

## ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ КРУПЯНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

В статье рассматриваются вопросы, касающиеся разработки научно обоснованных решений для реализации ресурсосберегающих технологий рационального использования вторичного сырья крупяных производств. Предлагаются перспективные направления применения вторичного сырья крупяных производств, основанные на результатах исследований химического, биохимического состава и показателей безопасности овсяной и гороховой мучек.

**Ключевые слова:** вторичное сырье, гороховая мучка, овсяная мучка, отходы крупяных производств, ресурсосберегающие технологии

В поисках новых натуральных пищевых компонентов, применяемых для обогащения продуктов питания, в последние годы стали обращать внимание на побочные продукты переработки зерна. При переработке зерна в крупу в качестве побочного продукта образуется мучка, выход которой зависит от режимов работы шелушильного и шлифовального оборудования.

Важным преимуществом мучек является комплексность химического состава и вследствие этого возможность осуществлять обогащение продуктов белками, витаминами, минеральными веществами, фитофлавоноидами.

Учитывая огромное количество зерна, которое перерабатывается крупяными предприятиями, можно представить размеры потерь продуктов с высокой биологической ценностью, какими являются мучки.

Несмотря на всю целесообразность рационального использования для обогащения продуктов питания, побочные продукты крупяных производств не находят практического применения и используются в качестве компонентов комбикормов.

Учитывая возможность использования вторичного сырья крупяных производств для обогащения продуктов питания, были проведены исследования химического состава овсяной и гороховой мучек (таблица 1).

Согласно полученным результатам в отдельных образцах овсяной мучки содержание

белков достигает 25,9%, что в 2,4 раза выше, чем в целом зерне. В гороховой мучке содержится в 1,4 раза больше белка, чем в целом горохе [3].

Известно, что соотношение белковых фракций различной растворимости играет важную роль в оценке пищевой ценности. Проведенные исследования показали, что белки овсяной и гороховой мучек по составу фракций отличаются от белков овса и гороха. Так, сумма альбуминов и глобулинов в овсяной мучке составляет 65%.

Важнейшим показателем, определяющим биологическую ценность продуктов переработки овса и гороха, является аминокислотный состав белков, результаты исследования которого приведены в таблице 2.

Белки овсяной и гороховой мучек с точки зрения незаменимых аминокислот более полноценны, чем белки овса и гороха [1], [2].

Обращает на себя внимание высокое содержание липидов в овсяной и гороховой мучках, что обусловлено наличием частиц зародыша, попадающих в мучку в процессе шелушения. По количеству липидов овсяная мучка превышает зерно овса в 2,4 раза, а гороховая мучка содержит в 11,7 раза больше жира, чем целый горох.

С целью получения более подробной характеристики липидного комплекса мучек был изучен групповой состав липидов (таблица 3).

Из приведенных данных следует, что преобладающей фракцией липидов овсяной и гороховой мучек являются триацилглицериды. Отличительной особенностью фракционного

Таблица 1. Химический состав овса, гороха и побочных продуктов их переработки

Продукт	Массовая доля, %				
	Белок	Липиды	Крахмал	Пищевые волокна	Зола
Зерно овса	10,6	7,3	42,9	12,2	2,6
Овсяная мучка	25,9	7,9	29,5	18,3	2,8
Горох	18,0	1,2	46,5	5,5	2,9
Гороховая мучка	25,5	14,1	38,3	9,2	3,1

состава липидов мучек является низкое содержание полярных липидов и фосфолипидов.

Был исследован жирнокислотный состав, определяющий биологическую эффективность липидов овсяной и гороховой мучек (таблица 4).

Липидные комплексы обеих мучек широко представлены пальмитиновой, олеиновой, линолевой жирными кислотами и носят ненасыщенный характер. Линолевая кислота является главным представителем жирных кислот, количество которой в овсяной мучке составляет 39,02%, а в гороховой – 36,84%. Овсяная и гороховая мучки содержат полиненасыщенные жирные кислоты  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6.

Проведенные исследования показали, что общее содержание стерина овсяной мучки составляет 0,68% от суммы всех фракций липидов, у гороховой мучки – 1,2% от суммы фракций. Результаты исследования изомеров стерина представлены в таблице 5.

В ходе работ установили, что среди стерина овсяной и гороховой мучек преобладает  $\beta$ -ситостерин, обладающий наиболее высокой биологической активностью. Стилгмастерин присутствует в количестве 11% в овсяной мучке и 4,6% в гороховой мучке.

В зерне овса и горохе углеводы составляют основную часть химического состава. Побочные продукты переработки овса и гороха содержат частицы оболочек, эндосперма, зародыша. Как показали исследования, углеводный комплекс овсяной и гороховой мучек представлен в основном крахмалом.

Анализ мучек показал, что в них содержится сахара. Сахара овсяной мучки представлены только сахарозой (0,4%). Основным сахаром гороховой мучки является невосстанавливающий тетрасахарид стахиоза (2,56%). В гороховой мучке кроме стахиозы содержится дисахарид сахароза (0,5%) и трисахарид рафиноза (0,7%).

Помимо крахмала и сахаров углеводы овсяной и гороховой мучек представлены растворимой клетчаткой, гемицеллюлозами и пентозанами, входящими в состав семенных оболочек, клеточных стенок и попадающими в мучку в процессе переработки зерна в крупу.

Пищевые волокна овсяной мучки представлены в основном растворимой клетчаткой –  $\beta$ -1,3/1,4-D-глюканом (до 15%). Овсяная мучка содержит порядка 5% пентозанов.

В работе был изучен минеральный состав

Таблица 2. Аминокислотный состав овсяной и гороховой мучек, мг/100 г

Наименование определяемой аминокислоты	Овес	Овсяная мучка	Горох	Гороховая мучка
Аспарагиновая кислота	820	2896	2332	3068
Треонин	340	944	866	990
Серин	518	1012	848	1556
Глутаминовая кислота + пролин	2358	2878	-	-
Глутаминовая кислота	-	-	3356	4760
Пролин + глицин	-	-	1700	1789
Глицин + аланин	1010	2867	-	-
Аланин	-	-	922	1012
Цистин	420	1244	340	1824
Метионин	248	1987	305	1688
Изолейцин + лейцин	1245	1869	2628	1897
Тирозин	405	2989	703	1015
Фенилаланин	525	1712	1056	1167
Гистидин	415	1490	475	1984
Лизин	422	1987	1516	1786
Аргинин	632	2002	1597	954
Общее содержание аминокислот	9358	25877	18644	25490

Таблица 3. Групповой состав липидов овсяной мучки

Продукт	Основные фракции, % от суммы фракции				
	Полярные липиды + фосфолипиды	Триацил-глицериды	Свободные жирные кислоты	Стерины	Эфиры стерина
Зерно овса	27,60	58,83	7,20	4,50	1,87
Овсяная мучка	0,40	83,70	14,52	0,68	0,70
Горох	39,70	46,16	11,64	2,40	0,10
Гороховая мучка	1,10	67,20	28,30	1,20	2,20

овсяной и гороховой мучек. Результаты исследования представлены в таблице 6.

Анализ полученных данных свидетельствует, что по содержанию калия овсяная мучка превосходит зерно – в 1,4 раза по содержанию марганца овсяная мучка превосходит зерно в 3,0 раза, по содержанию фосфора в 1,4 раза, соответственно. Значительно больше в овсяной мучке содержится железа, чем в зерне. По содержанию марганца гороховая мучка богаче гороха в 6 раз.

Проведенные исследования показали, что овсяная и гороховая мучки являются важнейшими источниками целого ряда витаминов (таблица 7).

По содержанию витаминов E, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, PP и каротиноидов овсяная мучка превосходит зерно овса соответственно в 1,8, 3,6, 2,7, 3,2 и 15 раз. В гороховой мучке содержится больше в 2,4 раза витамина B<sub>1</sub>, в 1,6 раза витамина B<sub>2</sub>, в 2,4 раза витамина B<sub>6</sub>, в 3,4 раза больше витамина PP, в 1,3 раза больше витамина E, чем в горохе.

Изучение флавоноидов представляет большой практический интерес, так как они могут выступать в качестве биологических мо-

дификаторов реакций и сильнейших антиоксидантов.

Методом тонкослойной хроматографии в овсяной мучке были выделены рутин, гиперозид. В гороховой мучке были обнаружены рутин, гиперозид и витексин.

В связи с перспективой использования овсяной и гороховой мучек в качестве сырья для пищевой промышленности была проведена оценка их санитарно-гигиенического состояния. Исследовали содержание пестицидов, микотоксинов, радионуклидов и токсичных элементов в них.

Результаты исследования представлены в таблице 9.

Таблица 5. Содержание и состав стериннов в побочных продуктах переработки овса и гороха

Стерины	Содержание стериннов, %	
	овсяная мучка	гороховая мучка
Холестерин	5,64	2,95
Кампастерин	7,86	11,83
Стигмастерин	11,54	4,66
□ -ситостерин	66,16	73,21
□ -5-авенастерин	3,54	-
□ -7-авенастерин	5,26	-
□ -амирин	-	7,35

Таблица 4. Жирнокислотный состав липидов овсяной и гороховой мучек

Наименование жирной кислоты	Содержание жирной кислоты, % от суммы	
	овсяная мучка	гороховая мучка
C <sub>8:0</sub> (каприловая)	0,1	-
C <sub>12:0</sub> (лауриновая)	0,04	-
C <sub>14:0</sub> (миристиновая)	0,27	0,54
C <sub>15:0</sub> (пентадекановая)	0,02	0,22
C <sub>15:1</sub> (пентодеценовая)	0,03	0,07
C <sub>16:0</sub> (пальмитиновая)	16,48	17,08
C <sub>16:1</sub> (гексадеценовая)	1,02	0,11
C <sub>16:1</sub> (9-цис) (пальмитолеиновая)	0,28	0,24
C <sub>16:2</sub> (7-9) (гексадекадиеновая)	0,12	-
C <sub>17:0</sub> (маргариновая)	0,06	0,17
C <sub>17:1</sub> (10-цис) (гептадекановая)	0,03	-
C <sub>18:0</sub> (стеариновая)	2,04	3,59
C <sub>18:1</sub> (9-цис) (олеиновая)	35,6	31,27
C <sub>18:1</sub> (11-транс) (вакценовая)	1,104	0,45
C <sub>18:2</sub> (i) (изо-октадекадиеновая)	0,35	0,16
C <sub>18:2</sub> (линолевая)	39,02	36,84
C <sub>18:3</sub> (7-3) (γ-линоленовая)	0,33	8,16
C <sub>18:3</sub> (7-6) (δ-линоленовая)	1,97	-
C <sub>20:0</sub> (арахиновая)	0,25	0,37
C <sub>20:1</sub> (гондиновая)	0,83	0,27
C <sub>22:0</sub> (бегеновая)	0,04	0,08
C <sub>22:1</sub> (эруковая)	0,09	-
Сумма насыщенных кислот	19,7	22,43
Сумма ненасыщенных кислот	80,3	77,57

Таблица 6. Минеральный состав овса, гороха и побочных продуктов их переработки

Продукт	Минеральные вещества, мг/кг					
	K	Ca	Mn	P	Fe	Zn
Зерно овса	401	112	52,5	352	11	36,1
Овсяная мучка	547	145	157	484	63,7	31,2
Горох	785	98	17,7	290	9,2	30,5
Гороховая мучка	1010	131	110	288	11	31,8

Таблица 7. Содержание витаминов в зерне овса, горохе и продуктах их переработки

Продукт	Витамины, мг/100 г					
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>6</sub>	PP	E	Каротиноиды
Зерно овса	0,43	0,14	0,29	1,63	2,70	0,03
Овсяная мучка	0,45	0,43	0,72	4,80	4,90	0,30
Горох	0,60	0,19	0,25	1,80	6,00	0,01
Гороховая мучка	1,44	0,31	0,60	6,20	8,20	0,40

Таблица 8. Содержание флавоноидов в побочных продуктах переработки овса и гороха

Флавоноиды	Содержание флавоноидов, %	
	Овсяная мучка	Гороховая мучка
Рутин	0,02	0,43
Гиперозид	0,01	0,04
Витексин	-	0,03

Таблица 9. Характеристика санитарно-гигиенического состояния овсяной и гороховой мучек

Показатели	ПДК	Содержание	
		Овсяная мучка	Гороховая мучка
Пестициды, мг/кг:			
ГХЦГ и изомеры	0,5	Не обнаружено	Не обнаружено
ДДТ и его метаболиты	0,02	Не обнаружено	Не обнаружено
Этилмеркурхлорид	Не допускается	Не обнаружено	Не обнаружено
2,4 Д-аминная соль	Не допускается	Не обнаружено	Не обнаружено
Микотоксины, мг/кг:			
Афлатоксин В <sub>1</sub>	0,005	Не обнаружено	Не обнаружено
Дезоксиниваленол	0,7	Не обнаружено	Не обнаружено
Зеараленон	0,2	Не обнаружено	Не обнаружено
Т-2 токсин	0,1	Не обнаружено	Не обнаружено
Радионуклиды, Бк/кг:			
Цезий-137	60	Менее 5,0	Менее 19,6
Стронций-90	30	Менее 2,7	Менее 7,4
Содержание токсичных элементов, мг/кг:			
Свинец	0,5	0,16	0,250
Кадмий	0,1	0,015	0,034
Ртуть	0,03	0,0014	Не обнаружено
Мышьяк	0,2	0,01	Не обнаружено

Полученные результаты показывают, что содержание цезия-137 и стронция-90 в продукте значительно ниже ПДК. Микотоксины в овсяной мучке не обнаружены.

Оценка безопасности овсяной и гороховой мучек показала, что они соответствуют требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01.

Полученные данные свидетельствуют о высокой пищевой и биологической ценности побочных продуктов переработки овса и гороха, а также о целесообразности и перспективности их использования в качестве сырья в кондитерской, хлебопекарной, масложировой, фармакологической и косметической отраслях промышленности.

#### Список использованной литературы:

1. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки [Текст] / Е.Д. Казаков, В.Я. Кретович. – М.: Агропромиздат, 1989. – 368 с.
2. Казаков, Е.Д. Зерноведение с основами растениеводства [Текст] / Е.Д. Казаков. – М.: Колос, 1983. – 352 с.
3. Химический состав российских пищевых продуктов [Текст]: справочник / под ред. член.-корр. МАИ, проф. И.М. Скурихина и академика РАМН, проф. В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

Сведения об авторах: Никифорова Т.А., профессор кафедры технологии пищевых производств Оренбургского государственного университета, доктор технических наук, доцент, 460018, г. Оренбург пр-т Победы,13, тел. (3532) 319137

Севериненко С.М., Московский государственный университет пищевых производств, кафедра органической и пищевой химии, кандидат технических наук, доцент, тел. 89167077798

Куликов Д.А., Оренбургский государственный университет, кафедра технологии пищевых производств, e-mail: kda85@inbox.ru., тел. 89228294788,

Пономарев С.Г., Оренбургский государственный университет, кафедра технологии пищевых производств, e-mail: gitara-03@yandex.ru, тел. 89228205015

Nikiforova T.A., Severinenko S.M., Kulikov D.A., Ponomarev S.G.

Potentialities of cereal industries by-products

The article discusses the development of science-based solutions for the implementation of resource management technologies for recycled cereal production. We offer advanced applications of recycled cereal production, based on the results of studies of chemical, biochemical composition and safety performance of oat and pea meals.

Key words: secondary raw materials, pea meal, oat meal, wastes of cereal industries, resource management technologies

#### Bibliography:

1. Kazakov, E.D. Biochemistry of grain and its products [Text] / E.D. Cossacks, V.Y. Kretovich. - M.: concentrations, 1989. - 368 pp.
2. Kazakov, E.D. Zernovedenie with the fundamentals of plant [Text] / E.D. Kazakov. - M.: Kolos, 1983. - 352 pp.
3. The chemical composition of Russian food [Text]: a handbook / ed. chlen. correspondent. MAI, prof. I.M. Skurikhina and academician of RAMS, Professor. VA Tutelian. - M.: Delhi Printer, 2002. - 236 pp.