

ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОСОЗАВОДА

Для научного обоснования рационального использования отходов просозавода изучены основные показатели химического состава просяной мучки. Проведенные исследования показывают целесообразность использования просяной мучки в микробиологической, пищевой и комбикормовой промышленности.

Побочный продукт переработки проса в крупу – просяная мучка используется в основном как компонент комбикормов. Однако ее использование имеет ряд сложностей. Во-первых, мучка, содержащая большое количество жира, является весьма нестойкой при хранении. Во-вторых, высокое содержание в ней липидов предполагает возможность использования ее в качестве источника жира пищевого и технического значения. В-третьих, явно недостаточно данных о биологической ценности этого продукта, который используется в комбикормовой промышленности.

Увеличение степени использования зерна предполагает и рациональное использование отходов крупяного производства. (1)

При переработке проса базисных кондиций согласно «Правилам организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях» должно быть получено не менее 65% пшена. Остальную часть составляют отходы и побочные продукты, к которым относится мучка.

Для определения фактического выхода просяной мучки с каждой системы шелушения на крупозаводе Оренбургского комбината хлебопродуктов был снят количественный баланс продуктов переработки зерна проса (таблица 1).

Так как возможно дифференцированное использование мучки с разных систем шелушения, в том числе для производства комбикормов, необходимо знать основные показатели ее качества. Химический состав просяной мучки, полученной с разных систем шелушения, приведен в таблице 2.

Согласно полученным данным мучка, образующаяся в процессе переработки проса на различных системах шелушения, достаточно неоднородна по качеству. Существенные различия в химическом составе отмечены для мучки, выделенной с первой и последней систем шелушения.

В мучке с 1-й системы шелушения обнаружено большое количество клетчатки (30%), что обусловлено наличием в ней цветковых пленок, плодовых и семенных оболочек. Мучка с 3-й системы шелушения характеризуется наибольшим количеством жира (21%), что свидетельствует о

присутствии в данной фракции основной массы зародыша.

Различия в содержании крахмала и белка в мучке, полученной с различных систем шелушения, незначительны.

Одним из показателей, определяющих биологическую ценность зерна проса и продуктов его переработки, является аминокислотный состав белков.

Анализ аминокислотного состава отдельных фракций мучки показал, что белки просяной мучки содержат все незаменимые аминокислоты (таблица 3).

Таблица 1. Выход мучки по системам шелушения на Оренбургском крупозаводе

Система шелушения	Выход, %		
	1-я линия	2-я линия	3-я линия
1-я	3,0	4,0	3,0
2-я	2,7	2,2	2,4
3-я	3,3	2,5	1,8
	9,0	8,7	7,2

Таблица 2. Химический состав просяной мучки, полученной с разных систем шелушения

Система шелушения	Влажность, %	Содержание, % (на сухое вещество)				
		Белок	Жир	Крахмал	Клетчатка	Зольность
1-я	12,0	13,2	6,3	41,0	30,1	9,0
2-я	11,8	12,9	14,3	42,0	21,5	8,9
3-я	11,1	13,6	21,0	43,2	14,2	8,6

Таблица 3. Аминокислотный состав просяной мучки (в г/кг сухого продукта)

Аминокислота	Зерно проса	Система шелушения		
		1-я	2-я	3-я
Аспарагиновая	6,93	8,51	7,32	8,11
Треонин	3,10	4,86	3,99	3,43
Серин	6,08	6,14	4,98	5,17
Глутаминовая	12,64	13,64	10,55	11,05
Пролин	2,80	2,90	2,86	2,91
Глицин	2,46	4,97	3,80	4,13
Аланин	7,82	6,79	5,80	6,28
Цистин	1,13	1,00	0,90	1,10
Валин	3,51	4,52	3,54	3,52
Метионин	3,20	3,32	3,42	3,80
Изолейцин	2,74	3,15	2,19	2,20
Лейцин	11,07	9,46	7,94	8,24
Тирозин	4,20	3,90	2,75	3,03
Фенилаланин	5,31	5,16	3,67	3,62
Гистидин	2,49	1,86	1,96	2,45
Лизин	2,31	4,27	4,46	4,80
Аргинин	3,32	5,18	6,10	6,84
Сумма незаменимых аминокислот	28,50	34,74	28,61	29,61
Сумма аминокислот	81,11	89,63	75,63	80,68

По сумме незаменимых аминокислот просьяная мука превосходит зерно проса.

Питательная ценность зерна проса и продуктов его переработки зависит также от липидного комплекса. Кроме того, для использования жира в разных областях народного хозяйства требуется всесторонняя оценка его биохимических свойств. Изучены наиболее важные показатели: кислотное число, групповой и жирно-кислотный состав липидов муки с различных систем шелушения. Кислотное число липидов просьяной муки, выделенной с различных систем шелушения, изменяется незначительно: от 9 мг КОН на 1-й системе до 9,8 мг КОН на 3-й системе шелушения.

Для более подробной характеристики липидного комплекса просьяной муки был проведен анализ группового состава липидов методом тонкослойной хроматографии (2). Полученные данные приведены в таблице 4.

Основной фракцией липидов просьяной муки являются триацилглицерины. Сравнительная оценка группового состава липидов просьяной муки, полученной с различных систем шелушения, показывает, что при переходе от первой к последней системе несколько снижается содержание триацилглицеринов и увеличивается содержание свободных жирных кислот.

Жирные кислоты липидов просьяной муки (таблица 5) представлены пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой и линоленовой кислотами.

Главным представителем ненасыщенных жирных кислот липидов просьяной муки является линолевая кислота, обладающая высокой биологической активностью. На ее долю приходится 67-70% от суммы всех кислот. Высокая ненасыщенность липидов делает их весьма ценным продуктом для пищевой, фармацевтической и лакокрасочной промышленности.

Учитывая высокое содержание жира в просьяной муке, изучили стойкость этого продукта при хранении. Одной из наиболее изменяющихся характеристик липидного комплекса при хранении муки является кислотное число. Оно было принято в качестве показателя, определяющего изменение липидного комплекса.

При хранении просьяной муки наблюдается резкое увеличение кислотного числа: за два месяца хранения оно выросло почти в 20 раз.

Для более подробной характеристики процессов, протекающих в липидах просьяной муки при хранении, был изучен их групповой состав (таблица 6).

Хранение просьяной муки сопровождается снижением фракции триацилглицеринов: за 2 месяца хранения их содержание снизилось с 84,13 до 10,75%, а содержание свободных жирных кислот возросло с 9,2 до 78,5%.

Общий жирно-кислотный состав липидов просьяной муки в процессе хранения не изменился (таблица 7).

При хранении просьяной муки содержащиеся в ней липиды подвергаются в основном гидролитическим процессам. Для выяснения причин интенсивного гидролиза триацилглицеринов исследована активность фермента липазы (3, 4). В результате установлено, что начальная активность фермента липазы составляла (в мл 0,01 н раствора КОН): в зерне – 0,7, пшенице – 0,5, муке – 2,5. Высокая активность фермента липазы просьяной муки может быть объяснена значительным содержанием в ней зародыша. При хранении просьяной

Таблица 4. Групповой состав липидов просьяной муки, выделенной с разных систем шелушения

Система шелушения	Основные фракции (% от суммы фракций)					
	Полярные липиды + моноацилглицерины	Диацилглицерины	Свободные жирные кислоты	Триацилглицерины	Эфиры стеролов	Углеводы
1-я	1,80	2,67	6,82	86,86	0,80	1,05
2-я	1,85	2,74	7,40	86,03	0,76	1,22
3-я	1,98	2,76	7,87	85,13	1,00	1,26

Таблица 5. Жирнокислотный состав липидов просьяной муки, выделенной с различных систем шелушения

Жирная кислота (% от суммы)	Система шелушения		
	1-я	2-я	3-я
C _{16:0}	7,9	6,8	7,0
C _{18:0}	1,2	1,0	0,8
C _{18:1}	22,8	20,8	21,4
C _{18:2}	67,4	70,9	70,1
C _{18:3}	0,7	0,5	0,7
Сумма насыщенных кислот	9,1	7,8	7,8
Сумма ненасыщенных кислот	90,9	92,2	92,2

Таблица 6. Изменение группового состава липидов просьяной муки при хранении

Продолжительность хранения, месяцы	Кислотное число, мг КОН.	Основные фракции (% от суммы фракций)					
		Полярные липиды + моноацилглицерины	Диацилглицерины	Свободные жирные кислоты	Триацилглицерины	Эфиры стеролов	Углеводы
Исходная мука	8	1,95	2,74	9,20	84,13	0,76	1,22
1	117	0,97	1,63	72,39	23,03	0,34	1,63
2	156	4,46	4,74	78,50	10,75	0,69	0,84

Таблица 7. Жирнокислотный состав липидов просьяной муки при хранении

Жирная кислота (% от суммы)	Хранение, месяцы		
	Исходная мука	1	2
C _{16:0}	5,88	5,97	5,72
C _{18:0}	0,90	1,19	0,92
C _{18:1}	22,50	22,43	20,90
C _{18:2}	69,15	69,55	71,03
C _{18:3}	1,50	0,83	1,34
Сумма насыщенных кислот	6,78	7,16	6,64
Сумма ненасыщенных кислот	93,15	92,81	93,33

мучки активность фермента липазы снижается при одновременном возрастании продуктов гидролиза (рисунок 1).

Таким образом, одной из причин интенсивного гидролиза липидов является высокая активность фермента липазы просяной мучки.

Стабилизация просяной мучки независимо от путей дальнейшего ее использования должна предусматривать подготовку мучки к хранению непосредственно на заводе. Для сохранения качества просяной мучки при хранении были использованы наиболее перспективные и научно обоснованные методы ее стабилизации: хранение в атмосфере азота; хранение при пониженной температуре (0°C); влаготепловая обработка с одновременным гранулированием; обработка острым паром.

Эффективность способов обработки определяли по изменению кислотного числа липидов в процессе хранения просяной мучки.

Одним из перспективных способов хранения, который в последние годы получил распространение в нашей стране, является хранение сельскохозяйственной продукции в атмосфере инертных газов.

Исследована возможность стабилизации качества мучки при хранении ее в азоте. Контролем служила просяная мучка, которая хранилась при доступе воздуха в тех же условиях. Анализ полученных результатов показывает, что хранение мучки в атмосфере азота не приводит к замедлению гидролиза

Хранение при пониженной температуре также не обеспечивает достаточной стабилизации липидного комплекса просяной мучки, так как скорость нарастания кислотного числа липидов снижается незначительно.

Для стабилизации качества просяной мучки были проведены производственные опыты. В этих целях использовали установки ДГ, применяемые в комбикормовой промышленности для гранулирования комбикормов (5).

Установка ДГ позволяет перед гранулированием вести обработку просяной мучки влагой и теплом. В процессе испытаний использовали матрицы с отверстиями диаметром 12,7 мм. Качество мучки было следующим: влажность – 10,8%, содержание жира – 16,5%, кислотное число – 10 мг КОН. Мучку обрабатывали при давлении пара $2 \cdot 10^5$ Па и температуре 140°C. Температура гранул при выходе из пресса составляла 80-85°C.

Как показали исследования, влаготепловая обработка с последующим гранулированием обеспечивает сохранение качества просяной мучки в

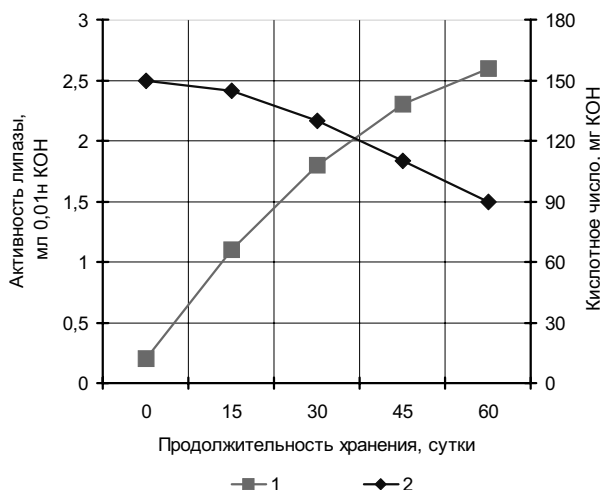


Рисунок 1. Изменение кислотного числа липидов 1 и активности фермента липазы 2 просяной мучки при хранении.

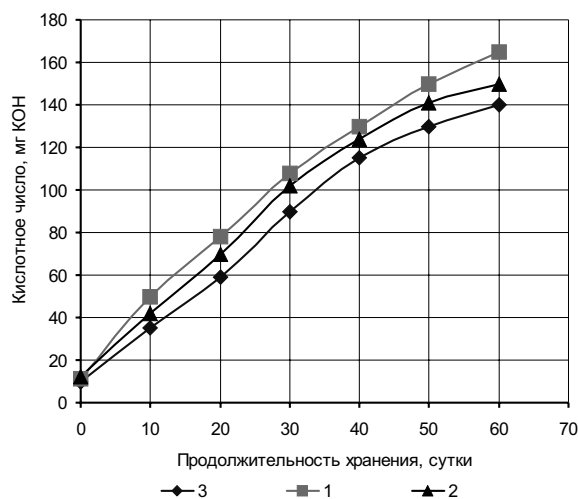


Рисунок 2. Изменение кислотного числа липидов просяной мучки при различных условиях хранения: 1 – в складе при температуре 18°C; 2 – в атмосфере азота; 3 – при температуре 0°C.

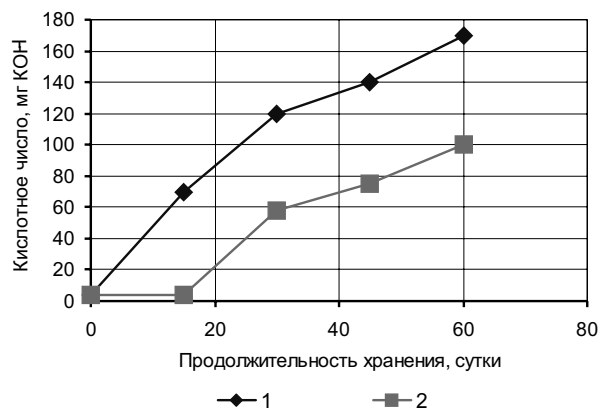


Рисунок 3. Изменение кислотного числа липидов просяной мучки при хранении: 1 – в рассыпном виде; 2 – в гранулах.

течение 15 сут. (рисунок 3). Дальнейшее хранение приводит к ухудшению ее качества.

Для изыскания наиболее эффективной и рациональной технологии обработки просяной муки с целью увеличения сроков ее хранения изучили инактивацию ферментов путем кратковременного воздействия на муку острым паром. Продолжительность обработки муки паром изменяли от 4 до 10 мин.

В таблице 8 показано влияние длительности обработки муки паром на активность фермента липазы.

Таблица 8. Влияние длительности обработки муки острым паром на активность фермента липазы

Продолжительность обработки, мин	Температура, °С		Влажность муки после обработки, %	Активность липазы, мл 0,01 н раствора КОН
	пара	муки		
4	190	105	9,25	2,00
6	190	112	8,26	1,41
8	190	130	6,92	0,90
10	190	140	5,81	0,25

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что в процессе обработки просяной муки острым паром активность липазы значительно снизилась, влажность муки уменьшилась в меньшей степени, чем при тепловой и влаготепловой обработке. Интенсивное воздействие паром стабилизи-

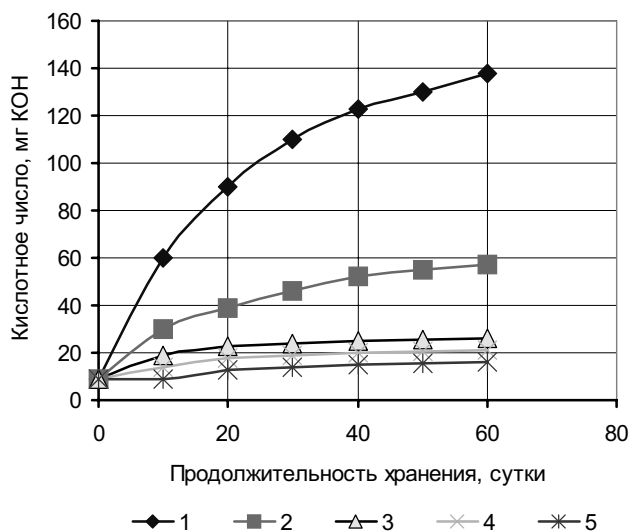


Рисунок 4. Изменение кислотного числа липидов просяной муки, обработанной острым паром (t пара = 190°C), при хранении: 1 – исходная мука; 2 – φ=4 мин; 3 – φ= 6 мин; 4 – φ=8 мин; 5 – φ= 10 мин.

рует качество просяной муки при хранении: за 2 месяца хранения кислотное число липидов возросло с 15 до 18 мг КОН (рисунок 4). Кроме того, исследовано влияние обработки острым паром на групповой состав липидов просяной муки. Установлено, что обработка острым паром не оказыва-

ет влияния на фракцию триацилглицеринов. Наблюдается снижение содержания жирных кислот, вместе с тем фракции полярных липидов и моноацилглицеринов увеличиваются. Возможно, под действием влаготепловой обработки происходит образование комплексных соединений свободных жирных кислот с белками и углеводами. Эти соединения, в свою очередь, увеличивают фракции полярных липидов и моноацилглицеринов. При хранении обработанной острым паром муки происходит незначительное увеличение фракции свободных жирных кислот, что согласуется с изменением кислотного числа при хранении.

Обработка просяной муки острым паром приводит к снижению содержания линолевой кислоты и увеличению содержания насыщенных кислот. Об-

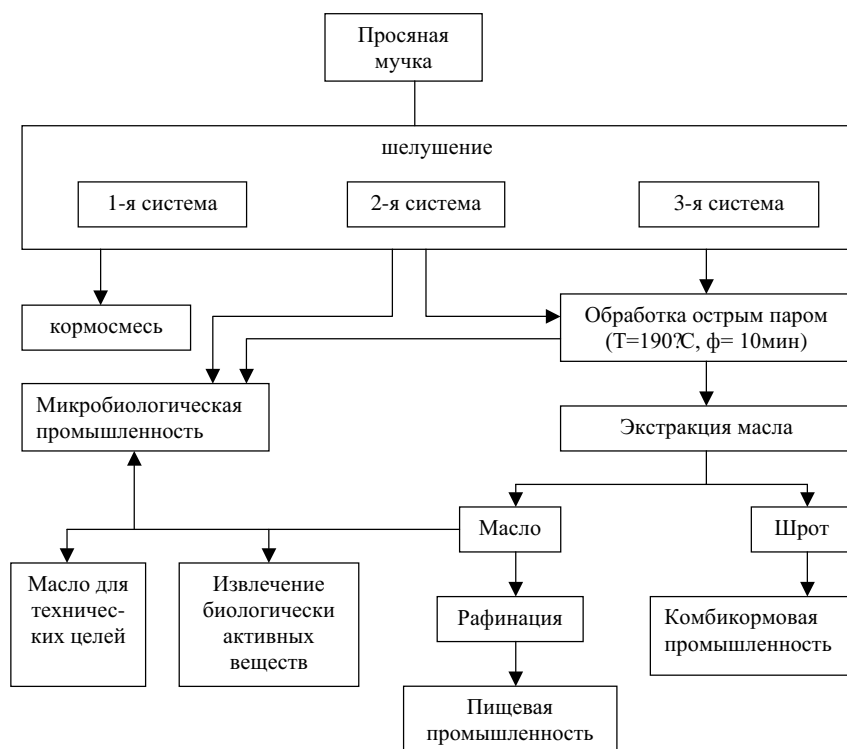


Рисунок 5. Принципиальная схема рационального использования просяной муки.

ший жирно-кислотный состав не изменяется. Важным фактором является то, что обработка острым паром обеспечивает стерилизацию муки, о чем свидетельствует анализ микрофлоры. Если общее количество бактерий в 1 г необработанной муки было равно 2000 тыс., то сразу же после обработки оно снизилось до 5 тыс., а через 2 мес. составило 8 тыс. бактерий.

Полученные результаты позволили разработать метод стабилизации качества просяной муки, заключающийся в обработке острым паром в течение 10 мин. с прогреванием продукта до 140°C.

Исследования по изучению состава, свойств просяной муки и ее применения дают основание предложить схему ее рационального использования (рисунок 5).

Список использованной литературы:

1. Соломатина Л. Г., Нечаев А. П. Об использовании просяной муки для получения // Масложировая промышленность, №4, 1989. С. 9-11.
2. Нечаев А. П. Липиды зерновых культур. М.: Колос 1980. 157с.
3. Пряхина Л. Н., Сабина Л. А. Новый метод определения активности липазы // Пищевая технология, 1980, №2, С. 10-11.
4. Казаков Е. Д., Кретович В. Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки М.: Колос, 1980. 319 с.
5. Егоров Г. А., Мельникова Е. М. Технология муки, крупы, комбикормов. М.: Колос, 1984. 375 с.