

Научная статья
 УДК 664.788 / 664.668.9
 doi:10.35694/YARCX.2022.58.2.014

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНИКО-КИНЕМАТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛЕНИЯ НА АНАТОМИЧЕСКИЕ ЧАСТИ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ И КУКУРУЗЫ С ЦЕЛЬЮ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БЕЛКОВЫХ, УГЛЕВОДНЫХ И ЛИПИДНЫХ ФРАКЦИЙ

Роман Хажсетович Кандроков¹, Анастасия Романовна Кокшарова², Анастасия Олеговна Седавкина³

^{1, 2, 3}Московский государственный университет пищевых производств, Москва, Россия

¹Nart132007@mail.ru, ORCID 0000-0003-2003-2918

²Anasteisha-ko@mail.ru

³Sedavkina01@gmail.com

Реферат. Проведены исследования по разработке технологии механико-кинематического разделения на анатомические части зерна гречихи и кукурузы с целью извлечения белковых, углеводных и липидных фракций. Установлено, что для получения концентрированной белковой фракции целесообразно осуществлять центробежное пневмоситовое фракционирование измельчённой муки, извлекая мелкие (до 18 мкм) лёгкие частицы белка и крахмала в одну фракцию, выход которой не должен превышать 15%. Выявлено, что окончательное разделение частиц белка и крахмала следует осуществлять на основе различия их плотности в центробежно-осевом роторном пневмокласификаторе. Оптимальной границей разделения крахмала, белка и жира можно считать сито с размером отверстий 60 мкм. В результате разделения фракций по этой границе получено 75,5% сходовой фракции и 24,5% – проходной. Эти две фракции эндоспермовой гречневой муки отличаются содержанием крахмала – 86,0 и 79,3%; белка – 7,85 и 11,4%; жира – 1,04 и 1,8% соответственно.

Ключевые слова: гречиха, кукуруза, белок, углеводы, липиды, фракция, пневмокласификатор, мука

DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF MECHANICAL AND KINEMATIC SEPARATION INTO ANATOMICAL PARTS OF BUCKWHEAT AND CORN GRAINS IN ORDER TO EXTRACT PROTEIN, CARBOHYDRATE AND LIPID FRACTIONS

Roman Kh. Kandrov¹, Anastasiya R. Koksharova², Anastasiya O. Sedavkina³

^{1, 2, 3}Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia

¹Nart132007@mail.ru, ORCID 0000-0003-2003-2918

²Anasteisha-ko@mail.ru

³Sedavkina01@gmail.com

Abstract. The researches have been carried out on the development of a technology of mechanical and kinematic separation into anatomical parts of buckwheat and corn grains in order to extract protein, carbohydrate and lipid fractions. It has been established that in order to obtain a concentrated protein fraction, it is advisable to carry out centrifugal air-grading screen fractionation of ground flour, extracting small (up to 18 microns) light particles of protein and starch into one fraction, the yield of which should not exceed 15%. It was found that the final separation of protein and starch particles should be carried out based on the difference in their density in a centrifugal-axial rotary pneumatic classifier. The optimal separation boundary of starch, protein and fat can be considered a screen with a hole size of 60 microns. As a result of the separation of fractions along this boundary, 75.5% of the convergent fraction and 24.5% of the throughput fraction were obtained. These two fractions of endosperm buckwheat flour differ in starch content – 86.0 and 79.3%; protein – 7.85 and 11.4%; fat – 1.04 and 1.8%, respectively.

Keywords: buckwheat, corn, protein, carbohydrates, lipids, fraction, pneumatic classifier, flour

Разработка технологии механико-кинематического разделения на анатомические части зерна гречихи и кукурузы с целью извлечения белковых, углеводных и липидных фракций

Введение. Актуальность производства белой и крахмалистой муки из зерна гречихи и кукурузы была обусловлена высокой пищевой ценностью этих зерновых культур, их вкусовыми и диетическими достоинствами. В составе жиров гречихи содержится значительное количество антагониста холестерина – жироподобного вещества лецитина. В зародыше гречихи имеется рутин, обладающий Р-витаминной активностью, способствующей снижению хрупкости и проницаемости кровеносных сосудов, восстановлению сердечной деятельности, нормализации кровяного давления [1; 2].

Гречиха имеет сбалансированный минеральный состав, содержит значительное количество фосфора, кальция, железа. Она отличается высоким содержанием витаминов В₁ (0,30 мг/%), В₂ (0,14 мг/%), РР (4,2 мг/%). Белок гречихи полноценен по аминокислотному составу, содержит повышенное количество лимитирующей незаменимой аминокислоты лизина (до 8,0%) и в целом по питательности отличается более полноценным белком среди остальных зерновых злаковых культур [3–5].

Отличительной особенностью кукурузной муки, по сравнению с другими видами муки, является содержание ценного в пищевом отношении крахмала, за счёт большого количества проламины, глютелинов и глобулинов. Жёлтую кукурузную муку, содержащую β-каротин, рекомендовано для использования при производстве макаронных изделий из хлебопекарной муки, полученной при переработке зерна мягкой пшеницы. Кукурузную муку применяют, кроме того, в составе мучных композитных смесей при производстве хлебобулочных, мучных кондитерских и кулинарных изделий [6; 7].

В настоящее время особенно актуальной является проблема дефицита белка в рационе питания человека. Наиболее рациональным путём снижения дефицита белка и повышения качества продуктов питания является создание и расширение ассортимента пищевых продуктов на основе растительного, возобновляемого сырья, обогащённых растительным белком. При этом значительно повышается как биологическая, так и питательная ценность продуктов питания, придавая им профилактические и диетические свойства.

Информации об исследованиях по выделению белковой фракции из гречневой муки в специальной отраслевой литературе не выявлено. В связи с этим, при определении методики выделения белковой фракции из гречневой муки путём её пневмоклассификации были учтены и использованы принципы и закономерности, выявленные для хлебопекарной пшеничной муки при её фракционировании вибропневматическим способом. Это реше-

ние было обусловлено также и тем, что пшеница и гречиха относятся к одной группе хлебных злаковых культур (семейства злаковых и гречишных) и имеют много общего в анатомическом строении зерна, его химическом составе, распределении химических элементов по отдельным анатомическим частям [8; 9].

Микроструктура клеток зерна гречихи аналогична строению зерна пшеницы. Она представляет собой уложенные правильными рядами крахмальные зёрна, а между ними находятся прерывистая, слабо развитая белковая матрица в виде тончайших плёнок и воздушные полости. Как и для зерна пшеницы, основное количество белка в зерне гречихи сосредоточено в зародыше (до 15%), расположенном внутри ядра и составляющем 10–15% от веса зерна. Существенное количество белка (до 10%) приходится на эндосперм, занимающий 60–65% от веса зерна. Таким образом, при переработке гречневой крупы в муку переходят белковые фракции как эндосперма, так и зародыша, которые содержатся внутри эндосперма [10–12].

Цель исследований – разработка технологии механико-технологического разделения на анатомические части зерна гречихи и кукурузы с целью максимального извлечения белковых, углеводных и липидных фракций.

Методика исследований. В качестве объектов исследования применяли образцы товарных партий зерна гречихи и кукурузы. Оценку химических и физико-химических показателей качества исходного зерна гречихи и кукурузы, а также продуктов их переработки проводили в соответствии с действующими ГОСТами, принятыми в пищевой и перерабатывающей отраслей пищевой промышленности.

Математические и статистические расчёты экспериментальных данных проводили в компьютерной программе Microsoft Excel.

Результаты исследований. В результате помола зерна гречихи по разработанной технологической схеме получена мука со следующими характеристиками: баланс помола зерна гречихи в сортовую муку и данные физико-химических свойств потоков муки с отдельных технологических систем представлены в таблице 1. Потоки муки с отдельных технологических систем проанализированы по физико-химическим показателям.

По результатам предварительно проведённых исследований разработаны 2 способа формирования потоков гречневой муки. Первый способ предполагает объединение потоков гречневой муки по химическому составу.

Из анализа данных таблицы 1 следует, что существенной дифференциации по химическому составу можно добиться уже при избирательном измельчении зерна гречихи в сортовую муку. Так,

Таблица 1 – Выход и физико-химические показатели качества отдельных потоков муки при помоле исходного ядра гречихи

Продукты	Выход, %	Зольность, %	Содержание, % с.в.		
	% к готовой продукции		крахмала	белка	жира
Мука:					
I драная система	11,6	0,44	88,6	4,31	0,5
II драная система	1,3	0,63	88,99	4,72	0,6
III драная система	13,5	0,16	89,86	3,76	0,4
IV драная система	3,7	1,59	89,04	4,67	0,7
1 размольная система	20,6	0,13	91,28	3,23	0,3
2 размольная система	15,0	0,28	90,26	4,19	0,4
3 размольная система	5,1	3,09	68,42	16,83	3,7
4 размольная система	2,1	6,68	30,54	33,71	8,2
Итого – мука	72,9	0,69	86,88	5,6	0,86
Сход:					
II драной системы	1,8	4,59	–	–	–
III драной системы	22,1	5,38	25,09	35,72	8,1
IV драной системы	1,1	6,36	23,22	37,00	8,0
4 размольной системы	2,1	4,89	25,91	28,00	6,9
Всего	100,0	1,95	74,11	13,13	2,7

основное количество крахмала сосредоточено в потоках муки с I драной по 2-ю размольную системы, белка эндосперма – в потоках муки 3-й и 4-й размольных системах.

Путём объединения потоков муки с отдельных технологических систем по химическому составу было получено 65,7% эндоспермовой муки с содержанием крахмала 90% и 7,2% гречневой муки с содержанием белка 21,8%. Полученная фракция крахмалистой муки содержит на 3,1% крахмала больше, чем в общей муке выхода 72,9% и в 1,2 раза больше, чем в исходном ядре гречихи. Фракция белковой муки содержит белка в 3,9 раза больше, чем в муке общего выхода 72,9% и в 1,7 раза больше, чем в исходном ядре гречихи.

Существенны различия и по зольности: крахмалистая фракция имеет значение показателя зольности 0,31%, белковая – 4,13%. Разница – более чем в десять раз. По содержанию жира карти-

на аналогична. В крахмалистой фракции содержание жира составило 0,4%, в белковой – 5,0%.

Второй способ предполагает ситовое сепарирование эндоспермовой гречневой муки. Подготовка к помолу и размол осуществляли по аналогии с первым способом. Из потоков муки I–III драных и 1–2 размольных систем сформирована эндоспермовая гречневая мука, которую фракционировали на наборе сит с размерами отверстий 132, 90, 60, 40 и 30 мкм. В выделенных фракциях определено содержание белка, крахмала и жира. Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

Как следует из данных таблицы 2, с уменьшением размеров отверстий сит от 132 до 40 мкм происходит снижение содержания крахмала во фракциях муки с 87,4 до 77,32% (в 1,13 раза), увеличение содержания белка – с 6,82 до 11,50% (в 1,7 раза) и жира – с 0,8 до 1,8% (в 2,25 раза).

Таблица 2 – Гранулометрический и химический составы фракций эндоспермовой гречневой муки

№ п/п	Сита, мкм		Масса, г	Выход, %	Средний размер частиц, мкм	Содержание в % с.в.		
	Проход	Сход				крахмала	белка	жира
1	132	90	530	29,3	111	87,40	6,82	0,8
2	90	60	835	46,2	75	85,09	8,51	1,2
3	60	40	355	19,5	50	79,84	11,36	1,8
4	40	30	90	5,0	35	77,32	11,50	1,8
Итого	х	х	1810	100	79	84,35	8,72	1,2

Оптимальной границей разделения крахмала, белка и жира можно считать сито с размером отверстий 60 мкм. В результате разделения фракций по этой границе получено 75,5% сходовой фракции и 24,5% – проходовой. Эти две фракции эндоспермовой гречневой муки отличаются содержанием крахмала – 86,0 и 79,3%; белка – 7,85 и 11,4%; жира – 1,04 и 1,8% соответственно.

Технология переработки кукурузы в крупу предусматривает обязательное отделение зародыша в связи с тем, что именно в нём содержится жир, который может быстро испортиться за счёт полиненасыщенных жирных кислот, что снижает стойкость и длительность продуктов переработки кукурузы при хранении. Кроме того, кукурузный зародыш является основным сырьём при производстве кукурузного масла, отличающегося высокой пищевой ценностью.

Перед тем, как переработать зерно кукурузы в крупу и муку, необходимо провести её гидротермическую обработку (ГТО). При этом за счёт ГТО происходит более полное отделение оболочек и зародыша. При производстве шлифованной кукурузной крупы ГТО проводится путём увлажнения исходного зерна тёплой водопроводной водой с температурой 40°C до влажности 15,5–16,5% и до конечной влажности 19,5–22,5% – при производстве крупной и мелкой кукурузной крупы с последующим отволаживанием в бункерах в течение 2–3 ч.

После проведения гидротермической обработки зерна кукурузы следует его размол. Зерно кукурузы поступает на предварительное измельчение в дежерминатор, на котором дробится на крупные части, причём отделяется зародыш. Продукты дробления сортируют в отсевах, обрабатывают в аспирационных колонках и пневмосортировальных столах. При этом среднюю и мелкую фракцию крупок размером 400–800 мкм обогащают на ситовечной машине, при этом проходом сита размером отверстий ячеек 475 мкм получают кукурузную муку типа «экстра». На пневмосортировальных столах выделяют кукурузный зародыш.

Схема размола кукурузной крупки, полученной на дробильных системах, включает четыре драные и три размольные системы. На ситовечных системах получают муку «экстра», в отсевах – проходом сита размером отверстий ячеек 800 мкм – муку высшего сорта (крупного помола), а проходом сит размером отверстий ячеек 355 мкм – муку тонкого помола. Соотношение скоростей быстро вращающегося и медленно вращающегося вальцов – 2,5; скорость быстро вращающегося вальца – 6 м/с. Расположение рифлей «спинка по спинке» – при соотношении углов 30/60. Механические потери и усушка установлены в пределах 1%. Чистота зародыша составляет 85–90%.

Техническая характеристика систем измельчения предусматривает получение крупитчатой муки и крупки, показатели качества которых представлены в таблице 3.

На следующем этапе провели исследование способов и режимов доизмельчения гречневой и кукурузной муки для последующего разделения её на белковые и крахмалистые фракции. Разработанная технология извлечения белковой фракции из кукурузной муки механическим способом основана на разрушении белковой матрицы и получении её частиц, свободных от крахмала. В процессе пневмокласификации механическим разрушением удаётся выделить, за счёт различия в массе, частицы белковых фракций как более лёгкие и мелкие, по сравнению с частицами крахмальных фракций.

Увеличить концентрацию свободных мелких частиц белка можно путём измельчения стандартной муки ударно-стирающим способом в дезинтеграторах, ударным способом – в энтолейторах или валковым способом – в вальцевых станках. Гранулометрический состав образцов исходной и измельчённой гречневой и кукурузной муки, полученной ударно-стирающим способом, представлен в таблице 4.

По литературным источникам содержание в пшеничной хлебопекарной муке фракций с частицами белка с размером 0–18 мкм сравнительно незначительно [5; 9; 10]. В полученных нами

Таблица 3 – Пищевая ценность и химический состав кукурузной крупы и кукурузной муки (на 100 г съедобной части)

Наименование показателя	Кукурузная крупа, г	Кукурузная мука, г
Вода	14	14
Зола	0,75	0,85
Белки	9,5	8,4
Жиры	1,2	1,5
Углеводы	71,0	72,1
Пищевые волокна	4,8	4,4
Крахмал	69,6	70,6

Таблица 4 – Гранулометрический состав образцов измельчённой гречневой и кукурузной муки

Фракции муки, характеризующиеся размером частиц, мкм	Гречневая мука	Кукурузная мука
	Процентное содержание фракции, %	
<10	0,2	0,4
10	0,2	0,7
15	0,2	0,8
20	0,3	1,1
30	1,1	1,2
40	1,4	1,6
50	2,1	2,2
63	2,3	1,5
80	3,1	8,1
100	7,9	15,6
118	11,4	10,1
132	13,6	12,2
140	10,3	13
150	9,8	6,2
160	8,8	5,4
180	7,2	3,5
200	3,4	2,2
224	4,3	2,3
250	2,7	4,2
315	5,6	3
355	3,4	2,2
390	0,5	1,9
450	0,2	0,6
Всего	100,0	100,0

образцах гречневой и кукурузной муки содержание белковой фракции размером до 18 мкм составляет 8,1%. Выход фракций муки до 18 мкм зависит от структуры эндосперма исходного зерна и колеблется в интервале 6–15%. Повысить содержание белковых и крахмалистых фракций в 1,5–2,0 раза можно путём многократного измельчения муки ударно-истирающим способом в дезинтеграторах или ударным способом – в энтолейторах. Использование вальцовых станков для дополнительного измельчения менее эффективно в сравнении с этими способами. При выборе способа измельчения муки необходимо учитывать показатели качества получаемых белковых и крахмалистых фракций.

На заключительном этапе провели исследование процесса центробежного пневмоситового сепарирования муки в двух вариантах. В разрабатываемой технологии производства концентратов белка этот процесс может быть использован в одном из указанных вариантов. В первом варианте в данном процессе предлагается получить такую фракцию свободных частиц белка, в которой со-

держание его в соответствии с заданием должно быть в 1,5–2,0 раза больше, чем в исходной муке. Во втором варианте сначала предполагается получить фракцию, в которую извлечены все частицы свободного белка вместе с мелкими зёрнами крахмала, а затем разделить их на фракции с возможно большей эффективностью извлечения белка в одну из этих фракций на центробежно-осевом роторном пневмокласификаторе.

Данные исследования были посвящены в основном проработке второго варианта. Они проведены на пилотной установке центробежного пневмоситового сепарирования мучных, дунтовых и крупочных смесей. Были приняты следующие параметры пилотной установки: диаметр корпуса 200 мм, диаметры экрана и сетчатого цилиндра 200 и 150 мм соответственно. Материалопровод для транспортирования продукта имел диаметр 22 мм.

Первая серия исследований проведена для определения влияния размера отверстий разделяющего экрана на выход и качество фракций. Разме-

Таблица 5 – Результаты исследования центробежного пневмоситового сепарирования гречневой и кукурузной муки

Гречневая мука. Первая серия				
Исходная мука	100,0	7,72	82,87	Проход сита размером отверстия 132 мкм
Крупная	82,1	7,63	83,68	
Мелкая	11,3	7,32	84,32	
Лёгкая	6,6	8,16	80,74	
Гречневая мука. Вторая серия				
Исходная мука	100,0	7,73	83,12	Проход сита размером отверстия 132 мкм
Крупная	86,2	7,60	83,61	
Мелкая	6,6	7,22	83,85	
Лёгкая	7,2	8,07	81,34	
Кукурузная мука. Первая серия				
Исходная мука	100,0	10,11	78,82	Проход сита размером отверстия 132 мкм
Крупная	93,2	10,06	79,01	
Мелкая	4,1	9,78	79,75	
Лёгкая	2,7	10,71	77,21	
Кукурузная мука. Вторая серия				
Исходная мука	100,0	10,86	79,24	Проход сита размером отверстия 132 мкм
Крупная	91,5	10,78	81,22	
Мелкая	5,3	10,35	80,84	
Лёгкая	3,2	11,44	77,87	

ры отверстий разделяющего экрана варьировали в диапазоне 118–315 мкм. В качестве разделяющего экрана применяли металлотканые сита. По результатам эксперимента принят размер отверстий 132 мкм, обеспечивающий выход проходовой фракции 15% от исходного количества нативной хлебопечкарной муки, поступившей на обработку.

Вторая серия исследований проведена с целью определения влияния расхода воздуха и скорости аэросмеси при входе в ситовой цилиндр аппарата на эффективность процесса фракционирования. По результатам этой серии экспериментов выбран воздушный режим, при котором количество лёгкой фракции не превышает 8%, а мелкой фракции – 7%.

Обобщённые результаты двух серий экспериментов центробежного пневмоситового сепарирования гречневой и кукурузной муки на различные по крупности фракции представлены в таблице 5.

Выводы. По результатам проведённых исследований разработана технология механико-кинематического разделения на анатомические части зерна гречихи и кукурузы с целью извлечения белковых, углеводных и липидных фракций.

Оптимальной границей разделения крахмала, белка и жира можно считать сито с размером отверстий 60 мкм. В результате разделения фракций по этой границе получено 75,5% сходовой фракции и 24,5% – проходовой. Эти две фракции эндоспермовой гречневой муки отличаются содержанием крахмала – 86,0 и 79,3%; белка – 7,85 и 11,4%; жира – 1,04 и 1,8% соответственно.

Для получения концентрированной белковой фракции целесообразно осуществлять центробежное пневмоситовое фракционирование измельчённой муки, извлекая мелкие (до 18 мкм) лёгкие частицы белка и крахмала в одну фракцию, выход которой не должен превышать 15%.

Окончательное разделение частиц белка и крахмала следует осуществлять на основе различия их плотности в центробежно-осевом роторном пневмокласификаторе.

Разделение мелких (до 18 мкм) частиц белка и крахмала возможно без промежуточного фракционирования; это разделение может быть выполнено как в центробежном пневмоситовом вибрационном сепараторе, так и в центробежно-осевом роторном пневмокласификаторе.

Список источников

1. Алексеева, Т. В. Разработка технологии пищевой системы на основе продуктов глубокой переработки отечественного низкомасличного сырья / Т. В. Алексеева, А. А. Родионов, В. Б. Науменко. – Текст : непосредственный // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : сборник статей по материалам II научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / ответственный за выпуск А. А. Нестеренко. – Краснодар : Изд-во Кубанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 342–344. – ISBN 978-5-00097-083-6.
2. Алексеева, Т. В. Технология приготовления печенья функционального назначения с применением отечественных продуктов глубокой переработки зерна пшеницы / Т. В. Алексеева, Ю. О. Калгина, А. А. Веснина, М. М. Зяблов. – Текст : непосредственный // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : сборник статей по материалам II научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / ответственный за выпуск А. А. Нестеренко. – Краснодар : Изд-во Кубанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 375–378. – ISBN 978-5-00097-083-6.
3. Болгова, М. А. Совершенствование технологии производства пищевых и технических продуктов путем глубокой переработки зернового сырья / М. А. Болгова, М. В. Корчагина, Н. В. Зуева. – Текст : непосредственный // Школа юных инноваторов : сборник научных статей Итоговой конференции проектов / отв. ред. А. А. Горохов. – Курск : Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2018. – С. 63–66. – ISBN 978-5-907049-03-1.
4. Новокщенова, А. Е. Получение пищевых и технических продуктов при реализации безотходной технологии переработки зернового сырья / А. Е. Новокщенова, М. П. Тарарыков, Н. В. Зуева. – Текст : непосредственный // Инновационные технологии пищевых производств : сборник тезисов докладов II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / под ред. Н. И. Покинтелицы, Ю. О. Веляева. – Севастополь : Изд-во Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», 2020. – С. 30–31.
5. Мелешкина, Е. П. Перспективы разработки продуктов из зерна на основе технологий его глубокой переработки «сухим способом» / Е. П. Мелешкина, В. А. Скрябин. – Текст : непосредственный // Глубокая переработка зерна для производства крахмала, его модификаций и сахаристых продуктов. Тенденции развития производства и потребления : труды Международной научно-практической конференции : к 80-летию ВНИИ крахмалопродуктов Россельхозакадемии / отв. ред. Н. Р. Андреев. – Москва : Изд-во ООО «НИПКЦ Восход-А», 2013. – С. 210–214. – ISBN 978-5-93055-322-2.
6. Римарева, Л. В. Влияние ферментативных комплексов на процессы глубокой переработки зернового сырья в ресурсосберегающей технологии спирта / Л. В. Римарева, М. Б. Оверченко, Е. М. Сербя [и др.]. – Текст : непосредственный // Перспективные биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов : сборник научных трудов / под ред. В. А. Полякова, Л. В. Римаревой. – Москва : Изд-во государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии РАСХН, 2014. – С. 213–219. – ISBN 978-5-9905114-1-5.
7. Родионова, Н. С. Нутриентные корректоры пищевого статуса на основе продуктов глубокой переработки низкомасличного сырья: получение, свойства, LT-технологии применения / Н. С. Родионова, Е. С. Попов, Т. Н. Колесникова. – Текст : непосредственный // Экологические, генетические, биотехнологические проблемы и их решение при производстве и переработке продукции животноводства : материалы Международной научно-практической конференции (посвященная памяти академика РАН Сизенко Е. И.). – Волгоград : Изд-во ООО «Сфера», 2017. – С. 319–323.
8. Смирнов, С. О. Перспективы использования продуктов глубокой переработки крупяных культур в технологии хлебобулочных изделий функционального и специализированного назначения / С. О. Смирнов, Е. В. Невская, О. Е. Тюрина, Л. А. Шлеленко. – Текст : непосредственный // Питание и здоровье : тезисы Ежегодного международного форума. – Москва : Изд-во Национальная ассоциация диетологов и нутрициологов, 2014. – С. 68–72.
9. Смирнов, С. О. Оптимизация параметров конструкции аппарата и режимов работы центробежно-шнекового смесителя для производства сухих композитных смесей для спортивного питания / С. О. Смирнов, Е. В. Невская, Д. М. Бородулин [и др.]. – Текст : непосредственный // Хранение и переработка зерна. – 2015. – № 3-4 (192). – С. 71–75.
10. Смирнов, С. О. Способ концентрации белковых и углеводных компонентов тритикалевой муки методом пневмокласификации / С. О. Смирнов, С. А. Урубков, О. Н. Бердышникова. – Текст : непосредственный // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2015. – № 4 (4). – С. 197–205.
11. Степанов, В. И. Инновационная экструзионно-гидролитическая технология глубокой переработки зернового сырья совместно с молочной сывороткой для получения жидких кормопродуктов / В. И. Степанов, В. В. Иванов, А. Ю. Шариков [и др.]. – Текст : непосредственный // Актуальная биотехнология. – 2017. – № 2 (21). – С. 207. – ISSN 2304-4691.

12. Умудов, Б. М. О. Анализ внешнеэкономической деятельности предпринимательских структур по товарным позициям зерновых культур и продуктов их глубокой переработки / Б. М. О. Умудов, А. В. Родионов. – Текст : непосредственный // *Индустриальная экономика*. – 2021. – № 2. – С. 86–93. – ISSN 2712-7559.

References

1. Alekseeva, T. V. Razrabotka tehnologii pishhevoj sistemy na osnove produktov glubokoj pererabotki otechestvennogo nizkomaslichnogo syr'ja / T. V. Alekseeva, A. A. Rodionov, V. B. Naumenko. – Tekst : neposredstvennyj // *Sovremennye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skohozhajstvennoj produkcii : sbornik statej po materialam II nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh / otvetstvennyj za vypusk A. A. Nesterenko*. – Krasnodar : Izd-vo Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2016. – S. 342–344. – ISBN 978-5-00097-083-6.

2. Alekseeva, T. V. Tehnologija prigotovlenija pechen'ja funkcional'nogo naznachenija s primeneniem otechestvennyh produktov glubokoj pererabotki zerna pshenicy / T. V. Alekseeva, Yu. O. Kalgina, A. A. Vesnina, M. M. Zyablov. – Tekst : neposredstvennyj // *Sovremennye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skohozhajstvennoj produkcii : sbornik statej po materialam II nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh / otvetstvennyj za vypusk A. A. Nesterenko*. – Krasnodar : Izd-vo Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2016. – S. 375–378. – ISBN 978-5-00097-083-6.

3. Bolgova, M. A. Sovershenstvovanie tehnologii proizvodstva pishhevyyh i tehniceskikh produktov putem glubokoj pererabotki zernovogo syr'ja / M. A. Bolgova, M. V. Korchagina, N. V. Zueva. – Tekst : neposredstvennyj // *Shkola junyh innovatorov : sbornik nauchnyh statej Itogovoj konferencii proektov / otv. red. A. A. Gorokhov*. – Kursk : Izd-vo ZAO «Universitetskaja kniga», 2018. – S. 63–66. – ISBN 978-5-907049-03-1.

4. Novokshchenova, A. E. Poluchenie pishhevyyh i tehniceskikh produktov pri realizacii bezothodnoj tehnologii pererabotki zernovogo syr'ja / A. E. Novokshchenova, M. P. Tararykov, N. V. Zueva. – Tekst : neposredstvennyj // *Innovacionnye tehnologii pishhevyyh proizvodstv : sbornik tezisev dokladov II Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh / pod red. N. I. Pokintelitsy, Yu. O. Velyaeva*. – Sevastopol' : Izd-vo Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Sevastopol'skij gosudarstvennyj universitet», 2020. – S. 30–31.

5. Meleshkina, E. P. Perspektivy razrabotki produktov iz zerna na osnove tehnologij ego glubokoj pererabotki «suhim sposobom» / E. P. Meleshkina, V. A. Skryabin. – Tekst : neposredstvennyj // *Glubokaja pererabotka zerna dlja proizvodstva krahmala, ego modifikacij i saharistyh produktov. Tendencii razvitija proizvodstva i potreblenija : trudy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii : k 80-letiju VNII krahmaloproduktov Rossel'hozokademii / otv. red. N. R. Andreev*. – Moskva : Izd-vo OOO «NIPKC Voshod-A», 2013. – S. 210–214. – ISBN 978-5-93055-322-2.

6. Rimareva, L. V. Vlijanie fermentativnyh kompleksov na processy glubokoj pererabotki zernovogo syr'ja v resursosberegajushhej tehnologii spirta / L. V. Rimareva, M. B. Overchenko, E. M. Serba [i dr.]. – Tekst : neposredstvennyj // *Perspektivnye biotehnologicheskie processy v tehnologijah produktov pitaniya i kormov : sbornik nauchnyh trudov / pod red. V. A. Polyakova, L. V. Rimarevoj*. – Moskva : Izd-vo gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut pishhevoj biotehnologii RASHN, 2014. – S. 213–219. – ISBN 978-5-9905114-1-5.

7. Rodionova, N. S. Nutrientnye korrektoiry pishhevoogo statusa na osnove produktov glubokoj pererabotki nizkomaslichnogo syr'ja: poluchenie, svojstva, LT-tehnologii primenenija / N. S. Rodionova, E. S. Popov, T. N. Kolesnikova. – Tekst : neposredstvennyj // *Jekologicheskie, geneticheskie, biotehnologicheskie problemy i ih reshenie pri proizvodstve i pererabotke produkcii zhivotnovodstva : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (posvjashhennaja pamjati akademika RAN Sizenko E. I.)*. – Volgograd : Izd-vo OOO «Sfera», 2017. – S. 319–323.

8. Smirnov, S. O. Perspektivy ispol'zovaniya produktov glubokoj pererabotki krupjanyh kul'tur v tehnologii hlebobulochnyh izdelij funkcional'nogo i specializirovannogo naznachenija / S. O. Smirnov, E. V. Nevskaya, O. E. Tyurina, L. A. Shlelenko. – Tekst : neposredstvennyj // *Pitanie i zdorov'e : tezisy Ezhegodnogo mezhdunarodnogo foruma*. – Moskva : Izd-vo Nacional'naja asociacija dietologov i nutriciologov, 2014. – S. 68–72.

9. Smirnov, S. O. Optimizacija parametrov konstrukcii apparata i rezhimov raboty centrebezshnekovogo smesitelja dlja proizvodstva suhikh kompozitnyh smesej dlja sportivnogo pitaniya / S. O. Smirnov, E. V. Nevskaya, D. M. Borodulin [i dr.]. – Tekst : neposredstvennyj // *Hranenie i pererabotka zerna*. – 2015. – № 3-4 (192). – S. 71–75.

10. Smirnov, S. O. Sposob koncentracii belkovyyh i uglevodnyh komponentov tritikalevoj muki metodom pnevmoklassifikacii / S. O. Smirnov, S. A. Urubkov, O. N. Berdyshnikova. – Tekst : neposredstvennyj // *Innovacionnye tehnologii proizvodstva i hranenija material'nyh cennostej dlja gosudarstvennyh nuzhd*. – 2015. – № 4 (4). – S. 197–205.

11. Stepanov, V. I. Innovacionnaja jekstruzionno-gidroliticheskaja tehnologija glubokoj pererabotki zernovogo syr'ja sovmestno s molochnoj syvorotkoj dlja poluchenija zhidkikh kormoproduktov / V. I. Stepanov, V. V. Ivanov,

A. Yu. Sharikov [i dr.]. – Tekst : neposredstvennyj // Aktual'naja biotehnologija. – 2017. – № 2 (21). – S. 207. – ISSN 2304-4691.

12. Umudov, B. M. O. Analiz vneshnejekonomicheskoy dejatel'nosti predprinimatel'skih struktur po tovarnym pozicijam zernovyh kul'tur i produktov ih glubokoj pererabotki / B. M. O. Umudov, A. V. Rodionov. – Tekst : neposredstvennyj // Industrial'naja jekonomika. – 2021. – № 2. – S. 86–93. – ISSN 2712-7559.

Сведения об авторах

Роман Хажсетович Кандроков – кандидат технических наук, доцент кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств», spin-код: 7081-1209.

Анастасия Романовна Кокшарова – студентка, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств».

Анастасия Олеговна Седавкина – студентка, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств».

Information about the authors

Roman Kh. Kandrov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Grains, Bakery and Confectionery Technologies, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Moscow State University of Food Production”, spin-code: 7081-1209.

Anastasia R. Koksharova – student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Moscow State University of Food Production”.

Anastasia O. Sedavkina – student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Moscow State University of Food Production”.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

**Официальный сайт
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА:**

www.yaragrovuz.ru

РУБРИКИ САЙТА:

- Сведения об образовательной организации –
- Агросоветник – Образование – Абитуриенту –
- Наука и международная деятельность
- (в том числе научный журнал «Вестник АПК Верхневолжья») –
- Дополнительное образование – Факультеты

Все выпуски журнала «Вестник АПК Верхневолжья» в полнотекстовом формате, требования к оформлению рукописей, контакты на страничке:

<http://yaragrovuz.ru/index.php/nauka-i-mezhdunarodnaya-deyatelnost/zhurnal-vestnik-apk-vekhnevolzhya>

