 99», «Таня», «Чиллаки», «Яксарт» и др., соответствующая требованиям ГОСТ 9353—2016 и O′zDSt ISO 7970:2016, до и после проращивания.

Объекта сравнения - мука пшеничная 1-го сорта хлебопекарного помола (O′z DSt 1115:2017).

Качество зерна пшеницы анализировали по содержанию в нём основных нутриентов и аминокислотному составу белка до и после проращивания по современным общепринятым методикам.

Влажность - базовым ускоренным методом по ГОСТ 29144 – 91. Зерно и зернопродукты. Определение влажности.

Массовую долю белка определяли по методу Лоури - ГОСТ Р 54390-2011 /ISO/TS 16634-2:2009 (Часть 2. Зерновые, бобовые и молотые зерновые продукты); крахмала - поляриметрическим методом по ГОСТ 10845-98; декстринов - колориметрическим методом по ГОСТ Р 51228-98 (ИСО 3983-

77); сахаров-перманганатным методом по ГОСТ 8756.13; клетчатки (целлюлозы) – по методу Кюршнера и Ганека [7,с.52-53].

Энергетическую ценность рассчитывали по методике, описанной в руководстве [8, с.196-203].

Массовую долю Ca, Mg, Fe - методом пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии на анализаторе AAS-1 фирмы Цейс (Германия) по ГОСТ 24556-89; Na – ионометрическим методом (основной) с помощью стеклянного натрийселективного электрода ЭСЛ-51-07 по ГОСТ 13496.1-98; P - фотометрическим методом (основной метод) по ГОСТ 30615-99.

Массовую долю витаминов группы B - методом жидкостной хроматографии на спектрофотометре СФ-46 по инструкции к прибору и ГОСТ 25999-83; E - метод высокоэффективной жидкостной хроматографии по ГОСТ EN 12822-2014. Продукты пищевые. Определение содержания витамина Е.

Показатели уровня токсикологической безопасности сырья определяли в соответствии с общепринятыми методами исследований на соответствие требованиям СанПиН №0366-19 «Санитарные правила, нормы и нормативы Республики Узбекистан».

Результаты и обсуждение.

Процесс прорастания зерна пшеницы характеризуется сложными биохимическими процессами, обусловленными ферментативным гидролизом высокомолекулярных соединений эндосперма до низкомолекулярных с переводом их в растворимое состояние, физиологически доступное для микроорганизмов. Так, основные полимерные соединения, такие как белок, крахмал, жир, расщепляются, соответственно, до аминокислот, моносахаров, жирных кислот.

Данные по зависимости изменения показателей зерна пшеницы от длительности замачивания приведены в таблице 1.

Как следует из представленных в таблице 1 данных при замачивании зерна в воде средней жёсткости (до 5 мг экв/л, 10°dH и 7°Ж) в течение 27 часов, количество зёрен, не проросших до требуемой кондиции, не превышала в среднем 2,0% от общего количества зерна. Наиболее интенсивно процессы изменения влажности зерна и его водопоглотительной способности наблюдались в интервале от 8 до 16 часов увлажнения. Конечная влажность зерна (после 27 часов увлажнения) составляла в среднем 45,6±0,5% при его водопоглотительной способности – 26,2±0,2%. С увеличением продолжительности эксперимента площадь зерна возросла

практически в 1,5 раза.

Особо следует отметить, что увеличение влажности зерна приводит к интенсификации химических процессов, обусловленных активизацией различных собственных ферментов данного сырья. Так, при достижении зерном влажности от 12,0 до 16,0% (от 4-х до 8 часов) наиболее активными становятся нейтральные протеазы, при этом активность амилаз начинает проявляться при влажности зерна не менее 28,0%, то есть практически после 12 часов проращивания.

Таблица 1

Зависимость интенсивности прорастания зерна пшеницы от продолжительности его замачивания

Время, час	Показатели зерна пшеницы при увлажнении			
	Количество зёрен, непроросших до требуемой кондиции, %	Влажность, %	Водопоглотительная способность, %	Площадь зерна, мм^2
0	0	9,2±0,3	0	10,8±0,3
4	0	12,6±0,5	1,6±0,3	11,5±0,5
8	0	15,8±0,5	7,8±0,3	12,3±0,2
12	0	26,5±0,3	17,7±0,1	14,6±0,4
16	0	38,2±0,3	30,0±0,2	14,8±0,1
20	0,8	42,0±0,2	27,7±0,5	15,4±0,5
24	1,5	44,3±0,7	26,5±0	16,2±0,2
27	2,0	45,6±0,5	26,2±0,2	16,0±0,4

Зависимости изменения влажности и водопоглотительной способности зерна пшеницы и соответствующие уравнения (1, 2), описывающие данные процессы, носят практически линейный характер. Так, динамика изменения влажности в зависимости от продолжительности проращивания описывается уравнением 1 с величиной достоверности коэффициента аппроксимации R^2 = 0,941:

$$y = 5{,}9952x + 2{,}29 \quad (1)$$

Динамика изменения водопоглотительной способности зерна пшеницы в зависимости от продолжительности проращивания описывается уравнением 2 с величиной достоверности коэффициента аппроксимации R^2 =

0,8033:

$$y = 4{,}5226x - 3{,}16 \quad (2)$$

Однако данные зависимости носят относительно условный характер, так как зависят от множества как внутренних (химический состав зерна, количество и качество клейковины, массовой доли и других составляющих, обладающих повышенной водопоглотительной способностью), так и внешних факторов (температура и продолжительность замачивания, жёсткость воды). Однако, знание данных зависимостей позволит рассчитать время замачивания для получения зерна требуемой влажности. Наиболее точные результаты будут получены именно для зерна мягкой пшеницы и воды средней жёсткости. Далее исследовали химический состав зерна пшеницы до и после проращивания и произвели сравнительный анализ пророщенного зерна с мукой пшеничной 1-го сорта (табл. 2).

Таблица 2

Химический состав зерна пшеницы до и после проращивания и муки пшеничной 1-го сорта

Нутриенты	Массовая доля нутриентов, в *% на СВ / ранг*			
	Зерно пшеницы		Мука пшеничная 1 сорт (МП1)	±Δ, в % ПЗ относительно МП1
	до проращивания	*после проращивания* (ПЗ)		
1	*2*	*3*	*4*	*5*
Белки	13,50±0,5	14,32±0,5	12,86±0,4	+ *10,20*
Жиры	2,26±0,2	2,17±0,3	1,68±0,2	+*22,58*
Углеводы:	71,40±0,7	64,22±0 8	78,70±0,5	- *22,*
-крахмал и декстрины	52,80±0,4	48,11±0,3	64,85±0,5	- *2,12*
-моно- и дисахариды	6,36±0,6	13,74±0,8	8,20±0,5	+ *40,32*
-клетчатка	12,24±0,3	2,37±0,7	5,65±0,3	- *138,40*
Сухие вещества	**90,80**	**54,40**	**87,00**	- *61,40*
Энергетическая ценность, ккал	**305**	**162**	**260**	- *60,50*
Минеральные вещества, в том числе:				
кальций (Са)	0,065	0,056	0,027	+ 51,78

магний (Mg)	0,132	0,152	0,053	+ 65,13
натрий (Na)	0,001	0,032	0,001	+ 97,00
фосфор (P)	0,432	0,378	0,135	+ 64,29
железо н(Fe) на	0,005	0,003	0,002	+ 33,33
Витамины, в том числе:				
рибофлавин (B2)	0,0002	0,0003	0,0001	+ 66,67
пиридоксин (B6)	0,0006	0,0005	0,0002	+ 60,00
токоферолы (E)	0,0040	0,0020	0,0030	- 50,00

Соотношение белков, жиров и углеводов (ср. опт. 1,0:1,0:4,0) в нативном зерне и после его проращивания составляло, соответственно, 1,0 : 0,17 : 5,3 и 1,0 : 0,15 : 4,5. В образце сравнения, а именно в муке пшеничной 1-го сорта данное соотношение равно 1,0 : 0,13 : 6,1. Как следует из представленных данных соотношение основных нутриентов исследуемого сырья далеко до оптимального в отличие от пророщенного, в котором соотношение белков и углеводов приблизилось к среднему оптимальному значению.

Исследования химического состава зерна пшеницы показали, что при проращивании зерна пшеницы в течение 27 часов массовая доля сухого вещества в нём снизилась в среднем в 1,7 раз, что, естественно, привело и к снижению массовой доли в нём биологически ценных веществ. Однако, для дальнейшего использования данное зерно подсушивали до исходной влажности, поэтому в процентном соотношении по основным нутриентам в количественном соотношении оно практически не уступало химическому составу исходного зерна, то есть до высушивания.

Однако, ценность пророщенного зерна состоит в том, что при прорастании ферменты активизируются и катализируют распад полимерных соединений (белки, жиры, углеводы) до простейших из составляющих (свободные аминокислоты, жирные кислоты, сахара), необходимые для жизнедеятельности микрофлоры закваски. Прорастание сопровождается увеличением в зерне содержания свободного восстановленного глютатиона(GSH) как главного редокс-буфера и антиоксиданта, необходимого для поддержания тиол-дисульфидного равновесия в белках и в защите клеток от окислительного стресса и действия токсических соединений.

Пророщенное зерно пшеницы отличалось от образца сравнения, а именно муки пшеничной 1-го сорта, как и следовало ожидать, повышенным содержанием белков, жиров, моно- и дисахарида, минеральным и витаминным составом. Это доказывает возможность и целесообразность замены муки

пшеничной сортовой в составе мучных изделий на пророщенное зерно пшеницы.

Установлено, что исследуемые образцы зерна пшеницы соответствуют требованиям СанПиН № 0366-19 (пункт 4.1. Зерно продовольственное, в том числе пшеница, рожь, тритикале, овёс, ячмень, просо и др.) и рекомендациям ТР ТС 021/2011, что характеризует данное сырьё экологически «чистое» и безвредное.

Заключение. Таким образом, пророщенные зерна как пшеницы, так и других зерновых являются мощным стимулятором жизнедеятельности организма и полезнейшей едой. Используя проростки растений, человек получает питательные вещества в самой доступной форме, активную ферментную систему растения, макро- и микроэлементы и огромное количество витаминов-антиоксидантов. Весь этот комплекс полезных веществ органически встроен в живую ткань растения и находится в сбалансированных количествах и соотношениях. Регулярное потребление проростков стимулирует обмен веществ и кроветворение, повышает иммунитет, компенсирует витаминную и минеральную недостаточность, нормализует кислотно-щелочной баланс, способствует очищению организма от шлаков и эффективному пищеварению, повышает потенцию, замедляет процессы старения.

Развивающийся росток активно потребляет и преобразует содержащийся в зерне крахмал. Эта биохимическая реакция приводит к увеличению доли белка и снижению гликемического индекса. Благодаря этому проросшая рожь способствует снижению уровня сахара в крови. Она даёт организму в 25 раз больше витамина С и в 3,8 раза больше фолиевой кислоты, чем обычный ржаной хлеб или хлопья.

Пророщенные зёрна снижают выработку вредной фитиновой кислоты, которая затрудняет усвоение железа и цинка. Все сухие злаки содержат ингибиторы ферментов. Эти вещества тормозят процесс переваривания и всасывания пищи. В проросшем зерне ингибиторы не обнаружены, что способствует более полному усвоению питательных веществ.

На основании проведенного исследования теоретически обоснована и экспериментально доказана целесообразность проращивания зерна пшеницы для производства мучных изделий, что способствует усилению функциональных свойств данной продукции.

Список использованной литературы

1. Зенькова М.Л. Исследование минерального и аминокислотного

состава пророщенного и консервированного зерна пшеницы /М.Л. Зенькова//Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 4. – С. 513–521.

2. Пономарева Е. И. Хлеб из биоактивированного зерна пшеницы повышенной пищевой ценности / Е. И. Пономарева, Н. Н. Алехина, И. А. Бакаева // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85.- № 2. – С. 116–121.

3. Simahina G.A. The use of the biologically activated grain is in technology of health products / G.A. Simahina, S.A. Bazhay-Zhezherun, T.I. Mykoliv [*et al*.] // East European Scientific Journal. – 2016. – № 9. – Pp. 147–153.

4. Науменко Н. В. Интенсификация процесса проращивания зерна, используемого для производства хлеба, и его влияние на качество готовых изделий / Н. В. Науменко, И. Ю. Потороко, И. В. Калинина // Индустрия питания. – 2019. – Т. 4, № 1. – С. 47–54.

5. P. van Hung P. Effects of germination on nutritional composition of waxy wheat / P. van Hung, T. Maeda, S. Yamamoto [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2012. – Vol. 92, № 2. – P. 667–672.

6. Шаскольский, В. Проростки источник здоровья / В. Шаскольский, Н. Шаскольская // Хлебопродукты. – 2005. – № 4. – С. 56–57.

7. Виноградова А.А. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств / А.А. Виноградова, Г.М. Мелькина, Л.А. Фомичёва [и др.]; Под ред. Л.П.Ковальской . – М.: Агропромиздат. – 1991. – 335 с.

8. Пашук З.Н. Технология производства хлебобулочных изделий/З.Н. Пашук, Т.К. Апет, И.И. Апет. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 400 с.