

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЯЧМЕНЯ

В статье приводятся физико-химические показатели побочных продуктов переработки ячменя. Показано, что побочные продукты переработки ячменя обладают повышенной биологической ценностью. Определены показатели безопасности побочных продуктов.

Проведенные исследования позволяют определить пути рационального использования побочных продуктов переработки ячменя.

Из ячменя вырабатывают два вида крупы – перловую и ячневую. В зависимости от крупности перловая крупа разделяется на пять номеров, ячневая – на три номера.

Перловая крупа представляет собой ядро ячменя, освобожденное от цветковых пленок, зародыша.

Ячневая крупа – частицы дробленого ядра разной крупности и формы, полностью освобожденное от цветковых пленок, плодовых оболочек, зародыша.

При переработке зерна базисных кондиций на крупяных предприятиях должно быть получено 45% перловой или 65% ячневой крупы. Остальную часть составляют отходы и побочные продукты. К побочным продуктам относится мучка. Выход мучки при переработке ячменя в ячневую крупу составляет 18%, а при переработке ячменя в перловую крупу – 40% [1]. В настоящее время мучка используется как корм для сельскохозяйственных животных.

На Оренбургском комбинате хлебопродуктов №3 разработана комплексная технологическая схема по производству ячневой и перловой круп. При переработке ячменя базисных кондиций выход перловой крупы составляет 8%, ячневой – 60%. Выход мучки составляет 17%. С целью определения возможных путей рационального использования ячменной мучки на Оренбургском комбинате хлебопродуктов №3 были отобраны образцы ячменной мучки с первых четырех систем измельчения и шлифования ячменя в равных пропорциях и определены основные показатели ее качества (таблица 1).

Учитывая возможность дифференцированного подхода к использованию мучки с различных систем, был изучен химический состав ее отдельных фракций (таблица 2).

Полученные данные свидетельствуют, что мучка обладает большой пищевой и биологической ценностью. На это указывает высокое содержание белка, жира, пищевых волокон. Химический состав мучки, полученной с различных систем, неодинаков. Мучка, полученная с последней системы, содержит больше жира (13%) по сравнению с мучкой, полученной с 1-й системы (4,5%). Высокое содержание жира объясняется тем, что в эту фракцию в процессе обработки попадает основная доля зародыша.

Наиболее высокое содержание клетчатки находится в мучке, полученной с 1-й системы. Это объясняется тем, что в производстве ячневой крупы снимаются оболочки, которые в больших количествах попадают в данную фракцию.

Клетчатка необходима организму человека для нормального пищеварения, недостаток ее в диете способствует развитию ожирения, желчнокаменной болезни, сердечно-сосудистых заболеваний.

По сравнению с ячневой крупой ячменная мучка содержит значительно больше белка (на 2%), жира (на 6%), клетчатки (на 4,8%).

В ячменной мучке содержится значительно меньше крахмала (на 5%) по сравнению с ячневой крупой.

В связи с большим удельным весом потребления зернопродуктов в нашей стране большое значение имеет наличие в этих продуктах витаминов.

В литературных данных имеются сведения о наличии витаминов в ячмене и продуктах его переработки – ячневой и перловой крупах.

Данных о наличии витаминов в ячменной мучке нет.

Поэтому представлялось целесообразным провести исследования по содержанию витаминов в ячменной мучке.

Таблица 1. Показатели качества ячменной муки

Показатели	Характеристика ячменной муки			
	1 система	2 система	3 система	4 система
Цвет	Светло-бежевый с вкраплениями оболочек зерна	Светло-бежевый с вкраплениями оболочек зерна	Светло-бежевый с вкраплениями оболочек зерна	Светло-бежевый с вкраплениями оболочек зерна
Запах	Специфический запах зерна ячменя	Специфический запах зерна ячменя	Специфический запах зерна ячменя	Специфический запах зерна ячменя
Вкус	Пресный	Пресный	Пресный	Пресный
Содержание минеральных примесей	При разжевывании не ощущается хруста	При разжевывании не ощущается хруста	При разжевывании не ощущается хруста	При разжевывании не ощущается хруста
Содержание частиц ядра в муке, %	2,0	2,0	2,1	2,2
Металло-магнитные примеси на кг, мг.	0,0	0,0	0,0	0,0
Зараженность	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено

Таблица 2. Химический состав ячменной муки, полученной с различных систем

Система	Влажность, %	В % на сухое вещество				
		Белок	Жир	Крахмал	Клетчатка	Зола
1	12,81	12,0	4,5	59,9	6,0	4,5
2	11,50	12,5	6,1	61,2	4,5	4,2
3	11,2	11,8	7,4	61,0	4,6	3,9
4	10,9	11,2	13,0	55,2	5,8	3,8

Таблица 3. Содержание витаминов в ячменной муке, полученной с различных систем, мг%

Система	В ₁	В ₂	РР	Е	Каротиноиды
1	2	3	4	5	6
1	0,45	0,45	6,12	3,15	0,18
2	0,55	0,50	6,10	3,50	0,22
3	0,60	0,55	6,78	3,82	0,31
4	0,50	0,40	6,88	4,22	0
Целое зерно ячменя	0,28	0,11	3,88	2,50	0,11
Ячневая крупа	0,24	0,10	2,6	1,80	-

Результаты исследований представлены в таблице 3.

Анализ полученных данных свидетельствует, что по содержанию витамина В₁ мука превосходит зерно ячменя почти в 2 раза, витамина В₂ почти в 4 раза, витамина РР – почти в 2 раза. Содержание витамина Е также значительно выше в муке, чем в зерне ячменя.

Значительно превосходит ячменная мука по содержанию витаминов ячневую крупу.

Особой закономерности в изменении витаминов в муке, выделенной с различных систем, не выявлено.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что ячменная мука богата содержанием витаминов В₁, В₂, РР, Е.

Минеральные вещества играют значительную роль в питании человека. Минеральные вещества выполняют разнообразные функции в организме человека. Как структурный компонент они обеспечивают построение опорных тканей скелета и поддержания необходимой осмотической среды клеток крови, в которых протекают все обменные процессы.

Известно, что минеральные вещества распределяются неравномерно по анатомическим частям зерновки.

Так содержание кальция, фосфора, калия, магния, цинка, железа, меди возрастает от центра к периферии зерна.

В работе проведены исследования на содержание макро- и микроэлементов в ячмен-

Таблица 4. Минеральный состав ячменной мучки, отобранной с различных систем, мг/кг

Система	K	Na	Ca	Fe	Mn	Mg
1	5620	480	791	85	184	2320
2	5125	420	780	76	162	2310
3	5235	495	775	94	170	2415
4	4995	498	788	82	180	2405
Зерно ячменя	4230	380	595	56	41	940
Ячневая крупа	3205	190	481	49	35	380

Таблица 5. Характеристика санитарно-гигиенического состояния ячменной мучки, мг/кг

Показатели	ПДК, мг/кг	Содержание \bar{X} , мг/кг
Пестициды		
ДДТ и его метаболиты	0,02	не обнаружено
ГХЦГ и изомеры	0,5	не обнаружено
Микотоксины		
Афлатоксин В1	0,005	не обнаружено
Дезоксиниваленол	1,0	не обнаружено
Зеараленон	0,2	не обнаружено
T-2 токсин	0,1	не обнаружено
Токсичные элементы		
Свинец	0,05	не обнаружено
Кадмий	0,1	0,018
Мышьяк	0,2	не обнаружено
Ртуть	0,03	не обнаружено
Медь	10	4,3
Цинк	50	28,3
Радионуклиды		
Cs-137(Бк\кг)	60	16,2
Sr-90(Бк\кг)	30	2,2

ной мучке. Результаты исследования приведены в таблице 4. Анализ представленных данных свидетельствует, что ячменная мучка превосходит целое зерно ячменя по содержанию минеральных веществ. Минеральный состав ячменной мучки показывает высокую пищевую ценность данного продукта.

Так по содержанию железа ячменная мучка превосходит зерно ячменя почти в 1,5 раза, по содержанию марганца ячменная мучка превосходит зерно ячменя более чем в 4 раза.

Значительно ниже содержание микроэлементов в ячневой крупе.

В связи с перспективой возможности использования ячменной мучки как сырья для производства продуктов питания исследовали содержание пестицидов, тяжелых метал-

лов, микотоксинов и радионуклидов в ней (таблица 5). Для анализа исследовали мучку, полученную с контрольного посева.

Результаты исследований показали, что в исследуемых образцах ячменной мучки отсутствуют даже следы хлорорганических соединений.

Хлорорганические пестициды отличаются тем, что обладают кумулятивными свойствами, то есть накапливаются в организме. ДДТ сохраняется в земле 10-12 лет.

Особой патогенностью для организма человека обладают тяжелые металлы. Тяжелые металлы на клеточном уровне могут вызывать дефицит жизненно важных метаболитов, нарушать структуру клеточных мембран. Все это вызывает дисфункцию органов. Хронические отравления происходят

Таблица 6. Групповой состав липидов ячменной муки, полученной с различных систем, %

Система	Полярные липиды+моноацил-глицерины	Диацилглицерины	Триацилглицерины	Свободные жирные кислоты	Стерины	Эфиры стеринов
1	4,4	0,1	84,9	7,0	2,2	1,4
2	4,3	0,2	84,7	6,9	2,0	1,9
3	4,2	0,1	85,2	6,7	2,1	1,7
4	4,5	0,2	84,7	6,8	2,5	1,3

при продолжительном, кумулятивном воздействии химических веществ.

Результат исследования тяжелых металлов в сырье показал, что содержание кадмия, цинка, меди значительно ниже уровня ПДК.

На Тоцком полигоне Оренбургской области проводились испытания ядерного оружия, в результате которых выпадали радиоактивные осадки.

Долгоживущие радионуклиды, у которых период распада 30 лет и более, в настоящее время еще находятся в почве. К таким радионуклидам относят цезий-137 и стронций-90, по своим свойствам аналогичные, соответственно, натрию и кальцию и поэтому легко переходящие в растения.

Проведенные исследования по содержанию радионуклидов в ячменной муке позволяют сделать вывод о том, что содержание цезия-137 и стронция-90 значительно ниже ПДК.

Микотоксины, вырабатываемые грибами в процессе жизнедеятельности, наносят ущерб здоровью людей. Более 25% мирового урожая заражено одним или более видами микотоксинов. Так как рост грибов и образование микотоксинов тесно связаны с экологическими факторами, то становится почти невозможным избежать попадания грибов в продукты.

Так зеараленон представляет собой эстроген и вызывает нарушения в репродуктивной сфере.

Афлатоксин В1 является сильным канцерогеном. Оказывает патогенное действие на почки, нарушает водно-солевой баланс в организме.

Дезоксиниваленол является также сильным канцерогеном, влияет на свертываемость крови, нарушает биосинтез белка, нарушает энергетический обмен.

Учитывая вышеизложенное, в работе проведены исследования по содержанию микотоксинов в ячменной муке. В результате проведенных исследований установлено, что ячменная мука не содержит микотоксинов.

Итак, оценка безопасности ячменной муки показала, что она соответствует требованиям Сан ПиН 2.3.2. 1078-01-2002.

Проведено исследование фракционного состава липидов ячменной муки. Результаты исследований представлены в таблице 6, где показано процентное содержание различных фракций в составе липидов исследуемой муки.

Основной фракцией липидов ячменной муки является триацилглицерины.

Сравнительная оценка группового состава липидов ячменной муки, полученной с различных систем, показывает, что при переходе от первой к последней системе существенных отличий в групповом составе липидов не наблюдается.

Биологическая ценность липидов определяется качественным и количественным составом жирных кислот.

Состав и содержание основных жирных кислот липидов ячменной муки представлены в таблице 7.

Жирные кислоты ячменной муки представлены в основном пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой и линоленовой кислотами.

Жирнокислотный состав липидов ячменной муки носит ненасыщенный характер, сумма ненасыщенных жирных кислот составляет 75-76%.

Главным представителем ненасыщенных жирных кислот является линолевая кислота, обладающая высокой биологической активностью. Анализ жирнокислотного состава

Таблица 7. Жирнокислотный состав липидов ячменной мучки, выделенной с различных систем

Жирная кислота, в % от суммы	Система			
C _{12:0}	0,06	0,06	0,05	0,05
C _{14:0}	0,60	0,60	0,60	0,45
C _{15:0}	0,06	0,6	0,03	0,05
C _{15:1}	0,02	0,2	0,03	0,03
C _{16:0}	20	20,50	21,0	20,00
C _{16:1}	0,14	0,10	0,18	0,15
C _{16:1/9} – цис	0,44	0,10	0,49	0,46
C _{17:0}	0,36	0,40	0,35	0,38
C _{17:1}	0,04	0,08	0,04	0,04
C _{18:0}	2,0	2,10	2,05	2,45
C _{18:1/9} цис	16,04	15,98	16,00	16,15
C _{18:1/11} – транс	0,80	0,75	0,72	0,85
C _{18:2}	53,69	53,00	52,8	53,12
C _{18:3/omega}	3,99	4,20	4,1	4,15
C _{20:0}	0,26	0,31	0,30	0,25
C _{20:1}	0,80	0,75	0,72	0,85
C _{22:0}	0,28	0,25	0,20	0,18
C _{22:1}	0,40	0,46	0,34	0,39
Сумма насыщенных кислот	23,62	24,30	24,58	23,81
Сумма ненасыщенных кислот	76,38	75,70	75,42	76,19

ячменной мучки, полученных с различных систем показал, что существенного отличия в составе жирных кислот нет.

Анализ полученных результатов свидетельствует, что ячменная мучка содержит

достаточно много белка, жира, витаминов, микроэлементов, непредельных жирных кислот, что позволяет предположить широкий спектр ее рационального использования.

Список использованной литературы:

1. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях. М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1990. 94 с.