

ВЕСТНИК

БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ПИЩЕВЫХ И ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Научно-методический журнал

Издается два раза в год

№ 2(37), 2024

*Учредитель: Белорусский государственный университет
пищевых и химических технологий*

СОДЕРЖАНИЕ

ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- З. В. Василенко, Л. В. Лазовикова, Т. В. Трофименко, А. А. Мощина*
ВЛИЯНИЕ КРУПКИ ШРОТА РАПСОВОГО НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА
ПШЕНИЧНО-РЖАНОГО ХЛЕБА «ЗДОРОВЬЕ»..... 3
- Е. С. Новожилова, И. А. Машкова, В. А. Васькина, А. Л. Челнокова*
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА, ИНКАПСУЛИРОВАННОГО
В БЕЛКОВО-ПОЛИСАХАРИДНУЮ ОБОЛОЧКУ, В ТЕХНОЛОГИИ
БЕЗГЛЮТЕНОВОГО КЕКСА..... 11
- Т. Д. Самуйленко, А. В. Акулич*
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЖИДКИХ
РЖАНЫХ ЗАВАРОК В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ЦИКЛЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
СТАБИЛЬНОСТИ ИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И СВОЙСТВ 24
- Ю. С. Назарова, С. В. Волкова, Н. В. Саманкова, А. С. Харитонова*
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ
ПОЛУЧЕНИИ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ ТРАВЫ ЧАБРЕЦА..... 35
- М. Н. Василевская, Е. Ф. Тихонович*
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ РЕЦЕПТУРНЫХ
СОСТАВОВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МУЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ
ПРИ НАРУШЕНИЯХ БЕЛКОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ..... 44
- Е. Е. Рыбкина, Ж. В. Кошак*
ВЛИЯНИЕ ВЛАГОТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ КОМБИКОРМА ДЛЯ
РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОРОХОВОЙ МУКИ НА ЕГО
БИОЛОГИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ И СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА..... 58

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

В. В. Мякинская

ДОСУДЕБНОЕ ОЗДОРОВЛЕНИЕ ПО ДЕЛАМ О НЕСОСТОЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	70
--	----

І. А. Пушкін

УДЗЕЛ КАДРАЎ ПРАМЫСЛОВАСЦІ Ў ПАСКАРЭННІ НАВУКОВА- ТЭХНІЧНАГА ПРАГРЭСУ БЕЛАРУСІ Ў АПОШНІЯ ДЗЕСЯЦІГОДДЗІ САВЕЦКАГА ЭТАПА ДЗЯРЖАЎНАСЦІ (1970–1990 гг.).....	80
--	----

ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 665.117:663.853.494:664.661.26

ВЛИЯНИЕ КРУПКИ ШРОТА РАПСОВОГО НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПШЕНИЧНО-РЖАНОГО ХЛЕБА «ЗДОРОВЬЕ»

З. В. Василенко, Л. В. Лазовикова, Т. В. Трофименко, А. А. Мощина

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. Расширение ассортимента хлебобулочных изделий с улучшенной пищевой ценностью, особенно за счет использования сырья отечественного производства, является актуальным. Общая научная задача – обосновать возможность добавления крупки шрота рапсового для улучшения пищевой ценности пшенично-ржаного хлеба за счет увеличения содержания белка, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов.

Материалы и методы. Пшенично-ржаной хлеб, крупка шрота рапсового (размер частиц 1,0, произведенная по ТУ ВУ 700036606.137 – 2024), полученная из семян рапса белорусской селекции, год урожая 2024. Массовая доля белка – ГОСТ 26889-86, минеральные вещества – ГОСТ 31870-2012 п.5, витаминный состав: В₄ – СТБ 2545-2019; В₁ – МВИ. МН 2052-2004; В₂ – ГОСТ EN 14152-2020; физико-химические показатели – общепринятыми методами.

Результаты. Разработанный пшенично-ржаной хлеб «Здоровье» отличается от традиционного более высоким содержанием белка – 8,2 %; пищевых волокон – 2,7 %; минеральных веществ: кальция – 255 мг/кг, калия – 1399 мг/кг, магния – 346 мг/кг, марганца – 7,28 %; витаминов – В₄ – 62,27 мг/100 г, В₂ – 0,07 мг/100 г; В₁ – 0,09 мг/100 г.

Заключение. Установлена возможность замены пшеничной муки (как наиболее используемый ингредиент в хлебопекарной промышленности) на крупку шрота рапсового в количестве 5 %, что обеспечивает получение хлеба, соответствующего качеству по СТБ-639 по физико-химическим и органолептическим показателям. Введение крупки шрота рапсового повышает пищевую ценность разработанного хлеба.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *пшенично-ржаной хлеб; крупка шрота рапсового; улучшенная пищевая ценность; белок; минеральные вещества; витамины.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Василенко, З. В. Влияние крупки шрота рапсового на показатели качества пшенично-ржаного хлеба «Здоровье» / З. В. Василенко, Л. В. Лазовикова, Т. В. Трофименко, А. А. Мощина // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2024. – № 2(37). – С. 3–10.

EFFECT OF RAPESEED MEAL GRITS ON THE QUALITY INDICATORS OF WHEAT-RYE BREAD «HEALTH»

Z. V. Vasilenko, L. V. Lazovikova, T. V. Trofimenko, A. A. Moschina

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. It is important to expand the range of bakery products with enhanced nutritional value, particularly those made using domestically produced raw materials. The general scientific task is to justify the possibility of adding rapeseed meal grits to improve the nutritional value of wheat-rye bread by increasing the

content of protein, dietary fiber, minerals and vitamins.

Materials and methods. Wheat-rye bread, rapeseed meal grits (particle size 1.0, produced according to TU BY 700036606.137 – 2024), obtained from rapeseeds of Belarusian selection, harvest year 2024. Mass fraction of protein – GOST 26889-86, minerals – GOST 31870-2012 item 5, vitamin composition: B₄ – STB 2545-2019; B₁ – MVI. MN 2052-2004; B₂ – GOST EN 14152-2020; physical and chemical indicators – using generally accepted methods.

Results. The developed wheat-rye bread «Zdorovye» differs from the traditional one in its higher protein content – 8,2 %; dietary fiber – 2,7 %; minerals: calcium – 255 mg/kg, potassium – 1399 mg/kg, magnesium – 346 mg/kg, manganese – 7,28 %; vitamins – B₄ – 62,27 mg/100 g, B₂ – 0,07 mg/100 g; B₁ – 0,09 mg/100 g.

Conclusions. The possibility of replacing wheat flour (as the most commonly used ingredient in the baking industry) with 5 % rapeseed meal grits has been established, which ensures the production of bread that meets the quality standards set by STB-639 in terms of physicochemical and organoleptic indicators. The introduction of rapeseed meal grits enhances the nutritional value of the developed bread.

KEY WORDS: *wheat-rye bread; rapeseed meal grits; improved nutritional value; protein; minerals; vitamins.*

FOR CITATION: Vasilenko, Z. V. The influence of rapeseed meal grits on the quality indicators of wheat-rye bread «Health» / Z. V. Vasilenko, L. V. Lazovikova, T. V. Trofimenko, A. A. Moshchina // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2024. – №. 2(37). – P. 3–10.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время общепринято, что одним из важнейших факторов, определяющих здоровье человека, является питание.

Однако, развитие технологий производства рафинированных продуктов, низкий уровень физиологической ценности ряда продуктов питания, составляющих ежедневный рацион, обуславливают дефицит эссенциальных компонентов пищи и приводят к снижению защитных сил организма. Последнее усугубляется в условиях воздействия на человека негативных факторов окружающей среды [1].

Одним из наиболее рациональных и эффективных решений проблемы низкого пищевого статуса населения является обогащение пищевых продуктов повседневного рациона дефицитными нутриентами [2–3].

В повседневном питании человека лидирующее место занимают хлеб и хлебобулочные изделия. Ассортимент хлебобулочных изделий в Республике Беларусь отличается большим разнообразием. Однако, несмотря на широкий ассортимент, уровень удовлетворения потребности населения в питательных веществах за счет хлебобулочных изделий остается низким.

Создание новых видов хлебобулочных изделий, содержащих в физиологически значимых количествах незаменимые нутриенты, является актуальным в комплексе мероприятий по формированию пищевых рационов, обеспечивающих коррекцию микронутриентного дефицита с целью улучшения состояния здоровья потребителя и профилактики алиментарно-зависимых заболеваний.

Изучение, анализ и систематизация научно-технической литературы и патентной информации показали, что перспективным направлением создания хлебобулочных изделий с улучшенной пищевой ценностью является использование комплексных биологически активных добавок природного происхождения, содержащих витамины антиоксидантной направленности, микроэлементы, пищевые волокна и аминокислоты.

В качестве источников указанных видов макро- и микронутриентов целесообразно использовать нетрадиционное для хлебопекарной промышленности сырье растительного происхождения, которое при этом является достаточно распространенным, доступным и не

приводит к существенному удорожанию готового хлебобулочного изделия.

Исходя из вышеизложенных требований, перспективными видами такого сырья для Республики Беларусь являются продукты вторичной переработки семян рапса, в частности, шрот рапсовый. Шрот рапсовый является ценным источником белка (36–38 %) полноценного по аминокислотному составу (с рекордно высоким содержанием валина и лейцина), пищевых волокон 12–13 %, витаминов группы В, РР, минеральных веществ (Са, К, Mg, Mn), а также олеиновой жирной кислоты (35,8 % от общей суммы жирных кислот) [4–5].

В настоящее время допущены к использованию только низкоэруковые и низкоглюкозинолатные сорта семян рапса современной селекции типа «00» (двунулевые), содержащие минимальные количества антипитательных веществ или полностью их исключающие. Современные сорта оригинальных и элитных семян рапса по ГОСТ Р 52325-2005 имеют строгие ограничительные требования и могут содержать не более 2 % эруковой кислоты в составе масла и не более 15 мк моль/г глюकोзинолатов в составе семян, что соответствует их содержанию до 1 %. Широкое распространение низкоэруковых и низкоглюкозинолатных сортов семян рапса значительно расширило возможности использования продуктов их переработки в пищевых целях. Все это способствует росту интереса предприятий не только к возделыванию семян рапса и производству рапсового масла, но и к расширению возможностей использования потенциала вторичных продуктов – жмыхов для расширения сырьевой базы пищевой промышленности [4].

Учитывая, что данное сырье является нетрадиционным для хлебопекарной промышленности, нами ранее были исследованы показатели безопасности, качества, технологические свойства, определяющие целесообразность введения этого сырья в рецептуру хлебобулочных изделий [5]. Также было установлено, что по микробиологическим показателям и показателям безопасности шрот рапсовый из семян рапса белорусской селекции удовлетворяет требования ТР ТС 021 [6].

Следовательно, учитывая нутриентный состав шрота рапсового, можно предположить, что его использование будет способствовать повышению пищевой ценности хлебобулочных изделий, в составе которых он будет применяться.

Цель исследования – исследовать влияние крупки шрота рапсового на показатели качества пшенично-ржаного хлеба и дать характеристику пищевой ценности изделия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в лабораторных условиях кафедры технологии производства продукции общественного питания и мясопродуктов «Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий». В процессе изготовления пшенично-ржаного хлеба использовали традиционную рецептуру, в которой часть пшеничной муки заменяли на шрот рапсовый. Физико-химические и органолептические показатели определяли в соответствии с ТНПА на соответствующий вид продукта.

В качестве контрольного варианта использовали близкий по рецептуре, имеющийся в производстве хлеб ржано-пшеничный, вырабатываемый по СТБ 639-95 [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Хлеб пшенично-ржаной «Здоровье» готовили из смеси муки ржаной обдирной и пшеничной первого сорта с добавлением солода ржаного ферментированного, масла сливочного, крупки шрота рапсового и другого сырья по рецептуре. Крупку шрота рапсового вводили в рецептуру в сухом виде, предварительно измельченную до размера частиц с проходом через сита с размером 1,0 мм. Технологический процесс приготовления пшенично-ржаного хлеба осуществляли по традиционной технологии, выпечку производили формовым способом. Отличительной особенностью от традиционной технологии являлось исключение из рецептуры сахара.

Особый интерес представляло изучение физико-химических показателей выработанных хлебов. Данные о физико-химических показателях представлены в таблице 1.

Табл. 1. Физико-химические показатели хлеба с добавлением крупки шрота рапсового

Table 1. Physicochemical parameters of bread with the addition of rapeseed meal grits

Показатель	Контрольный образец хлеба	по СТБ 639-95	Хлеб с крупкой шрота рапсового (% замены пшеничной муки)		
			3	5	7
Влажность мякиша, %	39,9±0,2	не более 53	40,4±0,2	42,7±0,1	43,9±0,1
Кислотность мякиша, град	2,4±0,2	не более 13	2,5±0,1	2,8±0,2	3,0±0,2
Пористость мякиша, %	76±0,1	не менее 42	82±0,1	84±0,1	80±0,1
Сахар, %	3,85±1,02		4,1±1,02	4,34±1,02	4,7±1,02
Коэффициент набухаемости	6,8±0,1	-	7,7±0,1	7,9±0,1	7,3±0,2

Согласно полученным результатам, влажность выработанных изделий с добавлением крупки шрота рапсового была в пределах 40–42 % и превышала данный показатель в контрольном образце, что связано с повышенным содержанием белка и пищевых волокон в крупке шрота рапсового, обладающих хорошей способностью удерживать влагу. Наиболее высокой влажностью отличался хлеб с 7 % заменой муки. В связи с более высокой влажностью полученных изделий коэффициент набухаемости был также выше у опытных образцов на 7,3–7,9 %, чем у контрольного образца. Пористость мякиша в выработанных образцах составляла от 80 до 84 %, что на 5 % выше, чем у контрольного образца, что свидетельствует о большей активности дрожжевых клеток. Кислотность у всех исследуемых образцов была выше, чем у контрольного, что связано с образованием большего количества кислот в процессе брожения. Содержание сахара в хлебе «Здоровье» составило от 4,1 до 4,7 % и превышало содержание сахара у контрольного образца, несмотря на то, что из рецептуры он был исключен полностью. Данный факт объясняется наличием в крупке шрота рапсового таких соединений, как глюкозинолаты [8–10], которые под действием фермента мирозиназы расщепляются на изоциотионаты и глюкозу, которая и придает сладкий вкус хлебу.

Таким образом, необходимо отметить, что у всех исследуемых образцов физико-химические показатели находились в пределах нормы, установленной СТБ-639, но превышали показатели для контрольного образца.

Как известно, качество хлеба в значительной степени обусловлено органолептическими показателями [11–13]. Добавки растительного происхождения оказывают значительное влияние на органолептические показатели хлебобулочных изделий [14–15]. Поэтому в работе нами были исследованы органолептические показатели качества хлеба. Результаты представлены в таблице 2.

Табл. 2. Органолептические показатели качества хлеба с добавлением крупки шрота рапсового
Table 2. Organoleptic quality indicators of bread with the addition of rapeseed meal grits

Наименование показателя	Контрольный образец хлеба	Хлеб с крупкой шрота рапсового % замены пшеничной муки		
		3	5	7
Внешний вид	Правильная форма, гладкая поверхность корки, окраска корки равномерная коричневого цвета	Правильная форма повышенного объема, гладкая поверхность корки, окраска корки равномерная коричневого цвета	Правильная форма повышенного объема, гладкая ровная поверхность корки, окраска корки равномерная коричневого цвета	Правильная форма повышенного объема, гладкая ровная поверхность равномерная коричневого цвета
				
Состояние мякиша	Равномерный, средней эластичности, со средней неравномерной толстостенной пористостью, нелипкий, при разжевывании комкуется	Равномерный, средней эластичности, со средней равномерной тонкостенной пористостью, нелипкий	Равномерный, средней эластичности, с мелкой равномерной тонкостенной пористостью, нелипкий	Равномерный, хорошей эластичности, с мелкой равномерной тонкостенной пористостью, слегка присутствует залипание
Вкус	Свойственный хлебобулочным изделиям, без посторонних привкусов	Свойственный хлебобулочным изделиям, слегка выражен вкус жареного ореха	Свойственный хлебобулочным изделиям, вкус жареного ореха	Свойственный хлебобулочным изделиям, ярко выражен вкус жареного ореха
Запах	Свойственный хлебобулочным изделиям, приятный, выраженный, без посторонних запахов	Свойственный хлебобулочным изделиям, приятный, выраженный, без посторонних запахов	Свойственный хлебобулочным изделиям, приятный, слегка выраженный горчичный аромат	Свойственный хлебобулочным изделиям, приятный, выраженный горчичный аромат

Как видно из представленных данных, хлеб пшенично-ржаной «Здоровье» с 3 и 5 % заменой пшеничной муки на крупку шрота рапсового по вкусу, форме, характеру поверхности, цвету, эластичности и пористости мякиша соответствует требованиям ТНПА, предъявляемым к пшенично-ржаному хлебу. Поверхность изделий была гладкая, без трещин. Цвет корок – темно-коричневый. При разрезании мякиш хлеба у исследуемых образцов был развитый, без пустот и уплотнений, пропеченный, эластичный, нелипкий, без комочков и следов непромеса. Вкус и запах хлеба были свойственные, слегка сладковатые с ароматом жареного ореха.

Однако, в образце хлеба с 7 % заменой муки отмечен слегка влажный мякиш, ярко выраженный вкус жареного ореха и горчичного аромата. Исходя из органолептических и физико-химических показателей качества полученных изделий, в качестве оптимальной концентрации была выбрана концентрация 5 %-ной замены пшеничной муки крупкой шрота рапсового.

Для того, чтобы охарактеризовать пищевую ценность разработанного хлеба, нами был исследован химический состав изделий. Пищевая ценность изделий контрольного и опытного образцов представлена в таблице 3.

Табл. 3. Пищевая ценность 100 г хлеба пшенично-ржаного «Здоровье» в сравнении с контролем

Table 3. Nutritional value of 100 g of wheat-rye bread «Health» compared to the control

Показатели	ТНПА, устан. метод исследований	Хлеб пшенично-ржаной (контроль)	Хлеб пшенично-ржаной «Здоровье»	
			всего	± к контролю, %
Белки, г	ГОСТ 26889-86	7,10	8,20	+15,50
Жиры, г	ГОСТ 31902-2012	1,40	1,80	+28,50
Углеводы, г	МУ по лаб. контролю качества продукции в общ. питании, утв. Пост. МЗ РБ от 21.04.01 № 18/29, с. 247	49,00	37,70	-23,00
Пищевые волокна, г	ГОСТ 34844-2022	1,20	2,70	+125,00
Минеральные вещества: мг/кг				
кальций	ГОСТ 31870-2012 п.5	168,00	255,00	+51,78
калий	ГОСТ 31870-2012 п.5	1385,00	1399,00	+1,01
магний	ГОСТ 31870-2012 п.5	265,00	346,00	+30,50
марганец	ГОСТ 31870-2012 п.5	5,67	7,28	+28,40
Витамины, мг/100 г				
В ₄	СТБ 2545-2019	61,87	62,27	+0,62
В ₁	МВИ.МН 2052-2004	0,08	0,09	+12,50
В ₂	ГОСТ EN 14152-2020	0,05	0,07	+40,00

Из данных таблицы следует, что по содержанию белка разработанный пшенично-ржаной хлеб превышает контрольный образец по содержанию белка – на 15,5 %, по содержанию жира – на 28,5 %, по пищевым волокнам – на 125 %. Содержание углеводов в разработанном образце хлеба на 23 % уступает данному показателю в контрольном образце. Значения содержания минеральных веществ в разработанном хлебе «Здоровье» превышают данные показатели контрольного образца: по содержанию кальция – на 51,78 %, калия – на 1,01 %, магния – на 30,5 %, марганца – на 28,4 %.

Таким образом, использование крупки шрота рапсового в технологии пшенично-ржаного хлеба способствует получению изделия с улучшенной пищевой ценностью за счет увеличения содержания белка, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов.

Хлеб в процессе брожения приобретал специфический вкус и аромат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хлеб пшенично-ржаной «Здоровье» превосходит производственный аналог по содержанию белка (+15,5 %), пищевых волокон (+23 %), кальция (+51,78 %), магния (+30,5 %), марганца (+28,4 %), калия (+1,01 %), витаминов группы В. Следовательно, использование крупки шрота

рапсового при производстве пшенично-ржаного хлеба целесообразно. Введение в рецептуру хлеба крупки шрота рапсового позволит не только повысить пищевую ценность изделий, но и разнообразить ассортимент.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Тутельян, В. А. Научные основы здорового питания / В. А. Тутельян, А. И. Вялков, А. Н. Разумов [и др.]. – М.: Изд. дом «Панорама». – 2010. – 816 с.
- 2 Потенциал рапсовых жмыхов в качестве сырья пищевого назначения / Т. В. Рензяева, А. О. Рензяев, С. Н. Кравченко, И. Ю. Резниченко // ХИПС. – 2020. – № 2. – С. 143–155.
- 3 Yang et al. Biotransformation technology and high-value application of rapeseed meal: a review // Bioresources and Bioprocessing (2022) 9:103 <https://doi.org/10.1186/s40643-022-00586-4>.
- 4 Егоров, И. А. Рапсовый шрот в рационах птицы / И. А. Егоров, Ю. А. Пономаренко // Комбикорма. – 2009. – № 3. – С. 51–52.
- 5 Василенко, З. В. Сравнительная характеристика пищевой ценности жмыха и шрота рапсовых, полученных из семян рапса белорусской селекции / З. В. Василенко, Е. Н. Цед, Е. Н. Кучерова [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, №1 (36). – 2024. – С. 3–14.
- 6 О безопасности пищевой продукции: ТР ТС 021/2011: принят 09.12.2011: вступ. в силу 01.07.2013 (переиздание июнь 2020 г.) / Евраз. Экон. Комис. – Минск, 2020. – 148 с.
- 7 Хлеба белорусские. Общие технические условия: СТБ 639-95 введ. 01.01.2019. – Взамен СТБ 639-95-2018 – Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2019. – 15 с.
- 8 Ермаков, А. И. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков [и др.]; под общ. ред. А. И. Ермакова. – Л., 1987. – С. 430.
- 9 Пономаренко, Ю. А. Рапс и продукты его переработки / Ю. А. Пономаренко // Животноводство России. – 2009. – № 9. – С. 59–61.
- 10 Пономаренко, Ю. А. Маслосемена рапса и продукты его переработки в кормлении сельскохозяйственных животных / Ю. А. Пономаренко // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: материалы XIII Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию образования зооинженерного факультета / Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»; редкол.: А. П. Курдеко [и др.]. – Горки, 2010. – С. 376–380.
- 11 Василенко, З. В. Влияние муки жмыха рапсового на качество пшеничной муки и подъемную силу дрожжей / З. В. Василенко, Ш. Н. Атаханов, Т. В. Трофименко // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, № 2. – 2023. – С. 98 – 106.
- 12 Веденеева, Е. М. Путь к здоровью через хлеб [Текст] / Е. М. Веденеева // Хлебопечение России. – 2007. – № 5. – С.42–43.
- 13 Вершинина, О. Л. Производство хлеба повышенной пищевой ценности, обогащенного тыквенным жмыхом [Текст] / О. Л. Вершинина, В. В. Деревенко, Е. С. Миланова // Хлебопродукты. – 2010. – № 11. – С. 42–43.
- 14 Дробот, В. И. Использование пектинового экстракта в хлебопечении [Текст] / В. И. Дробот, Е. В. Филиппова // Хлебопечение России. – 1997. – № 5. – С. 30.
- 15 Дубровская, Н. О. Разработка рецептуры и технологии хлебобулочных изделий, обогащенных рябиновым порошком [Текст]: дисс. канд. техн. наук: 05.18.07. – СПб., 2009. – 138 с.

Поступила в редакцию 07.12.2024 г.

ОБ АВТОРАХ:

Василенко Зоя Васильевна, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: vzv0003@rambler.ru.

Лазовикова Любовь Владимировна, кандидат технических наук, доцент, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: lyu-azarova@yandex.ru.

Трофименко Татьяна Владимировна, старший преподаватель кафедры технологии продукции общественного питания и мясoproдуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: trofimenkotati@yandex.by.

Мощина Анастасия Александровна, студент, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: Mosinaa351@gmail.com.

ABOUT AUTHORS:

Zoja V. Vasilenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Belarus, Honored Scientist of the Republic of Belarus, Head of the Department of the Technology of Food Processing and Meat Product, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies,

e-mail: vzv0003@rambler.ru.

Lubov V. Lazovikova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of the Technology of Food Processing and Meat Product, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: lyu-azarova@yandex.ru.

Tatsiana V. Trofimenko senior lecturer of the Department of the Technology of Food Processing and Meat Product, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: trofimenkotati@yandex.by.

Mocshina A. Anastasia, student Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: Mosinaa351@gmail.com.

.

УДК 665.347.8:(664.681+664.654.22+664.641.22)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА, ИНКАПСУЛИРОВАННОГО В БЕЛКОВО-ПОЛИСАХАРИДНУЮ ОБОЛОЧКУ, В ТЕХНОЛОГИИ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО КЕКСА

Е. С. Новожилова, И. А. Машкова, В. А. Васькина, А. Л. Челнокова

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. Цель исследования – разработка технологии безглютенового кекса с использованием подсолнечного масла. Известны методы формирования потребительских свойств таких продуктов за счет использования эмульсионных гелей на основе жидких растительных масел, инкапсулированных в белково-полисахаридные оболочки. Вместе с тем недостаточно научных знаний о технологических свойствах белково-полисахаридных смесей для формирования оболочек в случае инкапсулирования жидких растительных масел в структуру кекса, что определило общую научную задачу исследования.

Материалы и методы. Объектами исследования являлись кексы из гречневой муки, изготовленные по технологии на химических разрыхлителях с использованием подсолнечного масла, инкапсулированного в оболочку из белково-полисахаридной смеси. Применяли общепринятые и специальные методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и мучных кондитерских изделий.

Результаты. Изучены технологические свойства белково-полисахаридных смесей, включающих концентрат сывороточных белков и трехкомпонентные комплексы из разных комбинаций полисахаридов. Подобран оптимальный состав белково-полисахаридной смеси, обладающей водоудерживающей способностью 5,81 г/г, жируудерживающей способностью 0,68 г/г, пенообразующей способностью 582 % и 100 %-й эмульгирующей способностью. С применением такой смеси проведено инкапсулирование подсолнечного масла в структуру эмульсионного геля для безглютенового кекса. Выявлены изменения технологических режимов получения кексового теста из гречневой муки при внесении инкапсулированного подсолнечного масла. По показателям качества безглютеновый кекс соответствовал требованиям СТБ 2265, обладал улучшенной пищевой ценностью.

Заключение. Технологические свойства белково-полисахаридной смеси, включающей концентрат сывороточных белков и трехкомпонентный комплекс полисахаридов из агара, карбоксиметилцеллюлозы и пектина, позволили инкапсулировать подсолнечное масло в структуру безглютенового кекса из гречневой муки и сформировать необходимые потребительские свойства готового изделия.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: безглютеновый кекс; подсолнечное масло; гречневая мука; белково-полисахаридная смесь; инкапсулирование; эмульсионный гель.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Новожилова, Е. С. Использование подсолнечного масла, инкапсулированного в белково-полисахаридную оболочку, в технологии безглютенового кекса / Е. С. Новожилова, И. А. Машкова, В. А. Васькина, А. Л. Челнокова // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2024. – № 2(37). – С. 11–23.

THE USE OF SUNFLOWER OIL, ENCAPSULATED IN A PROTEIN- POLYSACCHARIDE COATING, IN GLUTEN-FREE MUFFIN TECHNOLOGY

A. S. Navazhylava, I. A. Mashkova, V. A. Vaskina, A. L. Chalnakova

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. The aim of the research is to develop the technology of gluten-free muffin using sunflower oil. There are known methods for forming the consumer properties of such products through the use of emulsifying gels based on liquid vegetable oils, encapsulated in protein-polysaccharide coatings. However, there is insufficient scientific knowledge regarding the technological properties of protein-polysaccharide mixtures for

forming coatings in the case of encapsulating liquid vegetable oils within the structure of the muffin, which has defined the overall scientific objective of the study.

Materials and methods. The objects of the study are the muffins made from buckwheat using a technology of leavening agents and sunflower oil encapsulated in a protein-polysaccharide mixture. Commonly accepted and specialized methods were used to investigate the properties of raw materials, semi-finished products and flour confectionery.

Results. The technological properties of protein-polysaccharide mixtures, including whey protein concentrate and three-component complexes from various combinations of polysaccharides, were studied. An optimal composition of protein-polysaccharide mixture was identified, possessing a water-holding capacity of 5.81 g/g, a fat-holding capacity of 0.68 g/g, a foaming capacity of 582 %, and an emulsifying capacity of 100%. Using this mixture, sunflower oil was encapsulated within the structure of an emulsifying gel for gluten-free muffin. Changes in the technological modes for producing buckwheat flour muffin batter were identified when incorporating encapsulated sunflower oil. According to quality indicators, the gluten-free muffin met the requirements of the current standard and had an improved nutritional value.

Conclusion. The technological properties of the protein-polysaccharide mixture, which includes whey protein concentrate and a three-component polysaccharide complex made from agar, carboxymethylcellulose, and pectin enabled the encapsulation of sunflower oil within the structure of gluten-free buckwheat flour muffin and formed the necessary consumer properties of the final product.

KEY WORDS: *gluten-free cake; sunflower oil; buckwheat flour; protein-polysaccharide mixture; encapsulation; emulsion gel.*

FOR CITATION: Navazhylava, A. S. The use of sunflower oil encapsulated in a protein-polysaccharide shell in gluten-free cake technology / A. S. Navazhylava, I. A. Mashkova, V. A. Vaskina, A. L. Chalnaikova // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2024. – №. 2(37). – P. 11–23.

ВВЕДЕНИЕ

Кексы представляют собой высококалорийные мучные кондитерские изделия (далее – МКИ), выпеченные из сдобного теста на основе муки, сахара, жира, яйцепродуктов, молочного и другого сырья с крупными и (или) мелкими добавлениями (цукаты, орехи, изюм и др.) и разнообразной внешней отделкой¹. Несмотря на высокое содержание жиров, углеводов и низкую биологическую ценность, кексы популярны среди потребителей разного возраста.

Традиционная технология кексов включает приготовление теста, формование, выпечку и отделку. Следует отметить, что стадия приготовления теста является главной, где формируется структура кекса на основе различных разрыхлителей (химические; биологические или без них)². Полуфабрикаты для кексового теста на химических разрыхлителях (пена, эмульсия) представляют собой термодинамически нестабильные структуры [1], а тестовая масса – многофазную суспензированную эмульсионно-пенную систему [2, 3]. Дисперсионной средой кексового теста является насыщенный сахаро-яично-молочный раствор, в котором имеют место три дисперсных фазы: газовая – пузырьки воздуха; жидкая – капельки жира; твердая – частицы муки, сухих молочных продуктов, разрыхлителей. При этом белки яйца и молока образуют оболочки на капельках жира и пузырьках воздуха, что стабилизирует структуру кексового теста. Взаимодействие яичных и молочных белков с клейковиной пшеничной муки при выпечке изделий придает структуре кекса пористость и прочность [3].

¹ Кузнецова, Л. С. Технология производства мучных кондитерских изделий / Л. С. Кузнецова, М. Ю. Сиданова. – 6-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 400 с.

² Технология и оборудование для производства мучных кондитерских изделий: пособие / В. А. Шаршунов, В. А. Васькина, И. А. Машкова [и др.]. – Минск: Мисанта, 2015. – 991 с.

Традиционный рецептурный состав кексов не позволяет употреблять их в диетическом питании, так как включает: 1) насыщенные и трансжирные кислоты (сливочное масло, маргарин, цельномолочное сырье); 2) холестерин (твердые жиры, яйцепродукты); 3) белки-аллергены (яйцепродукты, молочные продукты, пшеничная мука), хотя некоторые из них, например сывороточные, теряют свою активность после термической обработки [4, 5].

Во всем мире здоровому питанию отводится немалая роль в профилактике сердечно-сосудистых и аутоиммунных заболеваний, которые всё чаще диагностируются у более молодых людей³. С учетом растущего спроса на диетические продукты у потребителей возникают пожелания об исключении из рецептур МКИ насыщенных жиров и их трансизомеров, холестерина, глютена и об увеличении содержания полезных нутриентов [6]. Узкий выбор подобных МКИ, в том числе и кексов, на потребительском рынке Беларуси определяет необходимость расширения отечественного ассортимента с применением инновационных технологий и альтернативного сырья в виде жидких растительных масел, безглютеновой муки, сывороточных белков, пищевых волокон.

Известны способы получения кекса на химических разрыхлителях, где взамен твёрдых жиров использовались жидкие масла – подсолнечное, рапсовое, кукурузное, кунжутное [7–12]. Иногда применялись двойные и тройные смеси жидких масел на основе подсолнечного с добавлением горчичного, соевого, льняного, масел грецкого ореха и виноградных косточек [6, 12–15]. Внесение растительных масел в количестве 6–25 % от массы кекса позволяло улучшить липидный профиль изделий, однако влияло на структуру теста и вкус готового продукта. Для стабилизации реологических свойств кексового теста на растительных маслах использовались плодоовощные порошки [6], молочные продукты [10, 11], пищевые волокна [9, 11, 14, 16].

В технологии кекса применялась частичная или полная замена пшеничной муки на отдельные виды безглютеновой муки – гречневую, амарантовую, кукурузную, нуттовую, рисовую, льняную [12, 15, 17–23] или их двухкомпонентные смеси [24–26]. Использование такого мучного сырья позволяло получить специализированный продукт для больных целиакией, иногда специфического вкуса, и при этом не влияло на состав эмульсионно-пенной системы кексового теста (в изделиях по-прежнему применялись твердые жиры, яйцепродукты).

При одновременной замене твердого жира на жидкие масла и пшеничной муки на безглютеновую предусматривалось обязательное введение стабилизирующих добавок, включающих поверхностно-активные вещества (яичный желток, миндальное молоко), пищевые волокна (плодоовощные пюре и порошки). Однако, сезонные и региональные колебания химического состава и функциональных свойств такого сырья не позволяли получать устойчивое качество готовых изделий [15, 18, 27].

Более эффективным способом замены твердых жиров является структурирование растительного масла с помощью пищевых олеогелляторов (водорастворимых полимеров), придающих пищевым дисперсным системам необходимую вязкость, механическую прочность и предсказуемое поведение при технологической обработке [9, 28–31].

Другой перспективный путь замены твердых жиров предполагает инкапсуляцию жидкого растительного масла в виде коллоидных капсул или эмульсионного геля [2, 3, 32–41]. Значимое внимание в этом способе уделяется выбору стенового материала (оболочки или покрытия капсул), способного создавать защитный барьер для капель масла. Стеновыми материалами могут быть животные и растительные белки (молочной сыворотки, риса, сои, гороха, картофеля и др.), полисахариды и другие пищевые полимеры – альгинаты, агар, гуммиарабик, этилцеллюлоза, метилцеллюлоза, гуаровая и ксантановая

³ Программа достижения показателя Цели устойчивого развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cardio.by/files/299/TSUR-programma-dlya-sayta.pdf>. – Дата обращения: 20.11.2024.

камеди, пектин, каррагинан, хитозан, инулин, полидекстроза, мальтодекстрины, а также их комбинации [2, 3, 32–41].

В настоящей работе исследована возможность применения положительного опыта разработки безглютеновых МКИ с использованием эмульсионных гелей на основе инкапсулированных жидких растительных масел [3, 37–41] в технологии кекса на химических разрыхлителях. При исключении глютена, насыщенных жиров и их трансизомеров становится возможным повышение пищевой ценности кексов, а также придание им диетических свойств, улучшение ценовой приемлемости для потребителей. Изучение свойств стеновых материалов позволит управлять поведением дисперсной системы кекса как в процессе технологической обработки, так и при хранении готовых изделий, а также рационально использовать местные и региональные сырьевые ресурсы.

Цель исследования – разработка технологии безглютенового кекса с использованием инкапсулированного подсолнечного масла.

Общая научная задача – расширение научных знаний о технологических свойствах белково-полисахаридных смесей, применяемых в качестве оболочки для инкапсулирования жидких растительных масел в составе эмульсионного геля для безглютеновых кексов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись кексы безглютеновые по СТБ 2265 из гречневой муки, изготовленные с применением подсолнечного масла, инкапсулированного в оболочки из белково-полисахаридных смесей, по технологии на химических разрыхлителях. В качестве контроля рассматривались кексы по ГОСТ 15052 из пшеничной муки.

Для изготовления кексов применяли пищевое сырье белорусских и российских производителей: муку пшеничную высшего сорта М54-28 по СТБ 1666 от ОАО «Лидяхлебопродукт», муку гречневую «Фермер» по ТУ ВУ 19061456.001-2015 от ООО «БерталСервис», сахар белый по ГОСТ 33222 от ОАО «Слущкий сахарорафинадный комбинат», масло сливочное по СТБ 1890 от ОАО «Бабушкина крынка», масло подсолнечное рафинированное по СТБ 1129 от ОАО «Минский маргариновый завод», яйца куриные пищевые по СТБ 254 от ОАО «Агрокомбинат Дзержинский», воду питьевую по СанПиН 10-124, соль поваренную пищевую по ТУ РБ 101191824.6.035 (ГОСТ 13830) от ОАО «Мозырьсоль», разрыхлитель аммоний углекислый по ГОСТ 9325 от ОАО «Белхим», ароматизатор ванилин по ТУ ВУ 192340348.003 от ООО «Гурмина-ПРО». В составе БПС использовали концентрат сывороточный белковый 80 % по ТУ ВУ 100377914.550 от ОАО «Молочный мир», карбоксиметилцеллюлозы натриевую соль от ООО ТД «Лабораторное оснащение», целлюлозу микрокристаллическую от ЗАО «Эвалар», пектин яблочный 1 сорта по ГОСТ 29186 и агар высшего сорта по ГОСТ 16280 от АО Компания «Проксима».

Водоудерживающую, жирудерживающую и эмульгирующую способности исследуемых белково-полисахаридных смесей определяли общепринятыми методами, основанными на центрифугировании суспензий и эмульсий при 1500 мин⁻¹ в течение 15 мин и процентном исчислении содержания жировой, водной и твердой фаз после центрифугирования. Для анализа пенообразующей способности БПС смешивали с водой, выдерживали в течение 40 мин при температуре (60±5) °С и взбивали (1000 мин⁻¹) до получения устойчивой пены. Пенообразующую способность выражали как отношение прироста объема пены к начальному объему водной смеси (в процентах) [42].

Для исследования структуры пен и эмульсий использовали микроскоп Альтами тип «БИО-4» с цифровой камерой Альтами UCMOS05100KPA и программным обеспечением Altami Studio.

Кексовое тесто смешивали лабораторным миксером, формовали в силиконовые формы, выпекали в лабораторной печи Wiesheu MINIMAT. Влажность теста контролировали

экспресс-методом на приборе ВЧ⁴. Органолептические показатели кексов устанавливали по ГОСТ 5897, сенсорную оценку проводили по 3-балльной шкале (3 – хорошо, 2 – удовлетворительно, 1 – неудовлетворительно) с участием 10 дегустаторов. Массовую долю влаги кексов определяли по ГОСТ 5900 высушиванием в сушильном шкафу, щелочность – по ГОСТ 5898, плотность – объемно-весовым методом, основанном на измерении массы готовых изделий и объема, ими вытесняемого из емкости с сыпучим наполнителем; массовую долю сахара, жира и пищевую ценность изделий – расчетными методами⁵. С помощью анализатора текстуры СТЗ-4500 Brookfield устанавливали адгезионное напряжение теста⁶ и индекс твердости готовых изделий [43].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При получении безглютенового кекса на химических разрыхлителях использовали эмульсионный гель на основе инкапсулированного подсолнечного масла в оболочках из белково-полисахаридных смесей (далее – БПС).

Вначале изучали функциональные свойства БПС. Для этого в состав БПС вносили белковый компонент – концентрат сывороточный белковый (далее – КСБ-80), а также полисахариды – агар (А), карбоксиметилцеллюлозу (К), микрокристаллическую целлюлозу (М), яблочный пектин (Р). В технологии олеогелирования и инкапсулирования жидких масел предпочтение отдается двойным или тройным комбинациям пищевых полимеров, которые проявляют эффект синергизма [3, 29, 30, 33]. Поэтому из вышеперечисленных полисахаридов были созданы четыре трехкомпонентных комплекса: 1 – (А+К+М); 2 – (А+К+Р); 3 – (А+М+Р) и 4 – (К+М+Р). Создание подобных комплексов описано в работах [2, 3, 37–41], но с другими комбинациями полисахаридов и для других дисперсных систем. В качестве контроля рассматривали 12 % водную суспензию КСБ-80 без внесения полисахаридов. Выбор КСБ-80 в качестве белкосодержащего сырья был нами обоснован в результате ранее проведенных исследований [44].

Экспериментальные данные о влиянии новых полисахаридных комплексов на технологические свойства БПС представлены на рисунках 1–3.

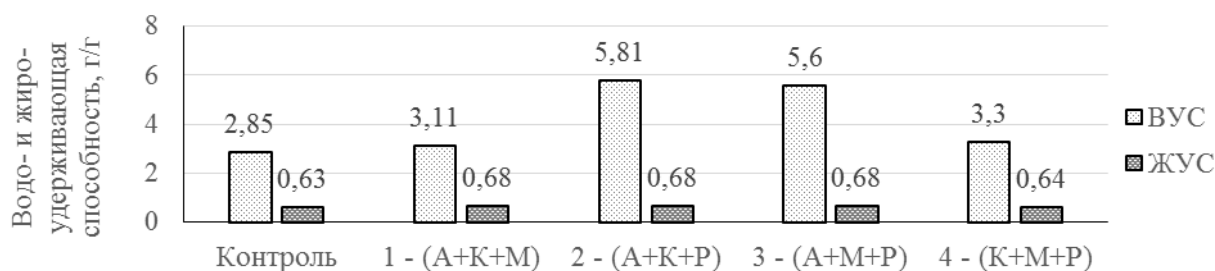


Рис. 1. Водо- и жирудерживающие свойства белково-полисахаридных смесей

Fig. 1. Water- and fat-retaining properties of protein-polysaccharide mixtures

Из рисунка 1 видно, что изучаемые комплексы по влиянию на водоудерживающую способность БПС можно выстроить в ряд: 2 – (А+К+Р) > 3 – (А+М+Р) > 4 – (К+М+Р) > 1 – (А+К+М). По жирудерживающей способности изучаемые БПС отличались незначительно, при этом более высокое значение отмечено при использовании полисахаридных комплексов 1, 2, 3.

⁴ Олейникова, А. Я. Практикум по технологии кондитерских изделий: учебное пособие для вузов / А. Я. Олейникова, Г. О. Магомедов, Т. Н. Мирошникова. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 480 с.

⁵ Технология и оборудование для производства мучных кондитерских изделий: пособие / В. А. Шаршунов, В. А. Васькина, И. А. Машкова [и др.]. – Минск: Мисанта, 2015. – 991 с. – С. 914–915; 952–962; 964–970.

⁶ Максимов, А. С. Реология пищевых продуктов: лабораторный практикум / А. С. Максимов, В. Я. Черных. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 176 с.

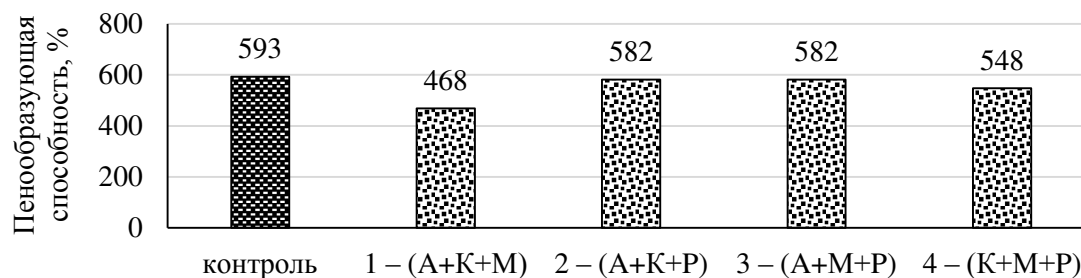


Рис. 2. Пенообразующая способность белково-полисахаридных смесей

Fig. 2. Foaming capacity of protein-polysaccharide mixtures

Как видно из рисунка 2, изучаемые полисахаридные комплексы по их влиянию на пенообразующую способность БПС можно расположить в такой же последовательности, как и для водоудерживающей способности: $2 - (A+K+P) = 3 - (A+M+P) > 4 - (K+M+P) > 1 - (A+K+M)$. Следует отметить, что полисахаридный комплекс $2 - (A+K+P)$ в составе БПС формировал пенную массу не только с высокой пенообразующей способностью, но и стойкостью пены во времени.

По влиянию на эмульгирующие свойства БПС (рисунок 3) полисахаридные комплексы можно представить в виде ряда: $2 - (A+K+P) = 3 - (A+M+P) > 4 - (K+M+P) > 1 - (A+K+M)$. Выявлено, что полисахаридные комплексы 2 и 3, включающие агар, пектин и КМЦ (или МКЦ), в составе БПС обеспечивали получение эмульсий со 100 %-й стойкостью.

Полученные результаты хорошо соотносятся с данными по пенообразующим и эмульгирующим свойствам БПС с другим белковым и полисахаридным составом [39, 40].

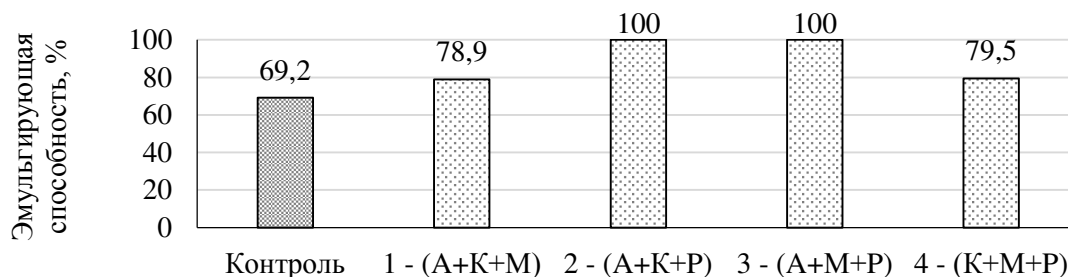


Рис. 3. Эмульгирующая способность белково-полисахаридных смесей

Fig. 3. Emulsifying capacity of protein-polysaccharide mixtures

Таким образом, на основании проведенных исследований создана новая белково-полисахаридная смесь на основе местного и регионального сырья – концентрата сывороточного белка КСБ-80 и полисахаридного комплекса $2 - (A+K+P)$. Эту БПС использовали в рецептуре кекса взамен куриных яиц. На рисунке 4 показана микроструктура дисперсных систем (пены и эмульсии) на основе выбранной БПС.

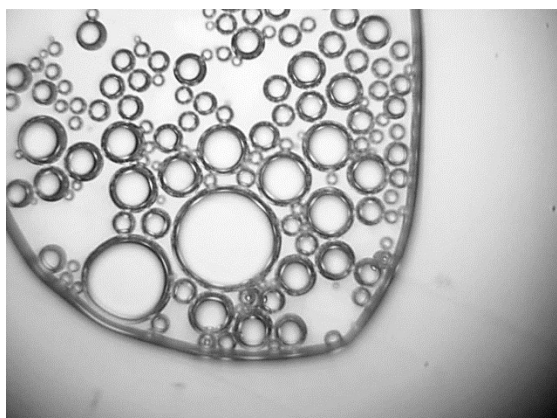
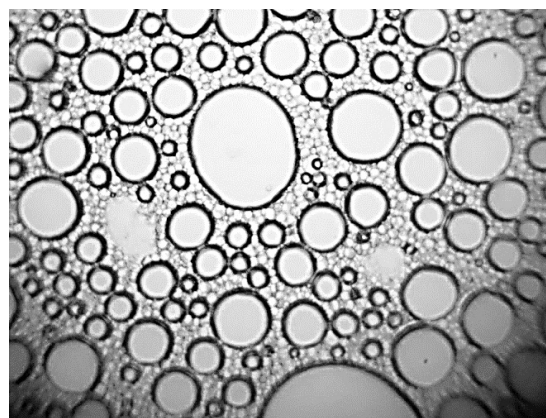
*а* – пена*б* – эмульсия с подсолнечным маслом

Рис. 4. Микроструктура дисперсных систем на основе белково-полисахаридных смесей (увеличение в 200 раз)

Fig. 4. Microstructure of dispersed systems based on protein-polysaccharide mixtures (magnification 200 times)

На рисунке 4 (*а*) в составе пены видны пузырьки воздуха размерами от 10 до 100 мкм, распределенные в белково-полисахаридном геле, который замедлял их слияние (коалесценцию). Объемная концентрация воздуха в пене составила около 55 %, что хорошо соотносится с результатами определения пенообразующей способности БПС (рисунок 2).

По рисунку 4 (*б*) можно наблюдать, что дисперсную фазу эмульсии составляли не только пузырьки воздуха разных размеров, но и капли подсолнечного масла диаметром 6–10 мкм, заключенные в белково-полисахаридные оболочки и равномерно распределенные в белково-полисахаридном геле. Объемная концентрация воздуха в эмульсии сохранялась на уровне 50 %, что положительно отразилось на структуре и плотности будущих изделий.

С применением подсолнечного масла, инкапсулированного в оболочки из БПС, включающей КСБ-80 и полисахаридный комплекс 2 – (А+К+Р), готовили экспериментальные образцы кексов на химических разрыхлителях. Тесто для образца 1 замешивали на пшеничной муке, а для образца 2 – на гречневой муке. Опыт использования гречневой муки в количестве от 5 до 100 % взамен пшеничной, описанный в литературе [12, 15, 26], позволял улучшить пищевую ценность кексов на твердых жирах.

В качестве контроля использовали образец, изготовленный по рецептуре и технологии кекса «Столичный»⁷ из пшеничной муки высшего сорта, на сливочном масле. Замену сливочного масла на подсолнечное проводили, сохраняя массовую долю жира.

Результаты исследования, отражающие изменение технологических режимов изготовления экспериментальных образцов кексов в сравнении с контролем, показаны в таблице 1. Как видно, использование БПС привело к удвоению общей продолжительности приготовления теста и вместе с тем к повышению его температуры на 5–8 °С, к снижению адгезионного напряжения теста из пшеничной муки в 1,7 раза, из гречневой – в 2,0 раза, что положительно сказалось при формировании изделий. Технологические режимы выпечки в экспериментальных образцах изделий остались без изменений, что, вероятно, обусловлено не столько влиянием жира и БПС [30, 39, 40], как доминированием воздушной фазы в кексовом тесте. Поскольку температура мякиша кексов в конце выпечки составляла 100–101 °С, то изменения жирнокислотного состава подсолнечного масла были несущественными [45].

⁷ Кузнецова, Л. С. Технология производства мучных кондитерских изделий / Л. С. Кузнецова, М. Ю. Сиданова. – 6-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 400 с. – С.74.

Табл. 1. Технологические режимы получения кексов на химических разрыхлителях

Table 1. Technological modes for obtaining muffins using chemical leavening agents

Технологические режимы	Контроль	Образец 1	Образец 2
Температура теста, °С	20±1	25±2	26±1
Влажность теста, %	23,0±0,2	22,9±0,2	21,0±0,2
Общая продолжительность приготовления теста, мин	24–28	44–52	44–52
Адгезионное напряжение теста, кПа	70,3±3,5	41,6±2,0	34,4±1,7
Температура выпечки, °С	195±5	195±5	195±5
Продолжительность выпечки, мин	20	20	20

Внешний вид и результаты органолептической оценки контрольного и экспериментальных образцов кексов представлены на рисунках 5 и 6.



Рис. 5. Внешний вид кексов на химических разрыхлителях

Fig. 5. Appearance of muffins with chemical leavening agents

Результаты органолептической оценки (рисунок 6) показали, что кекс из пшеничной муки с применением инкапсулированного подсолнечного масла (рисунок 5б), получил более низкие баллы, чем контроль (рисунок 5а), из-за непропеченности мякиша и невыраженного вкуса. Использование безглютеновой муки совместно с инкапсулированным подсолнечным маслом (рисунок 5в) позволило получить хорошо пропеченное изделие, с балльной оценкой, близкой к контрольному образцу, но с менее светлым мякишем.

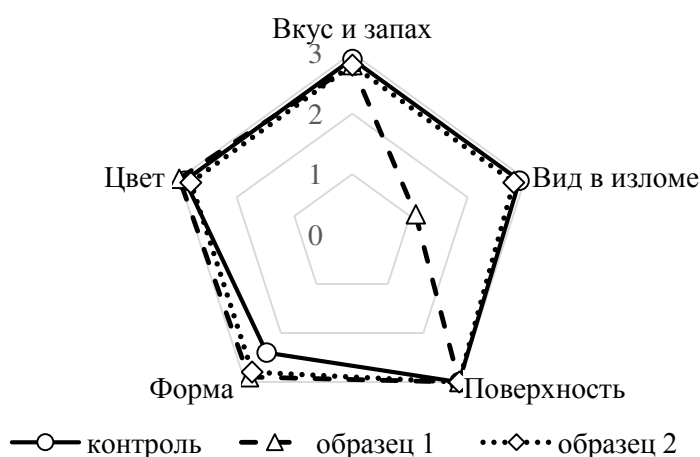


Рис. 6. Результаты органолептической оценки кексов

Fig. 6. Results of organoleptic evaluation of muffins

После остывания все образцы хранили упакованными в полиэтиленовые пакеты при

температуре $(18 \pm 3) ^\circ\text{C}$. В соответствии с ГОСТ 15052 срок хранения кексов на химических разрыхлителях составлял 7 суток. Изменение физико-химических и структурно-механических показателей качества контрольного и экспериментальных образцов кексов в процессе хранения представлено в таблице 2 и на рисунке 7.

Табл. 2. Физико-химические показатели качества кексов

Table 2. Physicochemical quality indicators of muffins

Наименование показателя	Контроль	Образец 1	Образец 2
Массовая доля влаги, %			
в день изготовления	$20,5 \pm 0,2$	$19,2 \pm 0,2$	$19,6 \pm 0,2$
в конце срока хранения (7 суток)	$15,0 \pm 0,2$	$15,4 \pm 0,2$	$15,4 \pm 0,2$
Щелочность, град	$0,03 \pm 0,01$	$0,03 \pm 0,01$	$0,03 \pm 0,01$

Из данных таблицы 2 видно, что использование инкапсулированного подсолнечного масла и гречневой муки в сравнении с контрольным образцом не отразилось на щелочности кексов, но привело к более низкой влажности изделий после выпечки и к меньшей потере влаги при хранении. При этом физико-химические показатели качества всех исследуемых кексов соответствовали требованиям действующих стандартов ГОСТ 15052 и СТБ 2265.

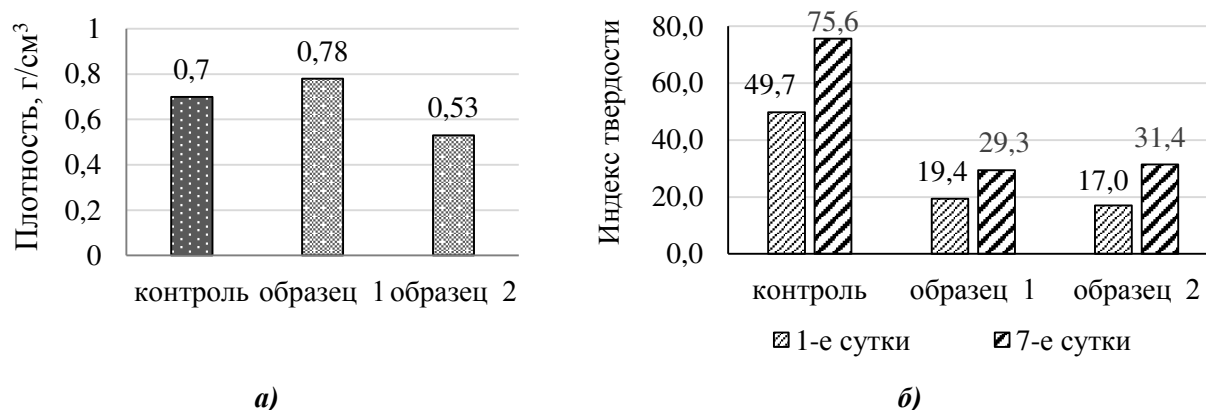


Рис. 7. Структурно-механические показатели качества кексов

Fig. 7. Structural and mechanical quality indicators of muffins

Как видно из рисунка 7а, использование инкапсулированного растительного масла в кексе из пшеничной муки привело к уплотнению мякиша образца 1 по сравнению с контролем, что, возможно, связано с взаимодействием клейковины муки с белково-полисахаридными фибриллами БПС. Безглютеновый кекс с использованием инкапсулированного подсолнечного масла (образец 2) отличался минимальной плотностью, что подтверждает предположение о замещении глютена протеинами гречневой муки и белково-полисахаридными оболочками, способными проявлять структурирующие свойства подобно клейковине муки [37, 40]. Индекс твердости (рисунок 7б) в день изготовления и по окончании хранения у обоих образцов с использованием инкапсулированного растительного масла был ниже, чем у контроля, причем кексы из гречневой и пшеничной муки по твердости различались незначительно.

При оценке пищевой ценности отмечено снижение содержания жира и улучшение жирового состава безглютенового кекса в сравнении с контрольным образцом (таблица 3) за счет использования растительного масла и исключения из рецептурного состава молочного жира и яицпродуктов. При этом содержание ненасыщенных жирных кислот возросло в 3,06 раза, количество трансизомеров жирных кислот убавилось в 8,3 раза, а также полностью

исключен холестерин. Применение гречневой муки привело к изъятию глютена из состава продукта, к обогащению пищевыми волокнами и минеральными веществами, к уменьшению доли крахмала и снижению энергетической ценности 100 г кекса на 28 ккал.

Табл. 3. Пищевая ценность 100 г кексов

Table 3. Nutritional value of 100 g of muffins

Наименование показателя	Контроль	Образец 1	Образец 2
Белки, г	6,7	5,9	6,8
Жиры, г,	25,5	23,5	24,4
в том числе:			
моно- и полиненасыщенные жирные кислоты, г	6,7	20,5	20,5
холестерин, г	0,13	0	0
трансизомеры жирных кислот, г	1,92	0,23	0,23
Углеводы общие, г	54,8	54,5	52,2
в том числе:			
крахмал, г	24,7	24,8	20,4
моно- и дисахариды, г	28,2	28,0	27,9
Пищевые волокна, г	0,04	0,16	3,99
Зола, г	0,57	0,30	0,67
Энергетическая ценность, ккал	461	439	433

Разработанный безглютеновый кекс предназначен для диетического питания людей с заболеваниями целиакией (непереносимостью глютена), аллергией на казеин и куриный белок, гиперхолестеринемией (высоким уровнем холестерина) и для ведущих здоровый образ жизни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучены технологические свойства белково-полисахаридных смесей, включающих концентрат сывороточных белков и трехкомпонентные комплексы из разных комбинаций полисахаридов. Подобран оптимальный состав белково-полисахаридной смеси с трехкомпонентным комплексом полисахаридов из агара, карбоксиметилцеллюлозы и пектина, обладающей водоудерживающей способностью 5,81 г/г, жируудерживающей способностью 0,68 г/г, пенообразующей способностью 582 % и 100 %-й эмульгирующей способностью. Технологические свойства и состав выбранной белково-полисахаридной смеси позволили инкапсулировать подсолнечное масло в структуру безглютенового кекса из гречневой муки и сформировать необходимые потребительские свойства готового изделия.

Установлено, что кекс из гречневой муки соответствовал требованиям СТБ 2265 по органолептическим и физико-химическим показателям; обладал улучшенной пищевой ценностью по количеству ненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон и минеральных веществ; отличался сниженным содержанием трансизомеров жирных кислот, отсутствием глютена и холестерина. Выявлены изменения технологических режимов получения кексового теста при внесении инкапсулированного подсолнечного масла.

Работа выполнена в рамках задания Государственной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность».

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Мухамедиев, Ш. А. Эмульсии и пены: строение, получение, устойчивость. Ч. 1, 2 / Ш. А. Мухамедиев, В. А. Васькина // Масла и жиры. – 2008. – № 10. – С. 22–26; № 11. – С. 2–5.

- 2 Васькина, В. А. Белок-полисахаридные смеси – альтернатива белкам яйца и молока в технологии получения крема эмульсионно-пенной структуры / В. А. Васькина, Н. В. Рубан, Т. Г. Богатырева, И. Т. Белявская // Кондитерское производство. – 2015. – № 3. – С. 26–31.
- 3 Кекс на банановой муке и молочной сыворотке: пат. RU 2732587 / В. А. Васькина [и др.]. – Оpubл. 21.09.2020.
- 4 Диетология: руководство / под ред. А. Ю. Барановского. – СПб.: Спутник врача, 2008. – Т. 1. – 188 с.
- 5 Почицкая, И. М. Определение трансизомеров жирных кислот в масложировой продукции с использованием метода инфракрасной спектроскопии / И. М. Почицкая, В. Л. Рослик // Масложировая промышленность. – 2016. – № 5. – С. 28–33.
- 6 Туркова, А. Ю. Совершенствование технологии кексов функционального назначения: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / А. Ю. Туркова; Приокский гос. ун-т. – Орел, 2015. – 26 с.
- 7 Способ производства кекса: пат. RU 2551577 / Э. М. Сурмач [и др.]. – Оpubл. 27.05.2015.
- 8 Кекс «Южноуральский»: пат. RU2723619 / Н. Л. Наумова, А. Д. Тошев, А. А. Евдокимова. – Оpubл. 16.06.2020.
- 9 Cervera, S. M. Cellulose ether emulsions as fat replacers in muffins: Rheological, thermal and textural properties / S. M. Cervera, A. Salvador, T. Sanz // LWT – Food Science and Technology. – 2015. – V.63, I.2. – P. 1083–1090.
- 10 Способ приготовления мучного кондитерского изделия вида кексов и мучное кондитерское изделие на его основе: пат. RU 2385563 / М. П. Могильный, Т. Ш. Шалтумаев. – Оpubл. 10.04.2010.
- 11 Рензьева, Т. В. Мучные кондитерские изделия функциональной направленности на основе многокомпонентных смесей / Т. В. Рензьева, А. С. Тубольцева, А. О. Рензьев // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 47, № 4. – С. 77–83.
- 12 Пономарева, Е. И. Обогащенные мучные кондитерские изделия повышенной антиоксидантной активности / Е. И. Пономарева [и др.] // Инновационная техника и технология. – 2019. – № 2 (19). – С. 5–9.
- 13 Лукина, С. И. Влияние нетрадиционные видов сырья на показатели качества и сохранение свежести кексов / С. И. Лукина // Научный альманах. – 2015. – № 8 (10). – С. 849–851.
- 14 Бочкарева, З. А. Моделирование рецептур кексов с маслом грецкого ореха и экструдатом пшеничных отрубей / З. А. Бочкарева, А. И. Сушенцова // Инновационная техника и технология. – 2019. – № 3 (20). – С. 5–9.
- 15 Поснова, Г. В. Разработка кексов на основе гречневой муки, сбалансированных по жирнокислотному составу / Г. В. Поснова, Е. А. Богель, Н. Г. Иванова // Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований: материалы XXXII международной научно-практической конференции, 04–05 июля 2023 года, Bengaluru, India. – Bengaluru: Pothi.com, 2023. – С. 98–102.
- 16 Рензьева, Т. В. Закономерности формирования качества мучных кондитерских изделий с использованием растительных масел / Т. В. Рензьева, Е. В. Дмитриева // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2009. – № 1 (307). – С. 48–50.
- 17 Имаева, А. А. Возможности использования нетрадиционных видов муки в производстве мучных кондитерских изделий // Российский электронный научный журнал. – 2020. – № 1 (35). – С. 83–93.
- 18 Жаркова, И. М. Разработка технологии и оценка эффективности нового продукта – функционального безглютенового кекса / И. М. Жаркова [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2020. – № 1. – С. 70–85.
- 19 Смесь для низкоуглеводной выпечки: пат. RU 2631694 / Н. А. Тарасенко, Е. М. Кустова. – Оpubл. 26.09.2017.
- 20 Способ производства безглютеновых кексов: пат. RU 2647505 / Н. С. Родионова, Я. П. Домбровская, С. И. Аралова. – Оpubл. 16.03.2018.
- 21 Способ производства диетических маффинов из безглютенового сырья: пат. RU 2667162 / В. Г. Кулаков [и др.]. – Оpubл. 17.09.2018.
- 22 Лаврова, Л. Ю. Использование нетрадиционных видов муки в производстве бездрожжевых кексов / Л. Ю. Лаврова, А. Н. Лесникова, А. И. Балакина // Хлебопродукты. – 2018. – № 6. – С. 58–60.
- 23 Половцева, А. А. Использование кукурузной, рисовой и амарантовой муки в рецептуре безглютеновых кексов / А. А. Половцева, О. Н. Наумцев, А. В. Борисова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. – № 1 (373). – С. 48–52.
- 24 Безглютеновые масляные бисквиты для питания детей школьного возраста / И. В. Плотникова [и др.] // Хлебопродукты. – 2021. – № 2. – С. 49–53.
- 25 Резниченко, И. Ю. Обоснование применения амарантовой и кунжутной муки для разработки мучных изделий специализированного назначения / И. Ю. Резниченко, Е. Ю. Егорова // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2018. – Т. 20. – С. 164–171.
- 26 Шаншарова, Д. А. Совершенствование технологии мучных изделий с применением продуктов переработки зерновых и масличных культур / Д. А. Шаншарова, Д. Б. Муратханов // Инновационные технологии в науке: управление качеством, метрологическое обеспечение, новые подходы и цифровизация производства в сфере АПК: сборник научных материалов I Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроч. к Всемирному дню метрологии, 28 апреля 2023 г. / Саратовский гос. аграр. ун-т им. Н. И. Вавилова; отв. ред. Н. В. Коник. – Саратов, 2023. – С. 447–454.

- 27 Смоленцева, А. А. Разработка безглютеновых мучных кондитерских изделий с оптимальным составом полиненасыщенных жирных кислот / А. А. Смоленцева, Ю. Г. Петрушина, А. А. Казаринов // Новейшие достижения в области медицины, здравоохранения и здоровьесберегающих технологий: материалы I Междунар. конгресса, Кемерово, 28–30 ноября 2022 г. / Кемеровский гос. ун-т ; под общ. ред. А. Ю. Просекова. – Кемерово, 2022. – С. 411–414.
- 28 Marangoni, A. G. Edible oleogels: Structure and health implications / A. G. Marangoni, N. Garti, – Urbana (Illinois): AOCS Press, 2018 – 456 p.
- 29 Edible oleogels based on water soluble food polymers: preparation, characterization and potential application / A. R. Patel [et al.] // Food & Function. – 2014. – Vol. 5, № 11. – P. 2833–41. Doi: 10.1039/c4fo00624k. PMID: 25214474.
- 30 High internal phase emulsion-template oleogels stabilized by sodium caseinate: quercetin complexes and potential application in pound cakes / M. Santos [et al.] // Journal of Food Engineering. – 2024. – Vol. 366.
- 31 Edible polysaccharide-based oleogels and novel emulsion gels as fat analogues: A review / X. Hu [et al.] // Carbohydrate Polymers. – 2023. – Vol. 322.
- 32 Food-grade emulsions and emulsion gels prepared by soy protein–pectin complex nanoparticles and glycyrrhizic acid nanofibrils / Q. Li [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2020. – Vol. 68 (4), 1051–1063.
- 33 Reduced fat and sugar cakes developed by protein/polysaccharide/licorice extract ternary gel-like foams / S. Fatah-Jahromi [et al.] // LWT. – 2024. – Vol. 194.
- 34 Применение инкапсулированного масла в приготовлении теста: пат. RU 2586158 / Ю. Арфстен, Р. Бец, Ш. Ульрих, Г. Савин, Б. Валлес Памьес. – Оpubл. 10.06.2016.
- 35 Innovative encapsulation technology of food systems using a by-product of dairy production / R. A. Zhuravlev [et al.] // Foods and Raw Materials. – 2017. – Vol. 5, № 1. – P. 81–89.
- 36 Murugkar, D. A. Effect of nano-encapsulation of flaxseed oil on the stability, characterization and incorporation on the quality of eggless cake / D. A. Murugkar, A. A. Zanwar, A. Shrivastava // Applied Food Research. – 2021. – Vol.1, Issue 2.
- 37 Васькина, В. А. Исследование влияния амарантовой муки и стенового материала инкапсулированного орехового масла на качество сырцовых пряников / В. А. Васькина, Р. Х. Кандроков, Л. Н. Хайдар-Заде // Вес. Нац. Акад. Навук Беларусі. Сер. Аграр. навук. – 2021. – Т. 59, № 2. – С. 243–254.
- 38 Влияние продуктов переработки конопли и природы белка в стеновом материале эмульсионного геля на качество и структуру заварного полуфабриката для эклера / В. А. Васькина [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2023. – № 1. – С. 139–151.
- 39 Применение растительных эмульсионных гелей в технологии безглютенового сдобного печенья / В.А. Васькина [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2024. – № 32 (1). – С. 71–84.
- 40 Васькина, В. А. Влияние инкапсулированного подсолнечного масла в оболочках из гидроколлоидов на качество и структуру овсяного печенья / В. А. Васькина [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. Аграр. навук. – 2024. – Т. 62, № 1. – С. 68–81.
- 41 Щеголева, И. Д. Пищевая ценность безглютенового заварного полуфабриката на основе продуктов переработки конопли / И. Д. Щеголева [и др.] // Хлебопродукты. – 2024. – № 4. – С. 37–41.
- 42 Красноштанова, А. А. Получение и оценка функциональных свойств белковых изолятов и гидролизатов из растительного сырья / А. А. Красноштанова, Л. В. Шульц // Химия растительного сырья. – 2022. – № 4. – С. 299–309.
- 43 Черных, В. Я. Современный инструментальный метод контроля показателей текстуры булочных и сдобных изделий / В. Я. Черных // Хлебопечение России. – 2021. – № 5. – С. 26–33.
- 44 Технологические аспекты применения белоксодержащего молочного сырья при инкапсулировании растительных масел / Е. С. Новожилова, А.Л. Казютин, А.Л. Челнокова // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений: сборник научных статей и докладов XI Междунар. науч.-техн. конф. / под ред. доц. И.В. Плотниковой; Воронеж. гос. ун-т инж. технол. – Воронеж: ВГУИТ, 2024. – 300 с. – С. 66–70.
- 45 Исследование влияния термообработки на окислительную устойчивость купажей растительных масел в различных средах / А. Н. Никитенко [и др.] // Труды БГТУ. – 2019. – Серия 2, № 1. – С. 54–61.

Поступила в редакцию 25.11.2024 г.

ОБ АВТОРАХ:

Новожилова Елена Сергеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии хлебопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail:helenn66@mail.ru.

Машкова Ирина Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии хлебопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail:tehno_f@mail.ru.

Васькина Валентина Андреевна, доктор технических наук, профессор кафедры технологии хлебопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail:VAVaskina@inbox.ru.

Челнокова Анастасия Леонидовна, студент технологического факультета, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: lunnuekrolikii@gmail.com.

ABOUT AUTHORS:

Alena S. Navazhylava, PhD (Engineering), Associate Professor, Department of technology of bread products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: helenn66@mail.ru.

Irina A. Mashkova, PhD (Engineering), Associate Professor, Department of technology of bread products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: tehno_f@mail.ru.

Valentina A. Vaskina, Doctor of Technical Sciences, Professor (Full), Department of technology of bread products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: VAVaskina@inbox.ru.

Anastasiya L. Chalnakova, Student, Faculty of Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: lunnuekrolikii@gmail.com.

УДК 664.64

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЖИДКИХ РЖАНЫХ ЗАВАРОК В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ЦИКЛЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И СВОЙСТВ

Т. Д. Самуйленко, А. В. Акулич

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. Актуальной является информатизация управления производственным циклом приготовления жидких ржанных заварок при производстве заварного хлеба, что определило цель исследования. Однако для разработки соответствующего информационного обеспечения необходимы данные о показателях биотехнологических свойств заварок на всех этапах реализации технологического плана. Общая научная задача исследования – измерение и систематизация данных о показателях биотехнологических свойств жидких ржанных заварок в дискретном режиме процесса производства заварного хлеба при условии обеспечения его стабильности.

Материалы и методы. Сброженные заварки на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки. Производственный цикл приготовления заварок планировали с использованием программного приложения Excel к Microsoft Office для технологического расчета в автоматизированном режиме. Заварки исследованы по органолептическим, физико-химическими, микробиологическим и технологическим показателям с использованием классических методов анализа для полуфабрикатов хлебопекарной отрасли.

Результаты. Установлены показатели биотехнологических свойств сброженной ржаной заварки, приготовленной с использованием автоматизированного технологического плана. Выявлено, что заварка полностью соответствует требованиям действующих технологических инструкций на каждой стадии ее получения. Показатели биотехнологических свойств заварок являются стабильными в ходе реализации производственного цикла в заявленный промежуток времени.

Выводы. Использование информационных технологий для разработки автоматизированного технологического плана приготовления жидких ржанных заварок позволяет обеспечить заданные их биотехнологические свойства и оперативно управлять технологическим циклом с учетом заявок торговых сетей на выбранный ассортимент заварного хлеба.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *информационные технологии; хлебопекарная отрасль; дискретный режим; заварной хлеб; жидкие ржанные заварки; производственный цикл; единая методика технологического расчета; биотехнологические свойства.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Самуйленко, Т. Д. Автоматизированный технологический расчет жидких ржанных заварок в производственном цикле для обеспечения стабильности их показателей и свойств / Т. Д. Самуйленко, А. В. Акулич // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2024. – № 2(37). – С. 24–34.

AUTOMATED TECHNOLOGICAL CALCULATION OF LIQUID RYE SOURDOUGH STARTERS IN THE PRODUCTION CYCLE FOR ENSURING THE STABILITY OF THEIR PARAMETERS AND PROPERTIES

T. D. Samuilenko, A. V. Akulich

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. The need for information management in the production cycle for preparing liquid rye sourdoughs in sourdough bread production is currently relevant, which has determined the goal of this research. However, the development of appropriate information support requires data on the indicators of biotechnological properties of sourdoughs at all stages of the technological plan's implementation. The

overarching scientific objective of this study is to measure and systematize data on the indicators of the biotechnological properties of liquid rye sourdoughs in a discrete production mode of sourdough bread, ensuring process stability.

Materials and methods. Fermented sourdoughs based on saccharified and thermophilic fermented sourdough were developed. The production cycle for preparing the sourdoughs was planned using Microsoft Office Excel software for automated technological calculations. The sourdoughs were analyzed according to organoleptic, physicochemical, microbiological, and technological parameters using classical analysis methods for semi-finished products in the bakery industry.

Results. The indicators of the biotechnological properties for fermented rye sourdough produced under an automated technological plan, have been determined. It was found that the sourdough fully complies with the requirements of current technological instructions at each stage of its production. These biotechnological properties indicators exhibit stability throughout the production cycle over a defined period of time.

Conclusions. The use of information technology for developing an automated technological plan for liquid rye sourdoughs production allows for efficient management of the technological cycle, taking into account requests from retail networks for a selected range of sourdough bread products.

KEY WORDS: *information technology; bakery industry; discrete mode, sourdough bread; liquid rye sourdoughs; production cycle; unified methodology of technological calculation; biotechnological properties.*

FOR CITATION: Samuylenko, T. D. Automated technological calculation of liquid rye sourdoughs in the production cycle for ensuring the stability of their parameters and properties / T. D. Samuylenko, A. V. Akulich // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies: scientific and methodical journal. – 2024. – № 2(37). – P. 24–34.

ВВЕДЕНИЕ

Хлебопекарная отрасль на современном этапе своего развития является весьма динамичной и характеризуется количественными и качественными ежесуточными изменениями. Система производства хлебобулочных изделий включает в себя материально-техническое, информационное, организационное, научное обеспечение, которые постоянно развиваются как отдельно, так и в системе в целом. Отпечаток на отрасль накладывают и современные тенденции превалирования научной и информационной деятельности в технологических процессах. Информационные технологии стали неотъемлемой частью производственной деятельности, значение которых растет постоянно и оказывает существенное влияние на эффективность производства. Использование информационных технологий позволяет сочетать инженерные, технологические и научные решения как по отдельности, так и в комплексе.

Основной задачей любого производства, в том числе и хлебопекарной отрасли, является рациональное использование энергетических и материальных ресурсов [1]. Применение современных инновационных технологий в производстве становится особенно актуальным, а обеспечение количественного, качественного учета и контроля на всех его стадиях является приоритетным.

Следует отметить, что в хлебопекарной отрасли еще только начинается процесс внедрения автоматизированных систем по сбору, обработке и хранению информации. Большинство технологических расчетов до сих пор осуществляются вручную, особенно на предприятиях средней и малой мощности. Информация о сырьевых компонентах, их качественных изменениях, выпускаемом ассортименте, технологиях приготовления и их особенностях в зависимости от режима производства не систематизирована. Это вызывает трудности при реализации технологических процессов в современных условиях производства и снижает конкурентную способность готовой продукции.

В современных условиях развития хлебопекарной отрасли Республики Беларусь одним из сложных и трудоемких технологических процессов является приготовление жидких ржаных заварок, используемых в качестве основы при производстве заварного хлеба из ржаной муки

и смеси ржаной и пшеничной муки. Производственный цикл приготовления жидких ржаных заварок должен реализовываться в непрерывном режиме, в то время как производство заварного хлеба осуществляется в дискретном режиме. Такое противоречие существенно сказывается на количественном и качественном учете и контроле постадийного приготовления как самих используемых полуфабрикатов, так и готовой продукции.

На хлебопекарных предприятиях Республики Беларусь для производства заварного хлеба используются разные виды жидких ржаных заварок: осахаренная заварка, мезофильная заквашенная заварка на основе осахаренной заварки, термофильная заквашенная заварка на основе осахаренной заварки, сброженная заварка на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки. Они могут приготавливаться как последовательно, так и параллельно. Кроме того, при производстве отдельного ассортимента заварного хлеба может быть использовано несколько жидких ржаных заварок одновременно. Такой технологический процесс является основным проблемным моментом количественного и качественного учета отдельных этапов производственного цикла жидких ржаных заварок.

Стоит отметить, что применение инновационных адаптированных подходов в технологии жидких ржаных заварок в дискретном режиме производства заварного хлеба полноценно невозможно без своевременного контроля количественных и, как следствие, качественных показателей рассматриваемых полуфабрикатов на каждой стадии непрерывного цикла их приготовления. В настоящее время обеспечение, контроль и обработка данных производственного цикла приготовления жидких ржаных заварок осуществляется преимущественно вручную. Процесс этот сложный, трудоемкий, требует значительных временных затрат. Поэтому актуальным становится необходимость в автоматизированном сопровождении этого этапа технологического процесса.

В литературных источниках встречаются некоторые предложения по разработке программных продуктов, позволяющих проводить технологические расчеты и осуществлять учет расхода ресурсов в целом [1–6]. К недостаткам таких разработок можно отнести следующие:

- не рассмотрено влияние используемых информационных технологий на биотехнологические свойства полуфабрикатов, показатели качества и потребительские свойства хлебобулочных изделий;
- используются преимущественно в экономической и бухгалтерской области функционирования хлебопекарных предприятий и не направлены на регулирование технологического процесса производства;
- не позволяют осуществлять технологический расчет и количественный учет на отдельных этапах производственного процесса;
- возможность технологического расчета только для определенного ассортимента;
- не учитываются технологические особенности заварного хлеба из ржаной муки и смеси ржаной и пшеничной муки на основе жидких ржаных заварок, приготавливаемых на группу ассортимента, заявленного для производства в течение текущих суток;
- предложенные программные продукты не учитывают особенности аппаратного оформления отделений по приготовлению жидких ржаных заварок (количество емкостей, их вместимость и др.), что не позволяет их распределять в производственном цикле;
- не учитываются особенности дискретного режима производства заварного хлеба (существующие разработки направлены преимущественно на круглосуточный режим производства);
- не могут быть адаптированы для приготовления других полуфабрикатов без внесения дополнительных корректирующих мероприятий или проведения исследований.

Стоит отметить, что сложность в применении информационных систем связана, с одной стороны, с существенными затратами при оптимизации ИТ-инфраструктуры, с другой

стороны, с отсутствием необходимых программных продуктов для отдельных технологических этапов [3, 7]. Кроме того, использование информационных систем в хлебопекарной отрасли замедляет и факт отсутствия детального математического представления как отдельных технологических процессов, так и их взаимосвязи между собой.

В Белорусском государственном университете пищевых и химических технологий разработан автоматизированный технологический расчет постадийного приготовления сброженной закваски на основе осахаренной и термофильной заквашенной закваски. Данный расчет может использоваться как при круглосуточном, так и дискретном режиме производства заварного хлеба [8]. Предложенный расчет позволяет устанавливать количество полуфабрикатов на отдельных стадиях производственного цикла с учетом заявок торговых сетей на необходимый ассортимент хлеба на следующие сутки, распределять полуфабрикаты по стадиям производственного цикла, исключить влияние субъективных факторов на количественное движение полуфабрикатов в производственном цикле.

Объект исследований – сброженная закваска, полученная на основе осахаренной и термофильной заквашенной закваски.

Предмет исследования – биотехнологические свойства жидких ржанных заварок.

Цель исследования – информатизация управления производственным циклом приготовления жидких ржанных заварок при производстве заварного хлеба в дискретном режиме.

Научная задача – измерение и систематизация данных о показателях биотехнологических свойств жидких ржанных заварок в дискретном режиме процесса производства заварного хлеба при условии обеспечения его стабильности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Приготовление сброженной закваски, полученной на основе осахаренной и термофильной заквашенной закваски, осуществлялось с использованием технологического плана, полученного путем автоматизированного количественного расчета.

В качестве программного обеспечения использовано стандартное программное приложение Excel к Microsoft Office.

На каждой стадии производственного цикла исследованы порции жидких ржанных заварок (термофильной ржаной закваски на основе осахаренной закваски и сброженной закваски на основе осахаренной и термофильной заквашенной закваски). Порции полуфабрикатов исследованы по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям, формирующими их биотехнологические свойства.

Пробы полуфабрикатов для определения влажности отбирались сразу после замеса. Органолептическая оценка полуфабрикатов произведена непосредственно сразу после отбора путем осмотра всей массы полуфабрикатов. В термофильной заквашенной и сброженной заквасках определена консистенция, вкус и запах [9–12]. Кислотность полуфабрикатов определена методом титрования, подъемная сила – ускоренным методом [9–12]. Количественный учет дрожжей, молочнокислых бактерий и соотношение между ними проведено путем микроскопирования по методу Бургвица [9–13]. Для оценки активности молочнокислых бактерий использован классический метод М. П. Юргенсона и И. Ф. Романова (1958 г.), который основан на скорости изменения цвета красителя (с голубой окраски в бесцветную окраску) [14]. Количество мертвых дрожжевых клеток установлено путем смешивания полуфабриката с раствором метиленового синего с последующим микроскопированием (мертвые дрожжевые клетки при этом окрашиваются в синий цвет) [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении исследований смоделирована ситуация, при которой из торговой сети поступила следующая количественная и качественная заявка на заварные сорта хлеба,

приготавливаемые с использованием сброженной заварки, полученной на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки:

- хлеб «Прибалтийский» (заявка на текущие сутки составляет 2100 кг, заявка на следующие сутки 2200 кг);
- хлеб «Приднепровский» новый (заявка на текущие сутки составляет 1450 кг, заявка на следующие сутки 1340 кг);
- хлеб «Околица» (заявка на текущие сутки составляет 3400 кг, заявка на следующие сутки 3500 кг).

Величина расчетного выхода для хлеба «Прибалтийский» составляет 158,0 %, для хлеба «Приднепровский» новый – 142,6 %, для хлеба «Околица» – 144,4 %. В технологических инструкциях на представленный ассортимент содержится следующая информация по технологическому процессу приготовления сброженной заварки на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки:

- количество муки ржаной сеяной, используемой для приготовления сброженной заварки, 14,8 % от массы муки по унифицированной рецептуре;
- количество солода ржаного сухого неферментированного, используемого для приготовления сброженной заварки, 4,0 % от массы муки по унифицированной рецептуре;
- количество пюре картофельного сухого, используемого для приготовления сброженной заварки, 3,5 % от массы муки по унифицированной рецептуре;
- массовая доля влаги составляет соответственно: муки ржаной сеяной – 12,2 %, ржаного сухого неферментированного солода – 9,8 %, пюре картофельного сухого – 11,0 %;
- массовая доля влаги сброженной заварки составляет 74,0 %;
- плотность сброженной заварки 0,8 кг/л;
- продолжительность осахаривания заварки составляет 180 мин, заквашивания осахаренной заварки 180 мин, охлаждения термофильной заквашенной заварки 180 мин и сбраживания охлажденной термофильной заквашенной заварки 180 мин.

Режим работы хлебопекарных печей в течение суток по выпуску заварного хлеба устанавливается на уровне 15 ч с учетом их часовой производительности. Количество производственных емкостей для приготовления сброженной заварки: для осахаривания принимается 1 емкость, для заквашивания – 2 емкости, для охлаждения термофильной заквашенной заварки – 1 емкость, для сбраживания – 2 емкости.

На основании смоделированной ситуации осуществлен автоматизированный количественный расчет и получен вариант технологического плана постадийного приготовления сброженной заварки на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки, представленный на рисунке 1.

Приготовление сброженной заварки на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки осуществляется с учетом технологического плана, представленного на рисунке 1 и смоделированного в лабораторных условиях в соотношении 1:1000 по объему приготавливаемых полуфабрикатов. Таким образом, на момент формирования заявки на следующие сутки (на 27.08.2022 г.) к 20.00 в емкостях находится следующее количество полуфабрикатов:

- сброженной заварки на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки 1396 мл, то есть в каждой емкости № 5 и № 6 по 698 мл (рисунок 1, колонки 10 и 11);
- охлажденной термофильной заквашенной заварки 672 мл в емкости № 4 (рисунок 1, колонка 9);
- термофильной заквашенной заварки на основе осахаренной заварки 1396 мл, то есть в каждой емкости № 2 и № 3 по 698 мл (рисунок 1, колонки 6 и 7);
- осахаренной заварки 698 л в емкости № 1 (рисунок 1, колонка 5).

Дата составления плана	Время начала каждой стадии приготовления СЗ	Стадия производственного цикла	Гол, л	Гол, л	Гол, л	Гол, л	Соотношение компонентов, %	Гол, л	Гол, л	Гол, л	Соотношение компонентов, %	Гол, л
			заварочная машина	Емкость 1	Емкость 2	Емкость 3	ГТЗ през. (100-X)	Емкость 4	Емкость 5	Емкость 6	ГТЗ през. (100-X)	расходная емкость
26.08.2022	17.00	G1x		698	698	698		672	698	698		
	20.00	j1	448	508	319	319	50	758	336	336	50	724
	23.00	j2	446	446	254	311	45	654	379	379	55	724
27.08.2022	02.00	j3	448	448	223	273	45	584	327	327	50	724
	05.00	j4	680	680	224	274	45	444	292	292	50	724
	08.00	j5	790	790	340	416	45	164	222	222	50	724
	11.00	k1	554	554	395	592	40	328	82	82	50	
	14.00	k2	788	788	277	415	40	792	164	164	50	
	17.00	k3	724	724	394	330	54	724	396	396	55	
	20.00	G2x		724	724	724		724	724	724		

Рис. 1. Вариант технологического плана постадийного приготовления сброженной заварки на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки

Fig. 1. The variant of technological plan for the step-by-step preparation of fermented sourdough based on saccharified and thermophilic sourdough

В этот период начинается работа хлебопекарного предприятия по выполнению поступившей заявки, и сброженная заварка, полученная на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки, в количестве 724 мл направляется в расходную емкость для дальнейшего использования для замеса теста (рисунок 1, колонка 13). При этом в каждой производственной емкости после отбора на замес теста остается сброженной заварки на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки в количестве 336 мл (рисунок 1, колонки 10 и 11).

Приготовление сброженной заварки на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки в производственном цикле осуществляется с учетом внесения рекомендуемого количества охлажденной термофильной заквашенной заварки. В технологическом плане количество охлажденной термофильной заквашенной заварки, используемой для приготовления сброженной заварки, в 20.00 26.08.2022 г. составляет 50 % к общему ее количеству, что соответствует 336 мл. Такой порядок приготовления сброженной заварки на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки осуществляется через каждые 180 мин (3 часа) в 23.00 26.08.2022 г. и 02.00, 05.00, 08.00 27.08.2022 г.

К 11.00 27.08.2022 г. заявка торговых организаций выполнена и возникает технологический перерыв в работе хлебопекарного предприятия в течение 9 ч. Начиная с 11.00 до 20.00 (каждые 180 мин) 27.08.2022 г., приготовление сброженной заварки на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки осуществляется аналогично предыдущим стадиям с учетом внесения рекомендуемого количества охлажденной термофильной заквашенной заварки, но без отбора в расходную емкость. К 20.00 27.08.2022 г. после технологического

перерыва в производственных емкостях № 5 и № 6 количество сброженной заварки, полученной на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки, составляет по 724 мл.

В этот же диапазон времени с такой же периодичностью, как и для сброженной заварки, осуществляется процесс охлаждения термофильной заквашенной заварки. Ее количество для каждой стадии приготовления сброженной заварки в производственном цикле должно пройти соответствующую технологическую обработку в период, предшествующий рассматриваемой стадии производственного цикла:

- для приготовления сброженной заварки в 20.00 26.08.2022 г. используется охлажденная термофильная заквашенная заварка, прошедшая стадию охлаждения в период с 17.00 до 20.00 26.08.2022 г. в количестве 672 мл в емкости № 4 (рисунок 1, колонка 9);

- для приготовления сброженной заварки в 23.00 26.08.2022 г. используется охлажденная термофильная заквашенная заварка, прошедшая стадию охлаждения в период с 20.00 до 23.00 26.08.2022 г. (758 мл в емкости № 4) и так далее.

Охлаждение необходимого количества термофильной заквашенной заварки в емкости № 4 должно происходить постоянно с периодичностью 180 мин (3 ч) вне зависимости от возникающего технологического перерыва.

Также в ранее названный период времени осуществляется приготовление термофильной заквашенной заварки в производственном цикле путем отбора необходимого ее количества на стадию охлаждения в емкость № 4 (рисунок 1, колонка 9) и внесения осахаренной заварки из емкости № 1 (рисунок 1, колонка 5) в рекомендуемом соотношении (рисунок 1, колонка 8). Такое приготовление осуществляется вне зависимости от возникающего технологического перерыва. Следует отметить, что отбор термофильной заквашенной заварки на стадию охлаждения осуществляется после прохождения ею стадии заквашивания, то есть в период, предшествующий рассматриваемой стадии производственного цикла:

- в 20.00 26.08.2022 г. на охлаждение термофильная заквашенная заварка в количестве 672 мл (емкость № 4) отбирается из емкостей № 2 и № 3 (рисунок 1, колонки 6 и 7) после технологической обработки в период с 17.00 до 20.00 26.08.2022 г.;

- в 23.00 26.08.2022 г. на охлаждение термофильная заквашенная заварка в количестве 758 мл (емкость № 4) отбирается из емкостей № 2 и № 3 после технологической обработки в период с 20.00 до 23.00 26.08.2022 г. и так далее.

Приготовление осахаренной заварки осуществляется также на стадии, предшествующей стадии ее использования в процессе заквашивания:

- в 20.00 26.08.2022 г. осахаренная заварка в количестве по 319 мл для каждой емкости заквашивания № 2 и № 3 отбирается из емкости № 1 после технологической обработки заварки в период с 17.00 до 20.00 26.08.2022 г.;

- в 23.00 26.08.2022 г. осахаренная заварка в количестве по 254 мл для каждой емкости заквашивания № 2 и № 3 отбирается из емкости № 1 после технологической обработки заварки в период с 20.00 до 23.00 26.08.2022 г. и так далее.

Необходимое количество жидкой ржаной заварки для последующего процесса осахаривания приготавливается в заварочной машине:

- в 20.00 26.08.2022 г. количество жидкой ржаной заварки составляет 448 мл (рисунок 1, колонка 4);

- в 23.00 26.08.2022 г. количество жидкой ржаной заварки составляет 446 мл и так далее.

Перед выполнением новой заявки в 20.00 27.08.2022 г. в производственных емкостях находится следующее количество полуфабрикатов:

- сброженной заварки на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки 1448 мл (в каждой емкости № 5 и № 6 по 724 мл);

- охлажденной термофильной заквашенной заварки 724 мл (емкость № 4);

- термофильной заквашенной заварки на основе осахаренной заварки 1448 мл (в каждой емкости № 2 и № 3 по 724 мл);
- осахаренной заварки 724 мл (емкость № 1).

В таблицах 1–3 представлены показатели качества и биотехнологических свойств каждой порции полуфабриката (осахаренной заварки, термофильной заквашенной заварки на основе осахаренной заварки и сброженной заварки на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки), прошедших период технологической обработки и подлежащие контролю.

Табл. 1. Показатели качества осахаренной заварки

Table 1. Quality indicators of saccharified sourdough

Органолептические и физико-химические показатели осахаренной заварки	Время готовности осахаренной заварки, ч							
	20.00	23.00	02.00	05.00	08.00	11.00	14.00	17.00
Внешний вид, запах, вкус	однородная консистенция со сладковатым вкусом и свойственным ароматом							
Влажность начальная, %	76,0	75,0	75,2	75,6	75,4	76,0	75,6	75,6
Кислотность, град	3,4	3,8	3,6	3,4	3,6	3,4	3,4	3,6

Табл. 2. Показатели качества и биотехнологические свойства термофильной заквашенной заварки на основе осахаренной заварки

Table 2. Quality indicators and biotechnological properties of thermophilic fermented sourdough based on saccharified sourdough

Показатели качества и биотехнологические свойства термофильной заквашенной заварки	Время готовности термофильной заквашенной заварки, ч							
	20.00	23.00	02.00	05.00	08.00	11.00	14.00	17.00
Внешний вид, запах, вкус	однородная консистенция с кисловатым вкусом и свойственным ароматом							
Влажность начальная, %	76,2	75,6	75,6	75,4	75,8	76,0	75,6	75,8
Кислотность, град	8,6	8,8	9,2	9,2	9,4	9,4	9,4	9,2
Общее количество молочнокислых бактерий, ед/г	$1153 \cdot 10^6$	$1212 \cdot 10^6$	$1295 \cdot 10^6$	$1304 \cdot 10^6$	$1328 \cdot 10^6$	$1346 \cdot 10^6$	$1324 \cdot 10^6$	$1284 \cdot 10^6$
Активность молочнокислых бактерий, мин	93	90	86	83	80	77	75	78

Табл. 3. Показатели качества и биотехнологические свойства сброженной заварки на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки

Table 3. Quality indicators and biotechnological properties of fermented sourdough based on saccharified and thermophilic fermented sourdough

Показатели качества и биотехнологические свойства сброженной заварки	Время готовности сброженной заварки, ч							
	20.00	23.00	02.00	05.00	08.00	11.00	14.00	17.00
Внешний вид, запах, вкус	увеличение в объеме со средними пузырьками газа с кисло-сладким вкусом и ароматом							
Влажность начальная, %	76,0	75,8	75,8	75,6	75,6	75,8	76,2	76,0
Кислотность, град	11,8	12,0	11,8	12,2	12,4	12,4	12,2	12,0
Подъемная сила, мин	22	24	22	24	24	24	24	22
Общее количество молочнокислых бактерий, ед/г	1744·10 ⁶	1771·10 ⁶	1763·10 ⁶	1812·10 ⁶	1832·10 ⁶	1841·10 ⁶	1812·10 ⁶	1804·10 ⁶
Общее количество дрожжевых клеток, ед/г	156·10 ⁶	151·10 ⁶	157·10 ⁶	149·10 ⁶	145·10 ⁶	142·10 ⁶	147·10 ⁶	152·10 ⁶
Соотношение дрожжевых клеток и молочнокислых бактерий	1:11	1:12	1:11	1:12	1:13	1:13	1:12	1:12
Активность молочнокислых бактерий, мин	58	54	55	53	52	54	52	52
Количество мертвых дрожжевых клеток, ед/г (%)	4,4·10 ⁶ (2,8)	4,5·10 ⁶ (3,0)	5,3·10 ⁶ (3,4)	4,8·10 ⁶ (3,2)	4,4·10 ⁶ (3,0)	4,5·10 ⁶ (3,2)	4,7·10 ⁶ (3,2)	4,6·10 ⁶ (3,0)

Анализ результатов исследований, представленных в таблицах 1–3, показывает, что биотехнологические свойства сброженной заварки, полученной на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки, соответствуют требованиям технологических действующих инструкций по приготовлению на каждой стадии ее получения [15]:

- начальная влажность полуфабрикатов должна быть в диапазоне 74,0–78,0 %;
- кислотность осахаренной заварки должна быть не более 4,0 град;
- кислотность термофильной заквашенной заварки должна находится в диапазоне 8,0–11,0 град;
- кислотность сброженной заварки должна находится в диапазоне 9,0–13,0 град, подъемная сила – не более 25 мин, соотношение между дрожжами и молочнокислыми бактериями – не менее 1:10, количество мертвых дрожжевых клеток – не более 5,0 % от их общего количества.

Кроме того, стоит отметить, что не менее важным результатом применения единой методики расчета в виде технологического плана с последующей реализацией является стабильность показателей биотехнологических свойств жидких ржанных заварок на протяжении всего производственного цикла ее приготовления.

Положительный опыт в этом направлении также получен при использовании технологического плана по приготовлению сброженной заварки на основе осахаренной и

термофильной заквашенной заварки в производственных условиях разных предприятий хлебопекарной отрасли Республики Беларусь. Кроме того, результаты проведенных научных исследований были внедрены и в образовательный процесс (лекционный курс) учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» [16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенных исследований установлено, что использование информационных технологий в хлебопекарной отрасли способствует обеспечению количественного, качественного учета и контроля на всех стадиях производства. Выявлено, что не все этапы технологического процесса приготовления хлебобулочных изделий охвачены этим направлением и не установлено влияние практического применения информационных технологий на показатели качества и свойства отдельных полуфабрикатов производственного цикла.

Предложен автоматизированный технологический расчет сброженной заварки на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки в производственном цикле ее приготовления. Установлено количество полуфабрикатов на отдельных стадиях производственного цикла с учетом заявок торговых сетей на выбранный ассортимент хлеба. Оценены показатели биотехнологических свойств сброженной заварки на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки, приготовленной с использованием автоматизированного технологического плана.

Выявлено, что сброженная заварка, приготовленная на основе осахаренной и термофильной заквашенной заварки, полностью соответствуют требованиям технологических действующих инструкций на каждой стадии ее получения. Кроме того, что не менее важно, ее показатели являются стабильными в ходе реализации производственного цикла в заявленный промежуток времени.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Панченко, О. В. Информационные технологии в хлебопекарном производстве / О. В. Панченко // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 8. – С. 244–245.
- 2 Информационные системы контроля производства хлебопекарной и кондитерской продукции [Электронный ресурс] // Rarus.ru. – Режим доступа: <https://rarus.ru/1c-branches/avtomatizatsiya-pischevoy-promishlennosti/avtomatizatsiya-hlebobulochnogo-proizvodstva/article-informacionnye-sistemy-kontrolya-proizvodstva-hlebopekarnoj-i-konditerskoj-produkcii>. – Дата доступа: 12.10.2024.
- 3 Хлебопечение плюс цифровизация и роботизация отрасли [Электронный ресурс] // Finance.rambler.ru. – Режим доступа: <https://finance.rambler.ru/other/43689922-hlebopechenie-plyus-tsifrovizatsiya-i-robotizatsiya-otrasli>. – Дата доступа: 09.11.2024.
- 4 Логунова, Н. Ю. Автоматизированные системы управления в производстве и реализации хлебобулочной продукции / Н. Ю. Логунова, А. Н. Поляков, А. Ю. Обеленцева // Международный научный журнал «Вестник науки». – 2023. – Т. 3. – № 1(58). – С. 356–376.
- 5 Информационная система «Обновление и замена технологического оборудования хлебозавода» [Электронный ресурс] // Viewer.rsl.ru. – Режим доступа: <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01003058433?page=23&rotate=0&theme=white>. – Дата доступа: 12.11.2024.
- 6 Федотов, В. А. Современные методы исследования и оптимизации хлебопекарного производства / В. А. Федотов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 8(98). – С. 144–147.
- 7 Матвеев, М. Г. Синтез информационных технологий управления производственными системами: (на примере перерабатывающих производств): автореферат дис. ... доктора технических наук: 05.13.16 / Воронеж. технол. академия. – Воронеж, 1995. – 39 с.
- 8 Самуйленко, Т. Д. Технологический план работы заварочного отделения / Т. Д. Самуйленко // Наука, питание и здоровье: сб. науч. тр. В 2 ч. Ч. 2 / под общ. ред. З. В. Ловкиса / Науч.-практ. центр Нац. акад. Наук Беларуси по продовольствию. – Минск: Беларуская навука, 2021. – 536 с. – С. 213–219.
- 9 Зверева, Л. Ф. Технология и технотехнический контроль хлебопекарного производства: учебник / Л. Ф. Зверева, Б. И. Черняков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 430 с.
- 10 Справочник для работников лабораторий хлебопекарных предприятий: справочное издание / К. Н. Чижова

[и др.]. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 191 с.

11 Методические указания по проведению санитарно-микробиологического контроля на хлебопекарных предприятиях / Государственное предприятие «Белтехнохлеб», разработ. А. И. Старовойтова, А. И. Базан; лаборатория индикации возбудителей инфекционных и паразитарных заболеваний ГУ «Республиканский центр гигиены и эпидемиологии» Минздрава Республики Беларусь, разработ. Ф.М. Фидаров, Л.А. Федоренчик. – Минск, 2002. – 30 с.

12 Методические указания по проведению испытаний качества полуфабрикатов хлебопекарного производства / Научно-производственное республиканское унитарное предприятие «Белтехнохлеб», разработ. Л. В. Карнышова, Л. И. Севастей. – Минск, 2008. – 15 с.

13 Лысак, В. В. Микробиология: Методические рекомендации к лабораторным занятиям, контроль самостоятельной работы студентов / В. В. Лысак, Р. А. Желдакова. – Минск.: БГУ, 2002. – 97 с.

14 Афанасьева, О. В. Микробиология хлебопекарного производства / О. В. Афанасьева. – СПб.: Береста, 2003. – 220 с.

15 Сборник технологических инструкций по производству хлебобулочных изделий: в 2 т. Т. 1 / Государственное предприятие «Белтехнохлеб»; разработ. Л. С. Колосовская [и др.]. – Минск: Бизнесофсет, 2011. – 348 с.

16 Самуйленко, Т. Д. Технологии сброженной заварки в дискретном режиме производства заварных сортов хлеба: монография / Т. Д. Самуйленко, А. В. Акулич. – Могилев: БГУТ, 2021. – 260 с.

Поступила в редакцию 19.12.2024 г.

ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Дмитриевна Самуйленко, кандидат технических наук, доцент, заместитель декана химико-технологического факультета, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: TataSam@tut.by.

Александр Васильевич Акулич, доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель Республики Беларусь, проректор по научной работе, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: bgut@mogilev.by.

ABOUT AUTHORS:

Tatyana Samuilenko, candidate of technical Sciences, associate Professor, Deputy Dean of the Faculty of Chemistry and Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: TataSam@tut.by.

Aleksandr Akulich, doctor of technical Sciences, Professor, Honored Inventor of the Republic of Belarus, Vice-rector for scientific work, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: bgut@mogilev.by.

УДК 663.2.031:635.74

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ ТРАВЫ ЧАБРЕЦА

Ю. С. Назарова¹, С. В. Волкова¹, Н. В. Саманкова², А. С. Харитонов¹

¹Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь

²Белорусский государственный экономический университет, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. Сегодня актуальным является применение экстрактов из лекарственного сырья, обладающего антиоксидантной активностью за счет значительного содержания дубильных веществ в производстве функциональных продуктов питания. Это позволит существенно расширить возможности использования альтернативных источников биологически активных веществ, улучшить натуральность готового продукта, расширить ассортиментную линейку и внести значительный вклад в развитие здорового питания населения Республики Беларусь. Научная задача исследования – оптимизировать процесс водной экстракции травы чабреца.

Материалы и методы. Титрометрический метод для определения содержания дубильных веществ, потенциометрический метод для определения окислительно-восстановительного потенциала в водных экстрактах, методы математической статистики для проведения полного факторного эксперимента и составление уравнений регрессии по результатам экспериментов.

Результаты. Исследовано влияние технологических параметров на процесс водной экстракции травы чабреца, установлено, что максимальный переход дубильных веществ в раствор, а также высокие значения окислительно-восстановительного потенциала наблюдаются при соотношении растительного сырья и экстрагента 1:10 (гидромодуль), а также продолжительности процесса экстракции 60 минут при постоянной температуре 80 °С. Полученные зависимости носят линейный характер.

Заключение. Получен водный экстракт травы чабреца, характеризующийся высоким содержанием дубильных веществ и окислительно-восстановительного потенциала, что позволяет включить его в состав фитокомпозиций для растительного сиропа, обладающего повышенной антиоксидантной активностью.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: трава чабреца; экстракция; дубильные вещества; окислительно-восстановительный потенциал; полный факторный эксперимент.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Назарова, Ю. С. Оптимизация процесса экстракции дубильных веществ при получении водных экстрактов травы чабреца / Ю. С. Назарова, С. В. Волкова, Н. В. Саманкова, А. С. Харитонов // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2024. – № 2 (37). – С. 35–43.

OPTIMIZATION OF THE EXTRACTION PROCESS OF TANNINS IN THE PRODUCTION OF AQUEOUS EXTRACTS FROM THYME HERB

Y.S. Nazarova¹, S. V. Volkova¹, N.V. Samankova², A. S. Haritonova¹

¹Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

²Belarusian State Economic University, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. Today, the use of extracts from medicinal raw materials with antioxidant activity, due to their significant content of tannins, is highly relevant in the production of functional food products. This will significantly enhance the opportunities for utilizing alternative sources of biologically active compounds, improve the naturalness of the final product, expand the product line, and make a significant contribution to the promotion of a healthy diet among the population of the Republic of Belarus. The scientific objective of the study is to optimize the process of aqueous extraction from thyme herb.

Materials and methods. Titrimetric method for determining the content of tannins; potentiometric method for measuring the oxidation-reduction potential in aqueous extracts; mathematical statistics methods for

conducting a full factorial experiment and developing regression equations based on the experimental results. **Results.** The influence of technological parameters on the process of aqueous extraction from thyme herb has been investigated. It has been found that the maximum transfer of tannins into the solution, as well as high values of oxidation-reduction potential, occurs at a ratio of raw plant material to the extracting agent (hydromodule 1:10), as well as a duration of the extraction process of 60 minutes at a constant temperature of 80 °C. The obtained dependencies are linear in nature.

Conclusions. An aqueous extract from thyme herb has been obtained. It is characterized by a high content of tannins and oxidation-reduction potential, which allows it to be included in the composition of phytocompositions for plant syrup with enhanced antioxidant activity.

KEY WORDS: *thyme herb; extraction; tannins; oxidation-reduction potential; full factorial experiment.*

FOR CITATION: Nazarova, Y. S. Optimization of the extraction process of tannins in the production of aqueous extracts from thyme herb / Y. S. Nazarova, S. V. Volkova, N. V. Samankova. A. S. Haritonova // Bulletin of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2024. – No. 2 (37). – P. 35–43.

ВВЕДЕНИЕ

Современные тенденции развития перерабатывающего комплекса, а также общемировая нормативно-правовая практика ориентирует производителей на переход к производству продуктов, не содержащих вредных веществ, в том числе антибиотиков, пестицидов и консервантов, или на так называемую органическую продукцию [1]. Одна из важнейших задач в этом направлении – производство обогащенных и функциональных пищевых продуктов, обладающих антиоксидантной активностью [2]. Решение этой задачи может заключаться в расширении ассортимента продуктов из нетрадиционных видов растительного сырья с высоким содержанием биологически активных компонентов, что позволит повысить неспецифическую резистентность организма к неблагоприятным факторам окружающей среды.

В последнее десятилетие свободные радикалы и их роль в развитии заболеваний стали предметом многочисленных исследований. Проблемы химической регуляции окислительного стресса и поиск биологически активных веществ, обладающих антиоксидантной активностью, находятся в центре внимания ряда исследователей [3–7]. Природные антиоксиданты, как правило, подавляют реакции свободнорадикального окисления путем связывания свободных радикалов и образования стабильных химических соединений, создавая тем самым оптимальные условия для метаболизма и обеспечения нормального роста клеток и тканей.

В ряде работ отмечено, что среди природных соединений антиоксидантную активность проявляют лекарственные травы, основными активными веществами которых являются полифенолы [8, 9]. Полифенольные соединения представляют обширную группу биологически активных соединений, синтезируемых растениями, являющихся активными метаболитами клеточного обмена и выполняющих важную роль в физиологических процессах. Среди указанных веществ наибольший практический интерес представляют флавоноиды, дубильные вещества (таниды), фенолокислоты и витамины [10, 11].

Дубильные вещества – это сложная смесь близких по составу фенольных соединений, делящихся на две группы: гидролизуемые и конденсированные танины. Вместе с аскорбиновой кислотой они участвуют в ферментативных процессах окисления и восстановления благодаря присутствию большого количества OH^- – и карбоксильных групп, которые подвергаются различным биохимическим изменениям и принимают участие в ряде физиологических процессов [9].

В связи с этим сегодня актуальным является разработка фитокомпозиций для растительного сиропа, основу которого составляют экстракты местного лекарственного

сырья, обладающего антиоксидантной активностью за счет значительного содержания дубильных веществ. Это позволит существенно расширить возможности использования альтернативных источников биологически активных веществ, улучшить натуральность готового продукта, расширить ассортиментную линейку и внести значительный вклад в развитие здорового питания населения Республики Беларусь.

Предмет исследования – содержание дубильных веществ и антиоксидантной активности в водных экстрактах травы чабреца.

Цель исследования – оптимизация процесса экстракции дубильных веществ и антиоксидантной активности в водных экстрактах лекарственных растений, входящих в состав фитокомпозиции для растительного сиропа на примере травы чабреца.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служила трава чабреца, заготовленная в сентябре 2023 года и приобретенная в аптечной сети. В качестве экстрагента использовали воду. В ходе работы были исследованы следующие соотношения растительного сырья и экстрагента (гидромодуль): 1:10, 1:15, 1:20. Экстракцию проводили на водяной бане в плотно закупоренных флаконах с завинчивающейся крышкой в течение 60 минут при температуре 80 °С. После экстракции проводили фильтрацию извлечения, затем полученный фильтрат использовали для дальнейшей работы. Содержание дубильных веществ, в пересчёте на танин, определяли перманганатометрическим титриметрическим методом, базирующемся на окислении фенольных групп перманганатом калия в присутствии индикатора индигосульфокислоты [12], определение окислительно-восстановительного потенциала определяли потенциометрическим методом [13].

Для оптимизации процесса экстракции с целью изучения возможности извлечения дубильных веществ и окислительно-восстановительного потенциала в зависимости от соотношения сырья и экстрагента (гидромодуль), а также продолжительности экстракции составили матрицу ПФЭ, согласно которой приготовили 3² варианта режимов экстракции (таблица 1).

Табл. 1. Уровни варьирования компонентов среды

Table 1. Levels of variation of environmental components

Фактор	Условное обозначение фактора	Уровень			Интервал варьирования (λ)
		Нижний (-)	Средний (0)	Верхний (+)	
Продолжительность экстракции, с	B	800	2300	3800	100
Гидромодуль	A	1:10	1:15	1:20	1:10

Матрица планирования двухфакторного эксперимента по оценке влияния условий экстракции на извлечение дубильных веществ из травы чабреца представлена в таблице 2.

Табл. 2. Матрица планирования двухфакторного эксперимента при извлечении дубильных веществ

Table 2. Matrix for planning a two-factor experiment when extracting tannins

Вариант опыта	Исследуемые факторы		Содержание дубильных веществ, %
	B, (с)	A	
1	900	1:10	0,404
2	1800	1:10	0,407

Продолжение табл. 2.

3	2700	1:10	0,410
4	3600	1:10	0,412
5	900	1:15	0,210
6	1800	1:15	0,267
7	2700	1:15	0,314
8	3600	1:15	0,346
9	900	1:20	0,207
10	1800	1:20	0,233
11	2700	1:20	0,254
12	3600	1:20	0,264

Матрица ПФЭ, согласно которой приготовили 3^2 варианта режимов экстракции флавоноидов, идентична матрице для дубильных веществ, представленной в таблице 1, так как опыт проводился при аналогичных условиях. Матрица планирования двухфакторного эксперимента по оценке влияния режимов экстракции на содержание флавоноидов представлена в таблице 3.

Табл. 3. Матрица планирования двухфакторного эксперимента при определении окислительно-восстановительного потенциала

Table 3. Matrix for planning a two-factor experiment when determining the redox potential

Вариант опыта	Исследуемые факторы		Значение ОВП, мВ
	В, (с)	А	
1	900	1:10	317,40
2	1800	1:10	318,00
3	2700	1:10	318,60
4	3600	1:10	318,60
5	900	1:15	313,00
6	1800	1:15	314,40
7	2700	1:15	317,40
8	3600	1:15	317,60
9	900	1:20	302,40
10	1800	1:20	303,60
11	2700	1:20	304,80
12	3600	1:20	304,80

В результате статистической обработки экспериментальных данных были получены

уравнения регрессии, адекватно описывающие зависимость исследуемых функций отклика от выбранных факторов. Влияние каждого из варьируемых факторов отражали графически в виде поверхностей отклика.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что на экстракцию дубильных веществ из травы чабреца точно влияют оба фактора: соотношение растительного сырья и экстрагента (гидро модуль), а также продолжительность процесса экстракции. Максимальное содержание дубильных веществ в процессе экстрагирования было выявлено при использовании гидро модуля 1:10 и продолжительности процесса экстрагирования 60 минут (3600 с).

По результатам проведенных экспериментов получено уравнение регрессии, которое адекватно описывает зависимость содержания дубильных веществ в экстракте травы чабреца от гидро модуля и продолжительности процесса экстрагирования. После исключения из уравнения незначимых факторов оно приобрело следующий вид:

$$D = 0,882 - 0,0685 \cdot A + 1,6 \cdot 10^{-5} \cdot B - 4,33 \cdot 10^{-9} B^2, \quad (1)$$

где D – содержание дубильных веществ, %;

A – гидро модуль;

B – продолжительность экстракции, с.

Для определения областей, при которых эти показатели имеют наибольшее значение, построили график поверхности отклика (рисунок 1).

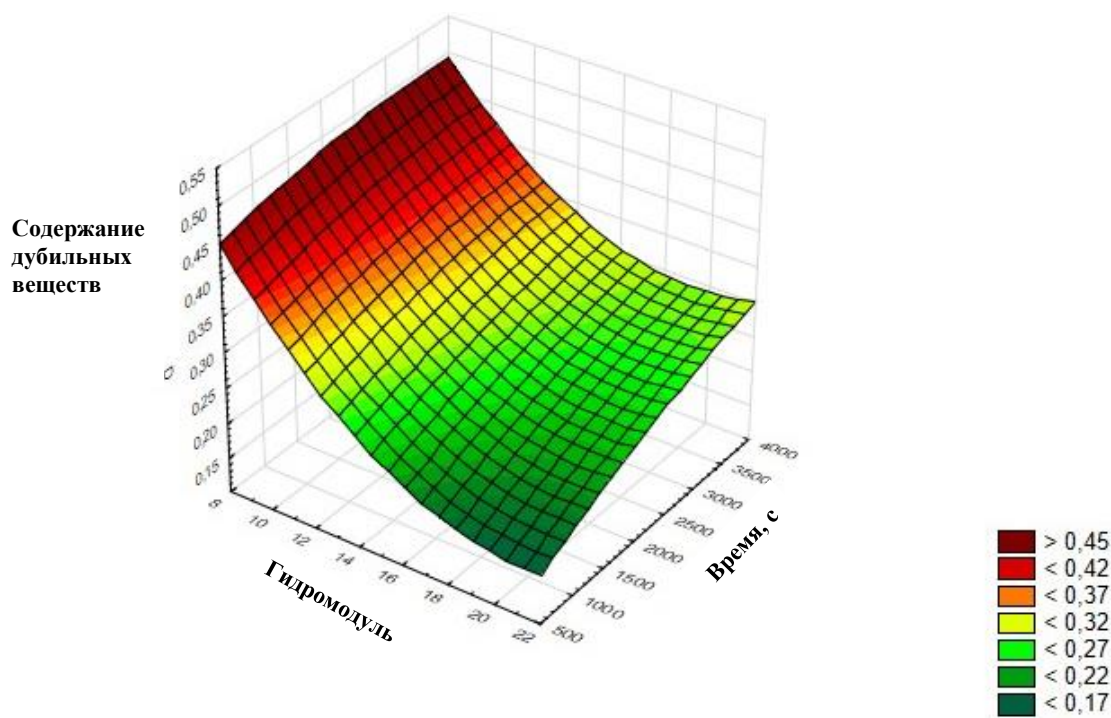


Рис. 1. Поверхность отклика, отражающая зависимость содержания дубильных веществ в экстракте чабреца от гидро модуля и времени проведения процесса

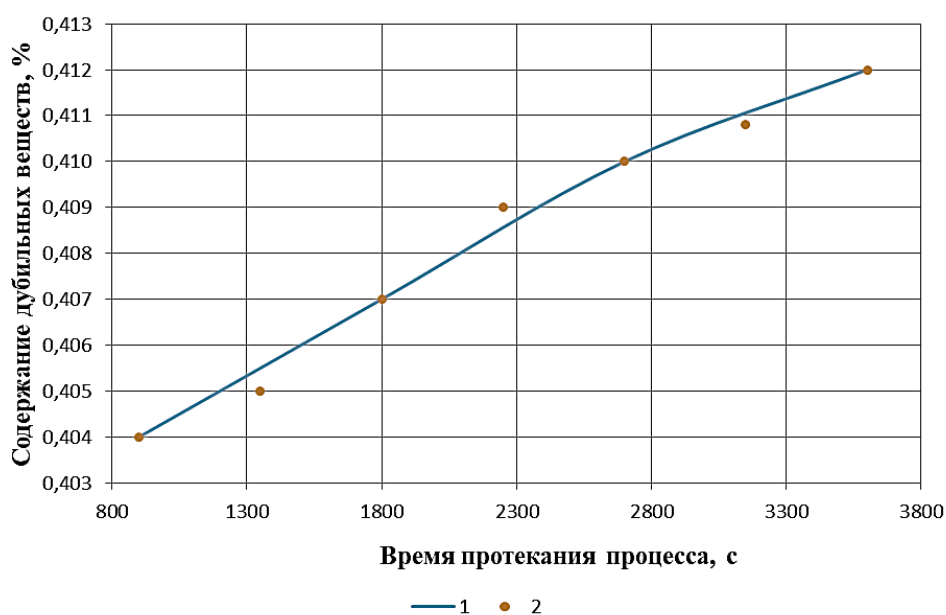
Fig. 1. Response surface reflecting the dependence of the tannin content in thyme extract on the hydromodulus and process time

Анализ зависимости, представленной на рисунке 1, показал, что при увеличении гидро модуля концентрация дубильных веществ в процессе экстракции травы чабреца

снижается. Процесс извлечения дубильных веществ идет достаточно активно до достижения равновесной концентрации в системе сырье-экстрагент, которая устанавливается, когда уравниваются количества веществ, диффундирующих из сырья в экстрагент и обратно [14, 15]. Максимальное извлечение дубильных веществ достигается при соотношении сырья и воды 1:10. Использование меньшего гидро модуля нецелесообразно, так как при снижении объема экстрагента по отношению к экстрагируемому сырью происходит сильное влагопоглощение воды сухой травой чабреца и образование кашеобразной массы, что в дальнейшем снижает выход экстракта и затрудняет фильтрацию готового экстракта [9].

Для практического применения результатов исследования установили зависимость содержания дубильных веществ в траве чабреца от времени протекания процесса экстракции. График зависимости представлен на рисунке 2.

При установлении оптимального времени экстракции проводили извлечение из сырья в течение 15, 30, 45 и 60 минут. Для наиболее полного извлечения дубильных веществ из травы чабреца целесообразно использовать экстракцию в течение 60 минут, поскольку с дальнейшим увеличением времени выход дубильных веществ не изменялся. Однако чрезмерное увеличение продолжительности экстракции ведет к значительному ухудшению качества получаемых экстрактов. При экстракции дубильных веществ наблюдается процесс конденсации, при этом за счет конденсации часть дубильных веществ переходит в класс так называемых нерастворимых и выпадает в осадок, что приводит к некоторому снижению количества дубильных веществ в экстракте.



1 – график уравнения согласно формуле (1); 2 – экспериментальные данные

Рис. 2. График зависимости содержания дубильных веществ в экстракте чабреца от времени протекания процесса экстракции

Fig. 2. Graph of the dependence of the tannin content in the thyme extract on the time of the extraction process

$$D = 3 \cdot 10^{-6} \cdot t + 0,402 \quad (2)$$

где D – содержание дубильных веществ, %;

t – время, с.

Зависимость носит линейный характер. Таким образом, полученная зависимость может быть использована для определения значения содержания дубильных веществ в конкретный период времени при проведении процесса экстракции.

Для оценки антиоксидантной активности экстрактов травы чабреца, как полифенолсодержащего растительного сырья, представляет интерес применение потенциометрического метода определения окислительно-восстановительного потенциала (ОВП). На рисунке 3 представлен график поверхности отклика, при котором этот показатель имеет наибольшее значение.

Таким образом, анализируя данные, представленные на рисунке 3, можно сделать вывод, что изменение ОВП в экстракте травы чабреца зависит от параметров экстрагирования (гидромодуля и продолжительности процесса). Установлено, что наблюдается изменение антиоксидантной активности в зависимости от суммарного содержания дубильных веществ в водном экстракте травы чабреца.

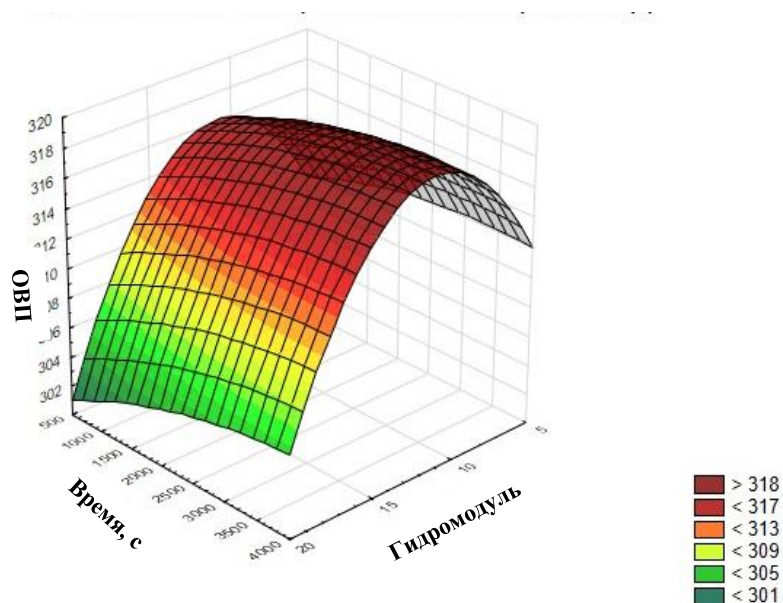


Рис. 3. Поверхность отклика, отражающая зависимость изменения окислительно-восстановительного потенциала в экстракте чабреца от гидромодуля и времени проведения процесса

Fig. 3. Response surface reflecting the dependence of the change in the oxidation-reduction potential in the thyme extract on the hydromodule and the time of the process

Интенсивность окислительно-восстановительных реакций зависит от активности электронов в водных растворах, которая характеризуется окислительно-восстановительным потенциалом (ОВП). Чем выше этот параметр, тем среда «кислее», тем больше она способна к разрушению межмолекулярных связей, к окислению молекул; и наоборот: чем ниже ОВП, тем выше ее восстановительная способность [16, 17]. В полученном водном экстракте травы чабреца показатель pH находился в диапазоне 5,71 до 5,69, что соответствовало показателю ОВП 318,60 мВ, что является достаточным для проявления восстановительных свойств данного экстракта.

Между тем стоит обратить внимание на то, что исследуемые водные экстракты травы чабреца представляют собой довольно сложную многокомпонентную систему, в которой наряду с дубильными веществами, присутствуют различные полифенолы, в том числе и

флавоноиды, анализ влияния которых на ОВП не проводился, тем не менее, исходя из данных, представленных на рисунке 3, можно утверждать, что существенный вклад в общую антиоксидантную активность водных экстрактов травы чабреца вносят дубильные вещества [15, 16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, обобщая полученные данные, установлены оптимальные технологические режимы процесса водной экстракции травы чабреца, обеспечивающие максимальный переход дубильных веществ в раствор, а также высокие значения ОВП: соотношение растительного сырья и экстрагента (гидромодуль 1:10), а также продолжительность процесса экстракции 60 минут при постоянной температуре 80 °С. Также исследование влияния параметров экстракции при изучении окислительно-восстановительного потенциала показало, что результаты хорошо коррелируют с данными, по содержанию дубильных веществ в экстрактах травы чабреца.

Научно-исследовательская работа выполнялась в рамках Государственной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность», 2021-2025 годы (подпрограмма «Продовольственная безопасность» ГЗ 24-03) на тему «Исследование возможности получения сиропов с повышенными антиоксидантными свойствами из местного растительного сырья».

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Мистратова, Н. А. Анализ зарубежного опыта производства и реализации органической продукции сельского хозяйства / Н. А. Мистратова, А. В. Коломейцев, М. А. Янова // Вестник КрасГАУ. – 2018. – Т. 137, № 2. – С. 162–165.
- 2 Моисеева, М. В. Напитки на основе овощного сырья / М. В. Моисеева, М. К. Алтуньян [Электронный ресурс] // Молодой ученый. – 2013. – № 4. – С. 86–88. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/52/6715/>
- 3 Зенков, Н. К. Окислительный стресс: Биохимический и патофизиологический аспекты / Н. К. Зенков, В. З. Ланкин, Е. Б. Меньщикова. – М., 2001. – 343 с.
- 4 Прида, А. И. Природные антиоксиданты полифенольной природы (антирадикальные свойства и перспективы использования) / А. И. Прида, Р. И. Иванова // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2004, №2. – С. 76–78.
- 5 Яшин, А. Я. Определения содержания природных антиоксидантов в пищевых продуктах и БАДах / А. Я. Яшин, Н. И. Черноусова // Пищевая промышленность. – 2007. №5. С. 28–30.
- 6 Азарова, О. В., Флавоноиды: механизм противовоспалительного действия / О. В. Азарова, Л. П. Галактионова // Химия растительного сырья. – 2012. – № 4. – С. 61–78.
- 7 Ушакова, А. А. Разработка технологий фитокомпозиций и соусов-приправ с биологически активными веществами пряно-ароматических растений дис. ...канд. тех. наук / А. А. Ушакова – Санкт-Петербург, 2014. – 126 с.
- 8 Хасанова, С. Р. Экспериментально-теоретическое обоснование создания и стандартизации лекарственных растительных препаратов с антиоксидантной активностью дис. ...докт. фарм. наук / С. Р. Хасанова. – Самара, 2016. – 126 с.
- 9 Зибарева, Л. Н. Фитохимия. Соединения полифенольного комплекса / Л. Н. Зибарева – И.: Томский государственный университет, 2022. – 63 с.
10. Замбулаева, Н. Д. Исследование антиоксидантных и антимикробных свойств биопротекторов из отходов соковых производств как ингредиентов для обогащения продуктов питания / Н. Д. Замбулаева, С. Д. Жамсаранова // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2018. – Т. 8, № 1. – С. 51–58.
- 11 Skhalyakhov, A. A. Phenolic Compounds and Antioxidant Potential of Wild-Growing Plant Materials of the North Caucasus Region / A. A. Skhalyakhov, H. R. Siyukhov, Z. T. Tazova, L. V. Lunina // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). – 2019. – № 2. – P. 2249–8958.
- 12 Государственная Фармакопея Российской Федерации – 12-е изд. / «Издательство «Научный центр экспертизы средств медицинского применения», 2008. – 707 с.
- 13 Прилуцкий, В. И. Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) для характеристики противоокислительной активности различных напитков и витаминных комплексов // Первый международный симпозиум, «Электрохимическая активация в медицине, сельском хозяйстве, промышленности». – М., 1997.
- 14 Дымова, А. Ю. Здоровые функциональные напитки / А. Ю. Дымова // Пиво и напитки. – 2001. – № 4. –

С. 56–60.

15. Лапин, А. А. Антиоксидантные свойства продуктов растительного происхождения / А. А. Лапин, М. Ф. Борисенков, А. П. Карманов [и др.] // Химия растительного сырья. 2007. № 2. С. 79–83.

16 Применение воды с отрицательным окислительно-восстановительным потенциалом меньше нуля в качестве основы гелей для биологически активных добавок в виде геля: пат. RU 2568588C2 / В. А. Баранов, А. С. Меркулов. – Опубл. 20.11.2015.

17 Шелегова, Н. А. Приоритеты в моделировании специализированных напитков для больных сахарным диабетом / Н. А. Шелегова, О. Ю. Гурская // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение: сб. науч. тр. – И.: Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж, 2022. – С. 215–218.

Поступила в редакцию 26.12.2024 г.

ОБ АВТОРАХ:

Назарова Юлия Станиславовна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: juliya.nazarova2015@yandex.ru.

Волкова Светлана Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: svetlana08@mail.ru.

Саманкова Наталья Викторовна – кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения непродовольственных товаров, Белорусский государственный экономический университет, e-mail: samankova@list.ru.

Харитоновна Алина Сергеевна – студент, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: mh121639@yandex.ru.

ABOUT AUTHORS:

Nazarova Yulia S. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Production Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: juliya.nazarova2015@yandex.ru.

Volkova Svetlana V. – Candidate of technical sciences, associate professor of the department of food production technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: svetlana08@mail.ru.

Samankova Natalya V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Commodity Science of Non-food Products, Belarusian State Economic University, e-mail: samankova@list.ru.

Haritonova Alina S. – student, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: mh121639@yandex.ru.

УДК 664.6:664.696

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ РЕЦЕПТУРНЫХ СОСТАВОВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МУЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ПРИ НАРУШЕНИЯХ БЕЛКОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

М. Н. Василевская, Е. Ф. Тихонович

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. Расширение ассортимента мучных безглютеновых продуктов отечественного производства является актуальной задачей, что определило цель исследования. Вместе с тем не решена проблема рационального выбора мучного сырья и других рецептурных ингредиентов для обеспечения заданных потребительских свойств и целевого назначения такой продукции. Общая научная задача – обоснование выбора отдельных видов безглютеновой муки и мучных смесей, пищевых структурообразующих добавок для изготовления различных групп специализированных мучных продуктов.

Материалы и методы. 12 образцов мучных смесей из рисовой, гречневой, кукурузной муки, 6 видов структурообразующих ингредиентов. Общепринятые методы. Структурно-механические свойства – анализатор Mixolab, ротационный вискозиметр HAAKEViscotester 6/7plus.

Результаты. Для получения безглютеновых мучных продуктов разных ассортиментных групп обоснованы рекомендации по использованию мучных смесей в зависимости от их водопоглотительной способности. Рекомендованы виды структурообразующих ингредиентов для обеспечения заданных потребительских свойств готовой продукции в зависимости от ассортимента разрабатываемой продукции и используемых технологий.

Заключение. Разработанные рекомендации позволяют расширить на продовольственном рынке республики ассортимент безглютеновых мучных продуктов в виде хлебобулочных изделий, пряничных изделий, хлебных палочек, сахарного печенья с заданными потребительскими свойствами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: безглютеновая мука; структурообразующие ингредиенты; технологические свойства; функциональные свойства; характеристики процесса; водопоглотительная способность; стабильность теста; продолжительность образования теста; эффективная вязкость; целевое назначение.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Василевская, М. Н. Технологические аспекты конструирования рецептурных составов специализированных мучных продуктов питания при нарушениях белковой составляющей обмена веществ / М. Н. Василевская, Е. Ф. Тихонович // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2024. – № 2(37). – С.44–57.

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF FORMULATING RECIPES OF SPECIALISED FLOUR-BASED FOOD PRODUCTS IN CASES OF PROTEIN METABOLISM DISORDERS

M. N. Vasileuskaya, A. F. Tsikhanovich

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Mogilev, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. Expanding the range of gluten-free flour food products is a significant concern for the food industry, which has defined the objective of this research. However, the issue of rational selection of flour raw materials and other recipe ingredients to ensure the desired consumer properties and intended purpose of such products remains unresolved. The primary scientific goal is to provide a rationale for selecting specific types of gluten-free flour and flour mixtures, as well as food structuring additives, to produce various groups of specialized flour products.

Materials and methods. A total of 12 samples of flour mixtures made from rice, buckwheat, and corn flours

were analyzed alongside 6 types of structuring ingredients. Standard methods were employed for analysis. The structural-mechanical properties were assessed using an analyzer Mixolab, and a rotational viscometer HAAKEV 6/7plus.

Results. Recommendations for utilizing flour mixtures based on their water absorption capacity have been validated for the production of gluten-free flour products across different product categories. Additionally, specific types of structuring ingredients have been proposed to ensure the desired consumer properties of the finished products, depending on the assortments of developed items and the technology employed.

Conclusions. The developed recommendations enable the expansion of the range of gluten-free flour products available in the food market of the republic. These products include baked goods, gingerbread items, breadsticks, and sugar cookies with given consumer properties.

KEY WORDS: *gluten-free flour; structuring ingredients; technological properties; functional properties; process characteristics; water absorption capacity; dough stability; dough formation time; effective viscosity; intended purpose.*

FOR CITATION: Vasilevskaya, M. N. Technological aspects of formulating recipes of specialized flour-based food products in cases of protein metabolism disorder / M. N. Vasilevskaya, A. F. Tsikhanovich // Bulletin of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2024. – №. 2(37). – P. 44–57.

ВВЕДЕНИЕ

Разработка и производство специализированных пищевых продуктов, в частности диетического лечебного и диетического профилактического назначения, имеет устойчивую тенденцию к постоянному росту. Это связано, с одной стороны, с повышением уровня заболеваемости населения, а с другой – желанием людей вести здоровый образ жизни и функционально правильно формировать свой рацион питания, а также модными течениями в области питания. Одним из наиболее широко представленных видов специализированных продуктов являются продукты питания, предназначенные для больных с нарушениями белковой составляющей обмена веществ, главным образом, глютеновой энтеропатии (целиакии), а также имеющих аллергическую реакцию на глютен. Учитывая то, что при этих заболеваниях существуют ограничения на содержание в пищевых продуктах белков некоторых злаковых культур, образующих глютен, внимание разработчиков и производителей безглютеновой продукции в значительной степени сосредоточено на мучных продуктах питания.

Основоположником проектирования различных пищевых продуктов является академик АМН СССР А.А. Покровский, который одним из первых изложил принципы аглютеновой диеты [1–4]. В настоящее время проблему разработки безглютеновых продуктов питания решают ученые различных стран, для чего проводятся исследования по разработке рецептов безглютеновых хлебобулочных, мучных кондитерских и кулинарных изделий [5–13].

Анализ существующей научной информации показывает, что проектирование специализированных продуктов питания в сегменте безглютеновых изделий должно основываться на следующих принципах:

- соответствие химического состава проектируемого продукта заданным требованиям с учетом особенностей категорий населения, для которых он предназначен;
- обеспечение высокой пищевой ценности конструируемого продукта;
- обеспечение получения полуфабрикатов проектируемого продукта с требуемыми структурно-механическими свойствами, обуславливающих их адекватное поведение в технологическом процессе производства;
- обеспечение получения готового продукта в соответствии с его видом и присущими ему свойствами, с хорошими потребительскими характеристиками.

Основным направлением проектирования специализированных, в т.ч. мучных

безглютеновых продуктов в настоящее время является конструирование рецептурного состава на основе природного безглютенового сырья растительного происхождения [14–16]. Химический состав пищевых продуктов, содержание в нем физиологически необходимых компонентов или отсутствие нежелательных веществ, свойства, присущие полуфабрикатам и готовым продуктам, а также характеристика их качества обусловлены, главным образом, химическим составом используемого мучного сырья. Реализация приведенных выше принципов проектирования в значительной степени зависит также от вида и химического состава дополнительного сырья, рецептурного состава и технологических особенностей используемых пищевых добавок, кроме того, свойства тестовых полуфабрикатов и их поведение при ведении технологического процесса зачастую обусловлены используемыми технологическими приемами и параметрами приготовления полуфабрикатов.

Выше указывалось, что в составе безглютеновых пищевых продуктов ограничивается содержание белков, образующих глютен, и это исключает использование для их производства муки таких злаковых культур, как пшеница, рожь, тритикале, ячмень и, по некоторым данным, овес. В связи с этим на практике для изготовления безглютеновых мучных пищевых продуктов наиболее часто применяют рисовую и кукурузную муку, несколько реже – гречневую и муку сорго, а также различные нативные крахмалы. Предлагаемое сырье характеризуется отсутствием глютеносодержащих фракций белка (клейковины) и высоким содержанием крахмала, что в свою очередь обуславливает невысокую пищевую ценность изготавливаемых из них продуктов. Для повышения этого показателя рекомендуется расширять состав используемых нетрадиционных видов муки, также целесообразным является использование смесей различных видов муки. В литературе имеются сведения о возможности использования для безглютеновых мучных продуктов смесей с дозировками муки псевдозлаковых, бобовых, масличных и других культур [12–16].

Вторым существенным недостатком рассматриваемого сегмента мучных пищевых продуктов является отсутствие в используемом безглютеновом сырье структурообразующего компонента, функцию которого в традиционной продукции из пшеничной муки выполняет глютен. Отсутствие глютена в таком сырье обуславливает недостаточные структурно-механические свойства тестовых полуфабрикатов, иногда делая невозможным разделку и формовку тестовых заготовок, что приводит к ухудшению показателей качества готовых изделий, например, получению хлеба с липким, недостаточно пористым мякишем, печенья – с низкой прочностью и др. В связи с этим важной задачей пищевой инженерии является конструирование рецептурных составов безглютеновых мучных продуктов с учетом обеспечения необходимых структурно-механических свойств, обуславливающих требуемое поведение полуфабрикатов в технологическом процессе, следствием чего будут хорошие потребительские свойства готовой продукции. Эта задача решается путем использования в рецептурах мучных безглютеновых продуктов различных видов муки с высоким содержанием некрахмальных полисахаридов и применения специальных технологических приемов, обеспечивающих клейстеризацию крахмала мучного сырья для придания полуфабрикатам структурообразующих свойств или, что наиболее эффективно, – использование специальных пищевых добавок, являющихся различными высокомолекулярными полисахаридами и выполняющими структурообразующую функцию [17–20].

Необходимо отметить, что представленные в литературе данные по разработке безглютеновых мучных изделий представляют собой в основном отдельные исследования, не позволяющие провести комплексную оценку технологических свойств безглютенового сырья – и муки, и структурообразователей. Предполагается, что установление технологических свойств безглютенового мучного сырья, функциональных особенностей структурообразующих компонентов позволит прогнозировать их поведение в такой структурированной дисперсной системе, которой являются тестовые полуфабрикаты для

мучных продуктов. Это, в свою очередь, обусловит определение оптимального соотношения муки и структурообразующих ингредиентов в рецептурных составах разрабатываемой продукции с позиции требуемых структурно-механических свойств теста и хороших потребительских свойств готовой продукции.

Объект исследований – безглютеновые виды муки и их смеси, структурообразующие ингредиенты.

Предмет исследований – технологические свойства безглютеновых видов муки и их смесей, функциональные свойства структурообразующих ингредиентов.

Цель исследования – расширение ассортимента мучных безглютеновых продуктов отечественного производства.

Общая научная задача – обоснование выбора отдельных видов мучных безглютеновых смесей, структурообразующих ингредиентов для изготовления различных групп безглютеновых мучных продуктов питания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в научно-исследовательской лаборатории кафедры технологии хлебопродуктов, с привлечением специалистов и оборудования научной отраслевой лаборатории зерновых продуктов и лаборатории кафедры технологии молока и молочных продуктов учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

В качестве опытных образцов безглютеновой муки использовали следующие виды такой муки, изготовленные ООО «Гарнец» (Российская Федерация), и представленные в торговых объектах Республики Беларусь: рисовую муку (далее Р); гречневую муку (далее Г); кукурузную муку (далее К). Из указанных видов муки составили двенадцать образцов смесей. Основным компонентом смеси являлась рисовая мука, ее количество в смесях изменялось от 70 до 100 %. Содержание в смеси кукурузной муки варьировало от 5 до 30 %, гречневой муки – от 5 до 15 % относительно общего количества муки в смеси. В качестве контрольных образцов при определении технологических свойств разных видов безглютеновой муки и их смесей использовали муку пшеничную марки М 54-28 (изготовитель ОАО «Лидахлебопродукт») и муку ржаную сеяную (изготовитель ОАО «Минский комбинат хлебопродуктов»).

В качестве опытных образцов структурообразующих ингредиентов применяли следующие: ксантановая камедь (далее ксантан, изготовитель ООО «Здоровая страна», Российская Федерация); гуаровая камедь (далее гуар, изготовитель ООО «Здоровая страна», Российская Федерация); псиллиум (изготовитель ООО «БИОМЕД», Российская Федерация); картофельная клетчатка (изготовитель ООО «POLARTEX», Российская Федерация); крахмал холодного набухания (далее КХН, изготовитель «Cargill», Нидерланды); кукурузный экструзионный крахмал (далее КЭК, изготовитель ООО «Звягинский крахмальный завод», Российская Федерация).

Технологические свойства безглютеновых видов муки и их смесей исследовали на анализаторе Mixolab фирмы Chopin Technologies (Франция). Прибор позволяет в процессе одного анализа осуществить комплексную оценку показателей качества муки, которые зависят как от содержания и свойств белка, так и от свойств крахмала. Метод основан на постоянной регистрации изменения момента силы на приводе месильных лопастей в процессе замеса теста при заданных в приборе 5 интервалов температур, что позволяет объективно оценить поведение муки на всех стадиях технологического процесса производства мучных продуктов. Для анализа образцов пшеничной и ржаной муки использовали протокол ChopinWheat+, для анализа рисовой муки и смесей на ее основе использовали протокол ChopinRice, что обусловлено различиями поведения исследуемых видов муки вследствие их химического состава и предусмотрено инструкцией к прибору.

Функциональные свойства пищевых структурообразующих добавок устанавливали с помощью ротационного вискозиметра HAAKEViscotester 6/7plus. Для определения эффективной вязкости водных растворов структурообразующих добавок использовали ротор L4. Градиент скорости сдвига варьировался в соответствии с техническими характеристиками прибора и изменялся в диапазоне от 0,3 до 200 с⁻¹. Температура растворов при проведении исследований составляла (20±2) °С. Разведение для каждого исследуемого структурообразующего ингредиента подбиралось индивидуально с учетом его способности образовывать систему с консистенцией, необходимой для определения показателя эффективной вязкости в данных условиях эксперимента. Для ксантановой и гуаровой камеди принимали разведение в диапазоне от 20 до 50, для псиллиума – от 10 до 40, для остальных структурообразователей от 5 до 20. Исследования проводились в повторностях, обеспечивающих получение статистически значимых экспериментальных результатов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ имеющихся в литературе данных об использовании нетрадиционных видов муки и нативных крахмалов при разработке различных групп специализированной мучной продукции, предназначенной для потребителей, страдающих нарушением белковой составляющей обмена веществ, в частности целиакией и аллергической реакцией на глютен, позволил определить наиболее часто используемые виды муки и нативные крахмалы, а также диапазоны варьирования их содержания в рецептурах таких изделий [6–16]. Авторами проведенных исследований также были учтены и систематизированы результаты анализа химического состава, показателей качества и технологических свойств рассматриваемых в работе видов муки и нативных крахмалов [21–23]. Следует отметить, что предлагаемые виды и дозировки муки и нативных крахмалов обусловлены технологическими аспектами ведения производственного процесса изготовления хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, а также необходимостью обеспечения требуемых потребительских характеристик разрабатываемой продукции, аналогичных традиционным изделиям. Наиболее часто используемые виды муки и нативных крахмалов, а также рекомендуемые дозировки мучного сырья в рецептурах специализированных мучных продуктов представлены на рисунке 1.

Очевидно, что специализированные безглютеновые мучные продукты могут изготавливаться как из одного вида муки или нативных крахмалов, так и из их смесей. В основном рецептуры таких изделий разрабатывают на основе рисовой муки, количество которой колеблется в пределах от 50 до 100 % к общему содержанию мучного сырья. В меньшей степени в рецептурах безглютеновых мучных продуктов используется мука сорго и нативные крахмалы, содержание которых составляет от 60 до 100 % и от 50 до 100 % соответственно. Дозировки кукурузной муки значительно меньше – от 15 до 60 %, количество гречневой муки и муки масличных культур не превышает соответственно 20 и 25 % в общей массе мучного сырья. Данные, приведенные на рисунке 1, также показывают, что применение одного вида муки (рисовой) возможно при изготовлении как хлебобулочных, так и мучных кондитерских изделий. Использование 100 % муки сорго и нативных крахмалов предлагается только для печенья.

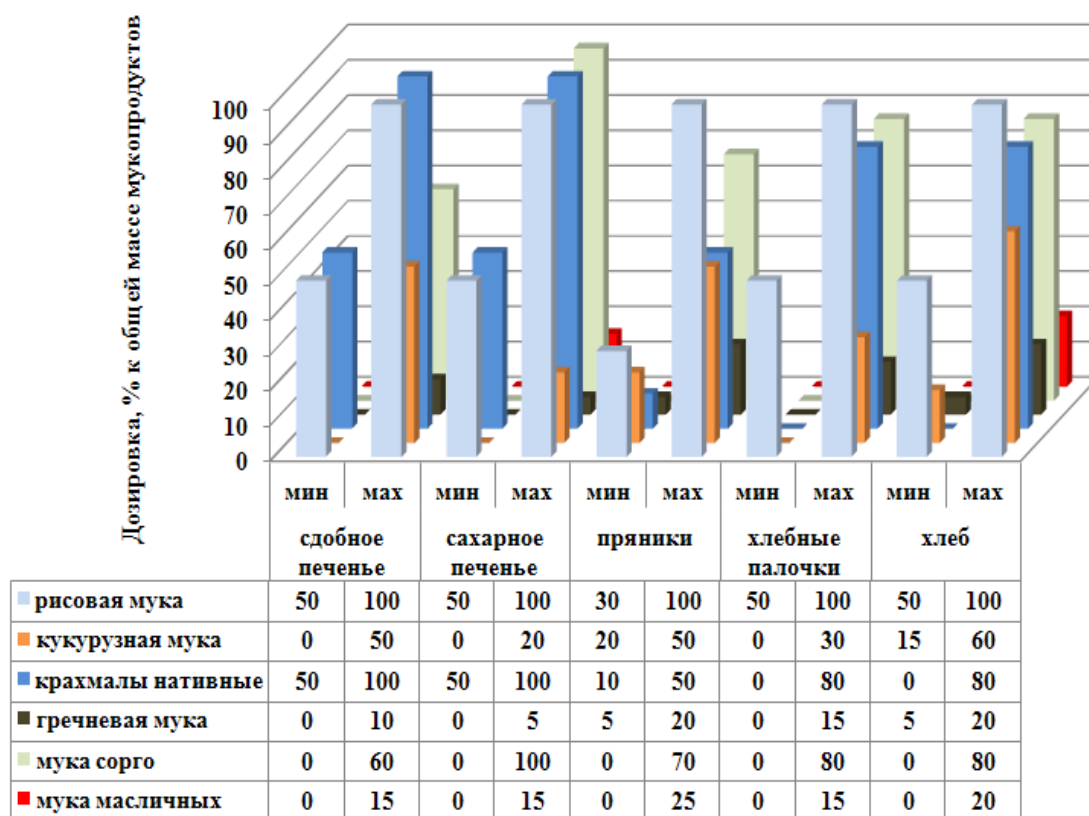


Рис. 1. Виды и дозировки муки и нативных крахмалов в рецептурах специализированных мучных продуктов

Fig. 1. Types and dosages of flour and native starches in recipes for specialized flour products

Выше показано, что в настоящее время в большинстве рецептов безглютеновых мучных продуктов в качестве мучного сырья применяются смеси разных безглютеновых видов муки. Комбинирование различных видов муки и нативных крахмалов при разработке специализированных мучных продуктов целесообразно как с позиции корректного ведения технологического процесса, так и с позиции обеспечения оптимальных потребительских характеристик разрабатываемой продукции, в том числе с точки зрения вкуса, и возможности повышения пищевой ценности готовых изделий.

При проведении настоящих исследований были составлены смеси из наиболее часто используемых при производстве безглютеновой продукции видов муки с учетом дозировок, представленных на рисунке 1. При составлении смесей в качестве основы (70–100 %) использовали рисовую муку, так как ее количество в рецептурах специализированных мучных продуктов максимально и может составлять до 100 % от общей массы мукопродуктов. Применяли также гречневую и кукурузную муку в дозировках от 0 до 15 % и от 0 до 30 % соответственно. Образцы и количественное содержание рецептурных компонентов в составленных смесях представлены в таблице 1. Полученные мучные смеси анализировали на приборе Mixolab с целью комплексного исследования их технологических свойств и прогнозирования поведения при приготовлении тестовых полуфабрикатов для мучных продуктов и оценки параметров процесса приготовления теста [23]. Миксограммы и характеристики процесса приготовления тестовых полуфабрикатов, полученные на приборе Mixolab при исследовании мучных смесей в сравнении с традиционными видами муки, представлены на рисунке 2 и в таблице 2.

Табл. 1. Образцы и количественное содержание рецептурных компонентов в мучных смесях

Table 1. Samples and quantitative content of recipe components in flour mixtures

Образец смеси	Вид и дозировка муки, % к общей массе муки		
	рисовая (Р)	гречневая (Г)	кукурузная (К)
P100	100	—	—
P90K10	90	—	10
P10Г10	90	10	—
P90Г5К5	90	5	5
P80K20	80	—	20
P80Г5К15	80	5	15
P80Г10К10	80	10	10
P80Г15К5	80	15	5
P70K30	70	—	30
P70Г5К25	70	5	25
P70Г15К15	70	15	15
P70Г10К20	70	10	20

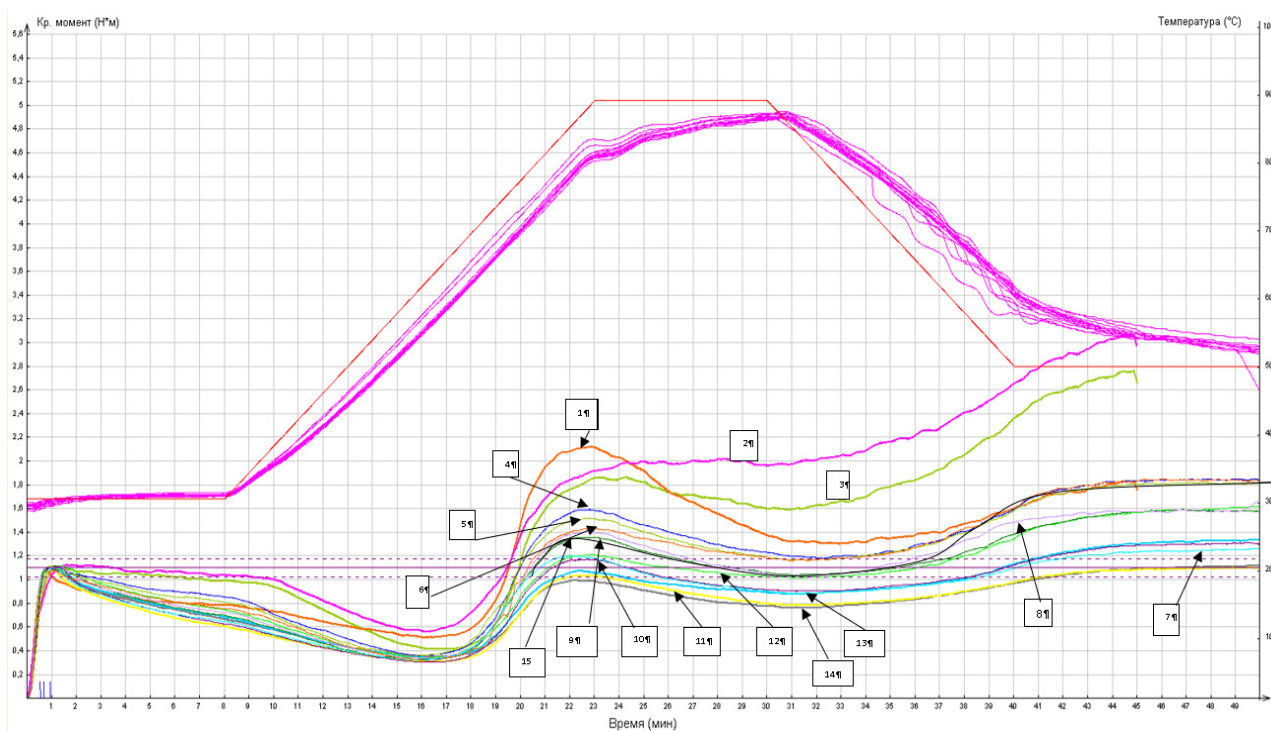


Рис. 2. Миксограммы мучных смесей и традиционных видов муки, полученные на приборе Mixolab:

1 – ржаная сеяная мука; 2 – мука пшеничная высший сорт; 3 – мука пшеничная 1 сорт; 4 – рисовая мука P100; 5 – смесь P90 K10; 6 – смесь P80 K20; 7 – смесь P90 K10; 8 – смесь P90 Г5 К 5; 9 – смесь P80 Г5 К15; 10 – смесь P80 Г10 К10; 11 – смесь P80 Г15 К5; 12 – смесь P70 Г5 К25; 13 – смесь P70 Г10 К20; 14 – смесь P70 Г15 К15; 15 – смесь P70 K30

Fig. 2. Mixograms of flour mixtures and traditional types of flour obtained using the Mixolab device:

1 – rye sifted flour; 2 – premium wheat flour; 3 – 1st grade wheat flour; 4 – rice flour P100; 5 – P90 K10 mixture; 6 – P80 K20 mixture; 7 – P90 K10 mixture; 8 – P90 G5 K 5 mixture; 9 – P80 G5 K15 mixture; 10 – P80 G10 K10 mixture; 11 – P80 G15 K5 mixture; 12 – P70 G5 K25 mixture; 13 – P70 G10 K20 mixture; 14 – P70 G15 K15 mixture; 15 – P70 K30 mixture

Табл. 2. Характеристики процесса приготовления тестовых полуфабрикатов, полученные на приборе Mixolab при исследовании мучных смесей в сравнении с традиционными видами муки

Table 2. Characteristics of the process of preparation of dough semi-finished products obtained using the Mixolab device while studying flour mixtures in comparison with traditional types of flour

Образец смеси	Характеристики процесса		
	Водопоглотительная способность, %	Время образования теста, мин	Стабильность теста, мин
Пшеничная мука в с.	59,0	1,60	9,00
Пшеничная мука 1 с.	57,3	1,38	8,00
Ржаная сеяная мука	65,2	0,75	7,80
P100	64,7	0,87	3,30
P90K10	67,7	0,95	2,90
P10Г10	80,3	1,05	1,40
P90Г5K5	75,0	0,97	1,90
P80K20	67,8	1,03	2,60
P80Г5K15	73,4	0,90	2,00
P80Г10K10	79,3	1,15	1,30
P80Г15K5	84,9	1,02	1,20
P70K30	67,0	1,20	2,30
P70Г5K25	71,9	1,28	2,20
P70Г15K15	83,4	1,02	1,40
P70Г10K20	77,8	1,13	1,70

Анализ характеристик процесса приготовления теста из мучных смесей в сравнении с традиционными видами муки показал, что водопоглотительная способность рисовой муки и мучных смесей выше, а время образования теста и его стабильность ниже в сравнении с пшеничной, а также ржаной мукой. Следует отметить, что наименьшие значения характерны для пшеничной муки, что объясняется как химическим составом, так и более высокой температурой клейстеризации и низкой податливостью крахмала в условиях нагревания. Анализ данных, полученных для образцов муки, используемых для производства специализированной продукции, показывает, что рисовая мука характеризуется самой низкой водопоглотительной способностью (64,7 %) и временем образования теста (0,87 мин), однако наибольшей стабильностью теста на стадии его образования (3,3 мин). Введение в мучную смесь кукурузной муки практически не оказывает влияния на ее водопоглотительную способность, однако приводит к увеличению продолжительности образования теста (до 1,2 мин) и снижению времени его стабильности (до 2,3 мин), что, вероятно, обусловлено значительным размером частиц кукурузной муки [21]. Более выраженное увеличение водопоглотительной способности наблюдается при введении в состав смеси гречневой муки (до 80,3 %), что объясняется ее химическим составом, в частности, высоким содержанием растворимых фракций пищевых волокон. Следует отметить, что добавление гречневой муки также способствует более высокой продолжительности образования теста (1,05 мин) в сравнении с рисовой мукой, однако стабильность теста снижается (1,40 мин). При анализе трехкомпонентных смесей проявляется аналогичная тенденция: введение кукурузной муки приводит к увеличению времени образования теста и снижению его стабильности. Увеличение доли гречневой муки в составе трехкомпонентной смеси в еще большей степени способствует отличию рассматриваемых характеристик от значений для рисовой муки и особенно пшеничной муки.

Миксограммы, полученные при исследовании мучных смесей на приборе Mixolab, также показывают характеристики процесса, отражающие поведение образцов на стадиях расщепления белка, активности амилаз, клейстеризации и ретроградации крахмала. Сравнение

данных, полученных для пшеничной муки, с результатами, полученными для исследуемых смесей безглютеновых видов муки, показало отличия всех характеристик процесса, что подтверждает необходимость корректировки технологических режимов производства полуфабрикатов для мучных продуктов с использованием предлагаемых смесей. Кроме того, анализ полученных результатов не выявил значительных отличий между исследуемыми образцами смесей, что позволяет предположить, что процесс брожения тестовых полуфабрикатов, формования тестовых заготовок, а также, возможно, выпечка и хранение готовой продукции, изготовленной на предлагаемых смесях безглютеновых видов муки, не будут иметь существенных различий.

На основании результатов сравнительного анализа характеристик процесса приготовления теста из рисовой муки и смесей на ее основе, полученных на приборе Mixolab, предложены рекомендации по целевому использованию смесей для изготовления различных групп, специализированных мучных пищевых продуктов. Так, при выборе смесей для изготовления хлеба учитывали то, что тесто должно иметь значительную водопоглотительную способность и высокую стабильность, что будет способствовать получению требуемой консистенции как на стадии замеса, так и при формовании и расстойке тестовых заготовок. На основании этого для производства хлебобулочных изделий рекомендовано использовать смеси, характеризующиеся высокой водопоглотительной способностью, достаточной стабильностью теста и, как следствие, более высокой продолжительностью образования теста. В наибольшей степени указанным критериям соответствуют смеси с высоким содержанием гречневой муки – P90Г10, P80Г10K10, P80Г15K5, P70Г15K15 и, возможно, P90Г5K5 и P70Г10K20.

При производстве пряничных изделий требуется получение вязкого и плотного теста, характеризующегося достаточной пластичностью, что достигается применением мучных смесей со средней величиной водопоглотительной способности, стабильность теста при этом может иметь низкие значения, обусловленные невысокой продолжительностью приготовления теста и способом формования тестовых заготовок. Поэтому для этой группы изделий наиболее целесообразно использовать смеси, характеризующиеся средними значениями водопоглотительной способности, продолжительности образования и стабильности теста – P90Г5K5, P80Г5K15, P80Г10K10 и, возможно, P70K30, P70Г5K25, P70Г10K20.

Для производства сахарного печенья, наоборот, требуется обеспечение мягкой, пластичной консистенции теста, для чего необходимо применение мучных смесей с низкой водопоглотительной способностью, при этом стабильность теста может быть невысокой ввиду непродолжительного периода приготовления и разделки теста. В связи с этим для изготовления сахарного и сдобного печенья наиболее целесообразно использовать смеси, характеризующиеся низкой водопоглотительной способностью, продолжительностью образования и стабильностью теста – P100, P90K10, P90Г5K5, P80K20, P80Г5K15, P70K30, P70Г5K25.

При выборе смесей для изготовления хлебных палочек учитывали то, что, несмотря на достаточно высокую влажность теста (36–38 %), в готовом виде палочки представляют собой твердый продукт, характеризующийся определенной хрупкостью, и поэтому подбор мучных смесей осуществляли по тем же критериям, что и для сахарного печенья – невысокая водопоглотительная способность и стабильность теста, и, соответственно, предложены аналогичные мучные смеси.

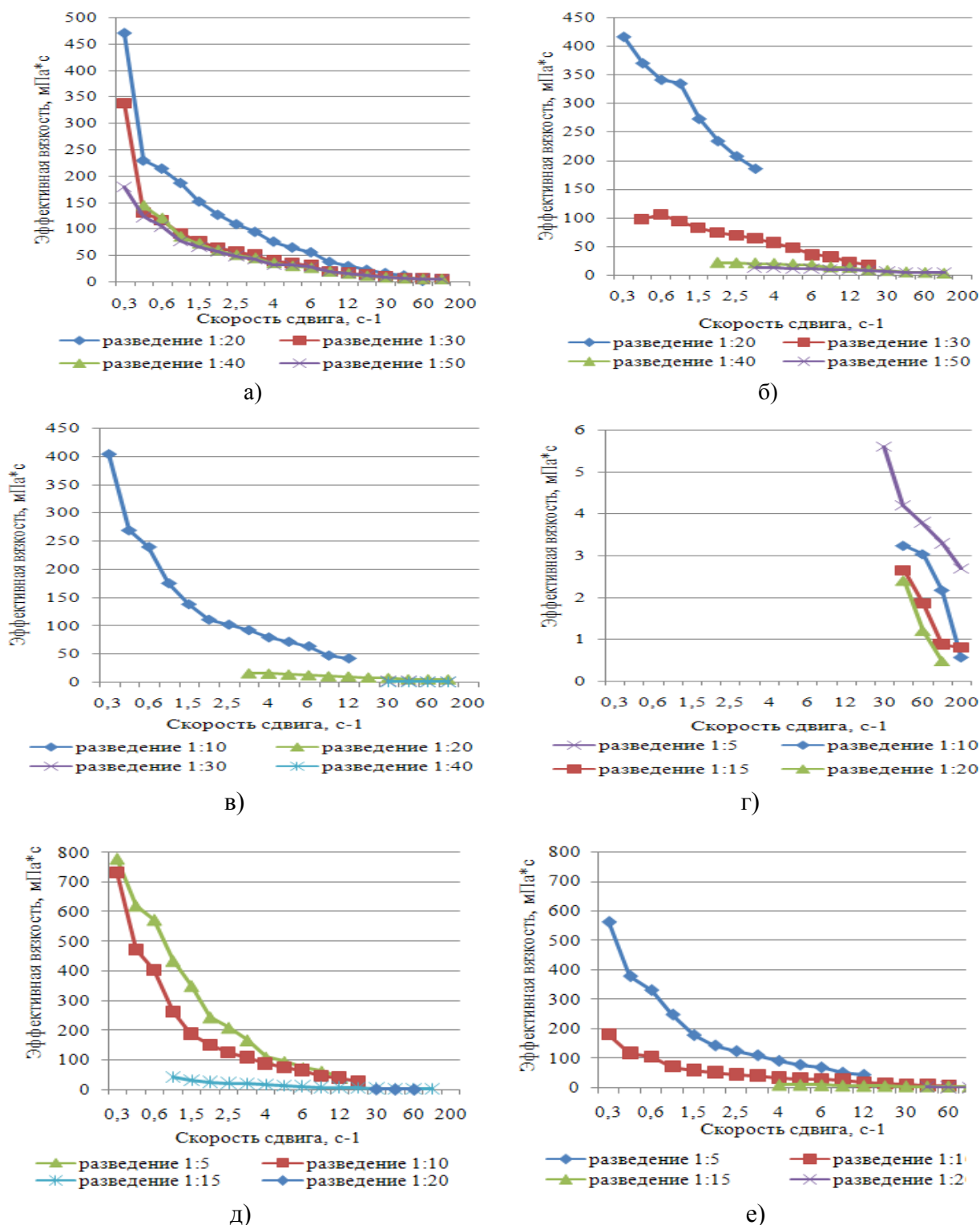
Таким образом, на основе структурно-механических свойств теста, установленных на приборе Mixolab, а также с учетом специфики процесса приготовления тестовых полуфабрикатов и необходимости обеспечения требуемых реологических характеристик тестовых полуфабрикатов и готовой продукции выбрали смеси для приготовления хлеба, хлебных палочек, печенья и пряников. Предположительно, тесто для указанных изделий,

приготовленное на выбранных смесях, будет обладать необходимыми свойствами на стадиях замеса, разделки и формовки тестовых заготовок, что обусловит получение готовой продукции с хорошими потребительскими свойствами. Кроме того, полученные результаты позволяют предположить, что при использовании смесей при приготовлении тестовых полуфабрикатов для рассматриваемых групп мучных продуктов потребуется различное количество воды для получения тестовых полуфабрикатов требуемой консистенции, при этом процесс замеса теста также будет отличаться продолжительностью и, возможно, интенсивностью в сравнении с процессом приготовления изделий из пшеничной муки. Необходимо отметить, что для всех рассматриваемых групп пищевой продукции необходимо обеспечить выравненность гранулометрического состава всех используемых в смесях образцов муки [21].

Как указывалось ранее значительным недостатком безглютеновых мучных пищевых продуктов является отсутствие в безглютеновом сырье структурообразующей составляющей, обеспечивающей структурно-механические свойства полуфабрикатов, необходимые в технологическом процессе их приготовления. Анализ мирового опыта и результаты исследований авторов показывают необходимость применения при производстве рассматриваемой группы специализированных мучных продуктов дополнительных технологических приемов, обеспечивающих структурообразование при приготовлении теста, или введение в разрабатываемые рецептурные составы специальных структурообразующих ингредиентов. Это позволит обеспечить требуемые структурно-механические характеристики тестовых полуфабрикатов, что даст возможность использовать стандартное технологическое оборудование, а также будет способствовать обеспечению требуемого качества готовой продукции.

В литературе имеется информация о различных ингредиентах, обладающих структурообразующими свойствами, которые можно применять при разработке специализированных мучных продуктов, изготавливаемых из муки, характеризующейся отсутствием глютена [12–14, 17]. В настоящих исследованиях использовали ингредиенты, относящиеся к группе гидроколлоидов: модифицированный крахмал холодного набухания, модифицированный крахмал горячего набухания, кукурузный экструзионный крахмал, картофельную клетчатку, псиллиум, ксантановую камедь и гуаровую камедь. Выбор указанных гидроколлоидов обусловлен необходимостью ограничения содержания белка и его отдельных фракций в составе разрабатываемой специализированной продукции. Принцип действия гидроколлоидов в роли структурообразующих ингредиентов заключается в обеспечении коллоидных процессов при образовании дисперсных систем теста по аналогии с процессом набухания клейковины пшеничной муки при приготовлении теста. При этом образуются связанные гелеобразные системы, обладающие вязкостными свойствами.

В работе исследовали функциональные свойства рассматриваемых структурообразующих ингредиентов, для чего определяли эффективную вязкость водных растворов, приготовленных с ранее указанным разведением. Степень разведения для каждого исследуемого структурообразующего ингредиента подбирали экспериментально с учетом его возможности образовывать дисперсную систему, обладающую вязкостью. Следует отметить, что во всех случаях разведение не превышало 50, что обусловлено влажностью тестовых полуфабрикатов для традиционных хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, и как следствие ограниченными возможностями для проявления вязкостных свойств гидроколлоидов. Результаты исследования эффективной вязкости водных растворов структурообразующих ингредиентов с различным гидромодулем представлены на рисунке 3.



а – растворы ксантановой камеди; б – растворы гуаровой камеди; в – растворы псиллиума;
г – растворы картофельной клетчатки; д – растворы КХН; е – растворы КЭК

Рис. 3. Эффективная вязкость водных растворов структурообразующих ингредиентов с различным разведением

a – xanthan gum solutions; b – guar gum solutions; c – psyllium solutions; g – potato fiber solutions;
d – KHN solutions; e – KEC solutions

Fig. 3. Effective viscosity of aqueous solutions of structure-forming ingredients with different dilutions

Анализ данных по изучению эффективной вязкости растворов структурообразующих ингредиентов показал, что наиболее высокими значениями эффективной вязкости на всем диапазоне варьирования скоростей сдвига характеризуются растворы гидроколлоидов из групп камедей и модифицированных крахмалов – от 420 до 730 мПа · с. При этом указанные значения вязкости для растворов камедей получены при разведении 20, а для модифицированных крахмалов – 5. Максимальное значение эффективной вязкости для раствора псиллиума равно 400, а раствора картофельной клетчатки – 5,6 мПа · с, в первом случае разведение составляет 10, во втором – 5. Во всех случаях увеличение содержания воды, так же как и повышение скорости сдвига, способствовало снижению эффективной вязкости исследуемых растворов гидроколлоидов.

Таким образом, различные гидроколлоиды по-разному проявляют свои свойства в похожих условиях. Наибольшей способностью образовывать вязкие растворы при небольшом разведении обладают модифицированные крахмалы; менее вязкие растворы при большем разведении образуют камеди, а также псиллиум, который, вероятно, близок к ним по своим свойствам. Наименее вязкие растворы даже при минимальном разведении образует картофельная клетчатка. Следует отметить, что картофельная клетчатка, имея очень низкие значения показателя эффективной вязкости, не сформирует дисперсную систему с необходимыми структурно-механическими свойствами, что исключает ее использование в качестве структурообразующего ингредиента при производстве безглютеновых мучных продуктов. По этой же причине нецелесообразно использовать в рецептурах таких изделий и очень низкие дозировки остальных предлагаемых гидроколлоидов. При этом необходимо учитывать, что основным условием их применения является наличие в полуфабрикате достаточного количества влаги для обеспечения возможности образования вязкой системы. Следует также учесть тот факт, что при приготовлении тестовых полуфабрикатов мучных продуктов используется достаточно широкий перечень рецептурных компонентов, также участвующих в образовании многофазной гетерогенной системы, наличие и количество которых будет оказывать влияние на функциональные свойства гидроколлоидов и, значит, формирование структурно-механических свойств тестовых полуфабрикатов. Кроме того, необходимо принимать во внимание условия приготовления полуфабрикатов мучных изделий – значение pH среды, температуру, а также другие процессы, протекающие в полуфабрикате, например брожение.

На основании полученных результатов можно предположить, что при приготовлении хлеба, влажность теста которого достаточно велика (46–50 %), дозировка таких структурообразователей как камеди, псиллиум, модифицированные крахмалы должна быть достаточно высокой для обеспечения возможности получения теста с требуемыми структурно-механическими свойствами. При изготовлении хлебных палочек и таких мучных кондитерских изделий, как пряники и, особенно, сахарное печенье, дозировка структурообразователей может быть несколько меньше, так как влажность тестовых полуфабрикатов этих мучных продуктов значительно ниже, а рецептурный состав более разнообразен в сравнении с хлебобулочными изделиями, и структурно-механические свойства будут определяться не только функциональными свойствами структурообразователя, но и свойствами других рецептурных компонентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании полученных результатов обоснован выбор рисовой муки и мучных смесей на ее основе для производства различных групп специализированных мучных продуктов – хлеба, хлебных палочек, пряничных изделий и сахарного печенья. Рекомендовано использование в качестве структурообразующих ингредиентов при изготовлении разрабатываемых специализированных мучных продуктов гуаровой и ксантановой камедей, псиллиума и

модифицированных крахмалов в дозировках, учитывающих используемый диапазон влажности тестовых полуфабрикатов и требуемых потребительских свойств готовой продукции.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования, представленные в статье, проводились в рамках Государственной программы научных исследований «Трансляционная медицина» на 2021–2025 годы, подпрограмма «Экспериментальная медицина», задание «Экспериментальная оценка эффективности комплекса методов, направленных на коррекцию патологических процессов и клинических симптомов социально значимых заболеваний», НИР «Научное обоснование и проектирование пищевых продуктов из растительного сырья для персонализированного питания при нарушениях белковой составляющей обмена веществ».

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Покровский, А. А. Справочник по диетологии / А. А. Покровский, М. А. Самсонов. – М.: Медицина, 1981. – 249 с.
- 2 Юдина, С. Б. Технология продуктов функционального питания / С. Б. Юдина. – М.: ДеЛипринт, 2008. – 280 с.
- 3 Диетология: руководство / под ред. А. Ю. Барановского. – Издательский дом «Питер», 2012. – 894 с.
- 4 Лечебное питание при наследственных нарушениях обмена / Клиническая диетология детского возраста: руководство для врачей // под ред. Т. Э. Боровик, К. С. Ладодо. – М.: Гэотар Медиа, 2015. – С. 425–472.
- 5 Тренды рынка и новые разработки безглютеновой продукции / И. А. Никитин [и др.] // Хлебопродукты. – 2021. – № 3. – С. 21–25.
- 6 Ловкис, З. В. Перспективы применения нативного картофельного крахмала в кондитерской промышленности / З. В. Ловкис, А. И. Ермаков, А. А. Заболотец // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2018. – № 3. – С. 19–30.
- 7 Никитин, И. А. Фрагментарное исследование рынка функциональных продуктов питания из безглютенового сырья / И. А. Никитин, В. Г. Кулаков, Е. С. Коровина, А. И. Пыресева // Хлебопродукты. – 2016. – № 11. – С. 29–31.
- 8 Барсукова, Н. В. Пищевая инженерия: технологии безглютеновых мучных изделий / Н. В. Барсукова, Д. А. Решетников, В. Н. Красильников // Процессы и аппараты пищевых производств. – 2011. – № 1. – С. 51–60.
- 9 Меренкова, С. П. Обоснование применения композиций безглютеновых видов муки в технологии специализированных мучных кондитерских изделий / С. П. Меренкова, В. И. Боган, Д. А. Арапова, Т. Ю. Фомина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые биотехнологии». – 2019. – Т. 7. – № 1. – С. 12–20.
- 10 Рензьева, Т. В. Разработка рецептуры и технологии безглютенового печенья на основе природного растительного сырья / Т. В. Рензьева, А. С. Тубольцева, С. И. Артюшина // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 39. – № 4. – С. 87–92.
- 11 Рензьева, Т. В. Печенье из рисовой муки для специализированного питания / Т. В. Рензьева, М. Е. Бакирова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности. АПК-продукты здорового питания. – 2017. – № 1. – С. 49–55.
- 12 Шнейдер, Д. В. Формирование рецептуры безглютеновых смесей для выпечки / Д. В. Шнейдер // Пищевая промышленность. – 2012. – № 2. – С. 55–57.
- 13 Цыганова, Т. Б. Формирование рецептур для производства безбелковых и безглютеновых продуктов / Т. Б. Цыганова, Д. В. Шнейдер, А. П. Козлов // Хлебопродукты. – 2011. – № 12. – С. 44–46.
- 14 Матвеева, Т. В. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры: монография / Т. В. Матвеева, С. Я. Корякина. – Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2011. – 358 с.
- 15 Семенкина, Н. Г. Моделирование рецептуры безглютеновых пряников с заданными показателями пищевой активности / Н. Г. Семенкина, И. А. Никитин, И. Р. Мираков // Хлебопродукты. – 2018. – № 7. – С. 36–39.
- 16 Никитин, И. А. Разработка рецептур безглютеновых пряников с улучшенными потребительскими свойствами / И. А. Никитин, Н. Г. Семенкина, Г. В. Поснова // Хлебопродукты. – 2018. – № 8. – С. 34–37.
- 17 Аймесон, А. Пищевые загустители, стабилизаторы, гелеобразователи / А. Аймесон (ред. сост.); перев. с англ. д-ра хим. наук С. В. Макарова. – СПб.: ИД «Профессия», 2012. – 408 с.
- 18 Сарафанова, Л. А. Пищевые добавки: энциклопедия. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 688 с.
- 19 Сарафанова Л. А. Применение пищевых добавок. Технические рекомендации. 6-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 200 с.

- 20 Справочник по гидроколлоидам / Ред. Г. О. Филипс, П. А. Вильямс / Пер. с англ. под ред. А. А. Кочетковой, Л. А. Сарафановой. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 536 с.
- 21 Василевская, М. Н. Научное обоснование использования пищевого растительного сырья для производства специализированных мучных пищевых продуктов при патологиях белковой составляющей обмена веществ / М. Н. Василевская, Е. Ф. Тихонович // Вес. Нац. акад. Навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2023. – Т. 61, № 4. – С. 337–352.
- 22 Василевская, М. Н. Обоснование использования пищевого растительного сырья для производства мучных кондитерских изделий для персонализированного питания / М. Н. Василевская, Е. Ф. Тихонович // Техника и технология пищевых производств: материалы XV Юбилейной Междунар. науч.-техн. конф., 19–20 апреля 2023 г., Могилев / Учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2023. – С. 106–107.
- 23 Василевская, М. Н. Исследование технологических свойств нетрадиционного мучного сырья, используемого для производства специализированных мучных пищевых продуктов, на приборе mixolab / М. Н. Василевская // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XXIII Междунар. науч.-практ. конф., (25–26 октября 2023 г.) / под ред. Е. Ю. Егоровой, С. Н. Коневои; Алт. гос. техн. ун-т. им. И.И. Ползунова. – Барнаул: АлтГТУ, 2023. – С. 97–100.

Поступила в редакцию 31.12.2024 г.

ОБ АВТОРАХ:

Марина Николаевна Василевская, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хлебопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: marinaVasilevskaya15@yandex.by.

Елена Федоровна Тихонович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хлебопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: e.tsikhanovich@mail.ru.

ABOUT AUTHORS:

Marina N. Vasileuskaya, Ph. D. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Bread Products Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: marinaVasilevskaya15@yandex.by.

Alena F. Tsikhanovich, Ph. D. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Bread Products Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: e.tsikhanovich@mail.ru.

УДК 639.3.043

ВЛИЯНИЕ ВЛАГОТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ КОМБИКОРМА ДЛЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОРОХОВОЙ МУКИ НА ЕГО БИОЛОГИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ И СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Е. Е. Рыбкина, Ж. В. Кошак

РУП «Институт рыбного хозяйства» Национальной академии наук Беларуси, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. Известно о высокой потребительской ценности комбикормов с гороховой мукой в составе для кормления сельскохозяйственных животных. Цель исследования – расширения ассортимента подобных комбикормов для кормления рыб. Вместе с тем для разработки технологии и рецептур кормов недостаточно научных данных, учитывающих особенности кормления рыб и их потребности в питании. Научная задача – подбор режимов влаготепловой обработки комбикорма для радужной форели с использованием гороховой муки.

Материалы и методы. Образцы комбикорма для форели, полученного на основе рецептуры по ТУ ВУ 100035627.025-2020 методом экструзии с введением в состав гороховой муки. Оценивали влияние влаготепловой обработки комбикорма на биологическую ценность и структурно-механические свойства стандартными методами.

Результаты. С увеличением влажности влаготепловой обработки увеличивается насыпная плотность комбикорма на 16,9 %, оптимальной при этом является влажность 25 и 30 %. При этом снижается крошимость гранул комбикорма в 23,4 раза, твердость гранул комбикорма увеличивается в 2,9 раза. С увеличением температуры влаготепловой обработки до 80 °С уменьшается аминокислотный скор лизина на 33,8 %, метеонина+цистеина – на 87,4 %, фенилаланина+тирозина – на 26,8 %, снижается содержание витамина А на 2,2 %. Повышение температуры влаготепловой обработки не влияет на изменение содержания жирных кислот в комбикорме.

Заключение. Обоснованы режимы влаготепловой обработки комбикорма для радужной форели с использованием гороховой муки, которые позволят получить корма, обладающие хорошей водостойкостью, низкой крошимостью и высокой биологической ценностью.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *форель; комбикорм; твёрдость; разбухаемость; крошимость; насыпная плотность; аминокислоты.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Рыбкина, Е. Е. Влияние влаготепловой обработки комбикорма для радужной форели с использованием гороховой муки на его биологическую ценность и структурно-механические свойства / Е. Е. Рыбкина, Ж. В. Кошак // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2024. – № 2(37). – С. 58–69.

INFLUENCE OF MOISTURE-THERMAL TREATMENT OF COMPOUND FEED FOR RAINBOW TROUT USING PEA FLOUR ON ITS BIOLOGICAL VALUE AND STRUCTURAL-MECHANICAL PROPERTIES

E. E. Rybkina, Zh. V. Koshak

RUE «Institute of Fisheries» of the National Academy of Sciences of Belarus, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. Compound feeds containing pea flour, which are used for feeding farm animals, are recognized for their high nutritional value. The purpose of the study is to expand the range of compound feeds for fish feeding. However, there is a scarcity of scientific data regarding the feeding characteristics of fish and their nutritional needs, which complicates the development of technologies and recipes for these feeds. The scientific task is to select the moisture-thermal treatment regimes for compound feed containing pea flour intended for rainbow trout.

Materials and methods. Samples of compound feed for trout are obtained based on the recipe according to

ТУ BY 100035627.025-2020 using the extrusion method with the addition of pea flour. The influence of moisture-thermal treatment of the compound feed on its biological value and structural-mechanical properties was evaluated using standard methods.

Results. As the humidity of the moisture-thermal treatment increases, the bulk density of the compound feed increases by 16,9 %; with optimal humidity levels being 25 and 30 %. At the same time, the crumbliness of the feed granules decreases by 23,4 times, and the hardness of feed granules increases by 2,9 times. Increasing the temperature of moisture-thermal treatment to 80 °C reduces the amino acid score of lysine by 33,8 %, methionine + cysteine by 87,4 %, and phenylalanine + tyrosine by 26,8 %, while also decreasing the vitamin A content by 2,2 %. Increasing the temperature of moisture-thermal treatment does not affect the fatty acids content in the feed.

Conclusions. The regimes of moisture-thermal treatment of compound feed containing pea flour for rainbow trout have been justified, which will allow for the production of feeds with good water resistance, low crumbliness, and high biological value.

KEY WORDS: *trout; compound feed; hardness; swelling; crumbliness; bulk density; amino acids.*

FOR CITATION: Rybkina, E. E. The influence of moisture-thermal treatment of compound feed for rainbow trout using pea flour on its biological value and structural and mechanical properties / E. E. Rybkina, Zh. V. Koshak // Bulletin of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2024. – № 2(37). – P. 58–69.

ВВЕДЕНИЕ

Форель является одним из наиболее традиционных и распространенных объектов аквакультуры во всем мире. Искусственное разведение форели было начато несколько десятилетий назад, и в настоящее время наблюдается увеличение объемов ее выращивания.

До середины прошлого столетия в мировом форелеводстве применялись лишь пастообразные корма. Несмотря на хорошую результативность использования пастообразных кормов, это являлось сдерживающим фактором интенсивного развития форелеводства [1, 2]. С конца 60-х – в начале 70-х годов прошлого века в западноевропейских странах и Америке появились и быстро распространились сухие гранулированные корма для лососевых и, в частности, для радужной форели заводского производства. Гранулирование, как вид технологической обработки сырья с помощью температуры, влаги и давления, способствует повышению питательной ценности кормов за счёт частичной декстринизации крахмала зерновых компонентов и продуктов их переработки, а также уничтожению до 95 % колоний плесневых грибов [3].

Использование процесса экструдирования стало новым этапом в развитии производства кормов для рыб. Впервые при производстве сухих кормов для рыб процесс экструдирования был использован в начале 1950-х годов. Экструзионная обработка кормовых смесей существенно повышает усвояемость питательных веществ, снижает удельный расход комбикорма на единицу прироста рыб, повышает экономический эффект рыбоводства [4, 5]. Щербиной М. А. и Гамыгиным Е. А. установлено, что положительное влияние на экструзию оказывают множественные разрывы клеточных оболочек – это облегчает обработку содержимого клеток пищеварительными ферментами. В результате клейстеризации и декстринизации изменяется структура крахмала и одновременно происходит декстукция и модификация лигно-целлюлозного комплекса, что в целом приводит к повышению переваримости углеводов. Увеличение переваримости белка связано с его денатурацией и с разрушением ингибиторов протеаз. Минеральные вещества могут переходить в форму, более доступную для рыб. Наблюдается эффект стерилизации и детоксикации корма [6–9].

Важным фактором, влияющим на качество гранул и эффективность процесса экструдирования, является обеспечение требуемых условий проведения влаготепловой обработки в соответствии со свойствами обрабатываемого продукта. Для составления хорошо экструдированной смеси необходимо иметь различные компоненты, делающие корм

эластичным, легко проходимым через отверстия матрицы, повышающие производительность пресса при минимальных затратах электроэнергии и уменьшающие износ матрицы. При этом нужно создать условия экструдирования, способствующие лучшему склеиванию компонентов смеси. На этапе кондиционирования проводится обработка комбикорма паром и водой до достижения его влажности на уровне 16–35 % в зависимости от состава комбикорма, типа экструдера и требуемого качества конечного продукта [10].

Состав комбикормов определяет его коллоидно-пористую структуру. При поглощении влаги коллоиды набухают и видоизменяются. С повышением температуры набухание происходит более интенсивно, при этом повышаются пластические свойства комбикорма. Повышение температуры благоприятствует освобождению жира из жировых клеток компонентов комбикормов, тем самым снижается вязкость жира и увлажняется поверхность комбикорма. Жир равномерно обволакивает теплую и влажную поверхность комбикорма. С повышением температуры и влажности происходит клейстеризация крахмала, переход его в растворимую форму, более доступную для действия ферментов. При пропаривании комбикорма достигается частичный гидролиз крахмала, который является составной частью углеводных компонентов комбикорма, например, зерновых культур. В результате чего образуются декстрины и простые сахара, способствующие сцеплению частиц комбикорма между собой. Поэтому изучение влияния влаготепловой обработки на биологическую ценность и структурно-механические свойства весьма актуально [11–14].

Целью исследований является определение параметров влаготепловой обработки комбикорма, влияющих на его биологическую ценность и структурно-механические свойства.

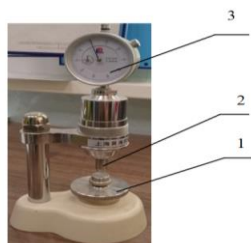
МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служили: комбикорма для форели с вводом в их состав гороховой муки.

Биологическую ценность комбикорма определяли общепринятыми методами: аминокислотный состав сырья проводился по МВИ.МН 1363-2000 «Метод по определению аминокислот в продуктах питания с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии»; жирнокислотный состав по ГОСТ 31663-2012 «Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме» и ГОСТ 31665-2012 «Масла растительные и жиры животные»; содержание витаминов по ГОСТ 7047-55 «Витамины А, С, Д, В₁, В₂ и РР. Отбор проб, методы определения витаминов и испытания качества витаминных препаратов», СТБ EN 12822-2012 «Продукты пищевые. Определение содержания витамина Е методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Измерение количества альфа-, бета-, гамма- и дельта-токоферолов».

Структурно-механические свойства комбикорма определяли: крошимость гранул комбикорма по ГОСТ 28497-2014 «Корма, комбикорма. Метод определения крошимости гранул»; разбухаемость гранул комбикорма по ГОСТ 22834-87 «Комбикорма гранулированные. Общие технические условия»; насыпная плотность по ГОСТ ISO 7971-3-2013. «Зерновые. Определение насыпной плотности, называемой «масса гектолитра».

Твердость гранул определяли при помощи лабораторного твердомера, внешний вид которого представлен на рисунке 1.



1 – поворотный столик для гранул комбикорма; 2 – металлический разрушающий стержень; 3 – динамометр – сжатия

Рис. 1. Твердомер для измерения твердости гранул разрушением

1 – rotary table for feed granules; 2 – metal breaking rod; 3 – compression dynamometer

Fig. 1. Hardness tester for measuring the hardness of granules by destruction

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Состав рецепта комбикорма для радужной форели: мука рыбная, жир рыбий, мука мясокостная, сыворотка молочная сухая, альбумин, мука гороховая, пшеница, мука пшеничная, дрожжи кормовые, глютен кукурузный, шрот соевый, премикс Д-ПК-100, закрепитель гранул СинерджиСорб Лиграфикс, метионин кормовой.

На первоначальном этапе сырье измельчается в дробилке, в которой установлено сито диаметром 1 мм. Чем тоньше помол, тем выше стабильность готового продукта в воде и выше уровень расщепления крахмала.

В процессе проведения исследований режимы влаготепловой обработки были следующие: частота вращения шнека смесителя-кондиционера 1440–1500 об/мин, продолжительность влаготепловой обработки 4 минуты, температура влаготепловой обработки 60, 70, 80 и 90 °С, влажность продукта после влаготепловой обработки 18, 20, 25 и 30 %.

Формирование гранулы при экструдировании происходит с помощью отверстий матрицы диаметром 3 миллиметра, представленной на рисунке 2. На выходе из экструдера находятся ножи, которые устанавливаются на нужную длину – не более двух диаметров гранулы.



Рис. 2. Отверстия матрицы экструдера диаметром 3 миллиметра

Fig. 2. Extruder die holes with a diameter of 3 millimeters

Режим экструдирования: температура рубашки экструдера 90 °С (холодная экструзия), частота вращения шнека экструдера 2400 об/мин. Холодная экструзия (используется ведущими производителями кормов Aller Aqua, Correns) применяется для сохранения биологически активных веществ, при этом как и при гранулировании уничтожается патогенная микрофлора.

После экструдирования осуществляется процесс сушки гранул перед вакуумным напылением жира до влажности не более 12,0 %.

Введение жиров полностью после экструзии обуславливается возможностью оборудования. ОАО «Жабинковский комбикормовый завод» и ЗАО «БНБК» вносят жиры 50 % в смесь, оставшиеся 50 % напыляют на поверхность гранул. Для использования результатов на предприятии 50 % вводимого жира добавляли в смесь перед экструдированием. Далее

гранулы подаются в охладитель для охлаждения воздухом до температуры, не превышающей температуру окружающей среды более чем на 10 °С.

Влияние температуры и влажности влаготепловой обработки на структурно-механические свойства комбикорма оценивалось следующими показателями: насыпная плотность, разбухаемость, крошимость и твердость комбикорма.

На основании полученных данных построена диаграмма изменения значений насыпной плотности от режимов влаготепловой обработки, представленная на рисунке 3.

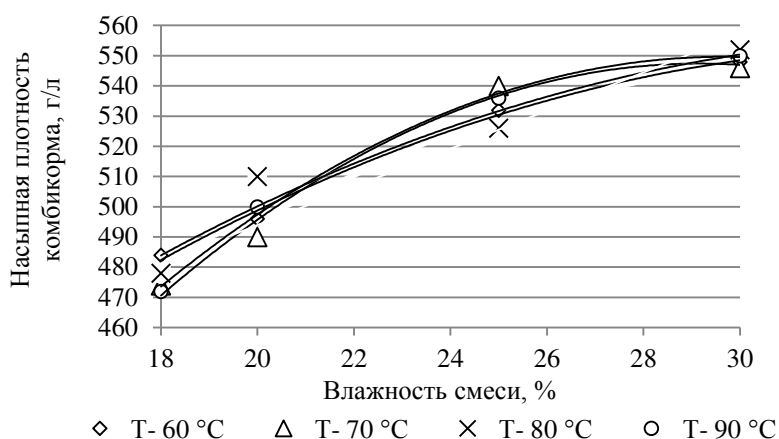


Рис. 3. Диаграмма изменения значений насыпной плотности комбикорма в зависимости от режимов влаготепловой обработки

Fig. 3. Diagram of changes in the bulk density of compound feed depending on the regimes of moisture-heat treatment

Анализируя диаграмму на рисунке 3, было обнаружено, что с увеличением влажности влаготепловой обработки увеличивается насыпная плотность комбикорма на 16,9 %. Влияние температуры влаготепловой обработки на изменение насыпной плотности незначительное.

Получено уравнение регрессии следующего вида:

$$\text{НП} = Aw^2 + Bw + C, \quad (1)$$

где НП – насыпная плотность комбикорма, г/л;

А, В и С – коэффициенты уравнения регрессии, г/ % л;

W – влажность смеси, %.

Коэффициенты уравнения регрессии представлены в таблице 1.

Табл. 1. Коэффициенты уравнения регрессии и коэффициент детерминации

Table 1. Coefficients of the regression equation and the coefficient of determination

Образец	Коэффициент детерминации, R^2	Коэффициенты уравнения регрессии		
		А	В	С
Насыпная плотность (60 °C)	0,995	-0,2713	18,531	236,670
Насыпная плотность (70 °C)	0,986	-0,6174	35,995	22,730
Насыпная плотность (80 °C)	0,942	-0,2570	17,875	245,420
Насыпная плотность (90 °C)	0,997	-0,5597	33,202	57,255

Полученное уравнение регрессии работоспособно, так как коэффициент детерминации $R^2 > 0,7$ [15]. Коэффициент детерминации характеризует степень совпадения экспериментальных данных модельным (рассчитанным по уравнению регрессии). Чем выше значение коэффициента детерминации, тем выше точность значений, рассчитанных по уравнению регрессии.

На рисунке 4 представлена диаграмма изменения значений разбухаемости от режимов влаготепловой обработки.

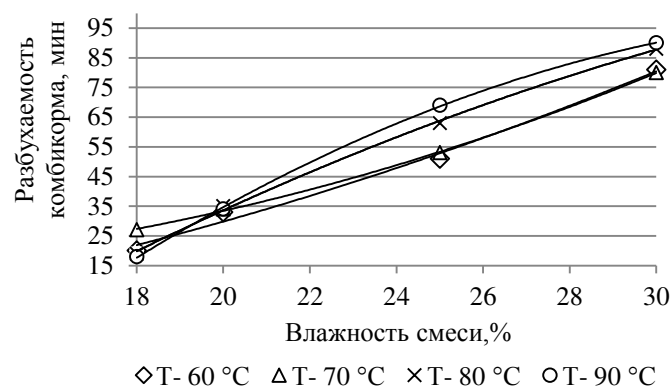


Рис. 4. Диаграмма изменения значений разбухаемости комбикорма в зависимости от режимов влаготепловой обработки

Fig. 4. Diagram of changes in the swelling properties of compound feed depending on the regimes of moisture-heat treatment

Одним из основных технологических показателей качества кормов для рыб является разбухаемость, которая показывает время, в течение которого объем гранул в воде увеличивается вдвое. От этого показателя зависят кормовые потери. Нормативное значение данного показателя должно составлять не менее 30 минут.

График на рисунке 4 показывает, что с увеличением влажности комбикорма увеличивается его разбухаемость в 5 раз.

Получено уравнение регрессии следующего вида:

$$P = Aw^2 + Bw + C, \quad (2)$$

где P – разбухаемость комбикорма, мин;

A , B и C – коэффициенты уравнения регрессии, мин/%

W – влажность смеси, %.

Коэффициенты уравнения регрессии представлены в таблице 2.

Табл. 2. Коэффициенты уравнения регрессии и коэффициент детерминации

Table 2. Coefficients of the regression equation and the coefficient of determination

Образец	Коэффициент детерминации, R^2	Коэффициенты уравнения регрессии		
		A	B	C
Разбухаемость (60 °C)	0,991	0,092	0,435	-15,940
Разбухаемость (70 °C)	0,999	0,123	-2,032	20,640
Разбухаемость (80 °C)	0,998	-0,123	11,600	-148,900
Разбухаемость (90 °C)	0,999	-0,249	17,990	-225,600

Зависимость крошимости гранул комбикорма от режимов влаготепловой обработки представлена на рисунке 5.

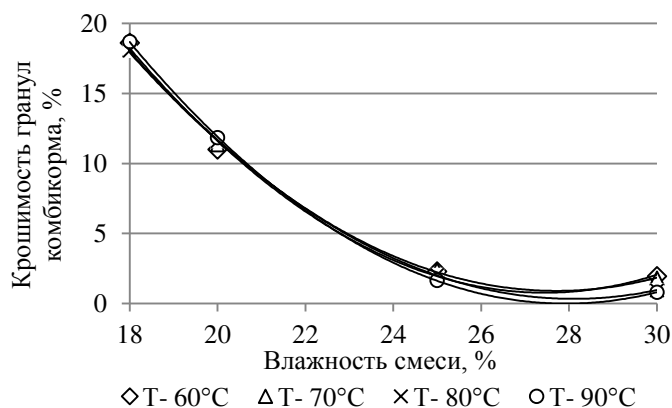


Рис. 5. Диаграмма изменения значений крошимости гранул комбикорма в зависимости от режимов влаготепловой обработки

Fig. 5. Diagram of changes in the crumbling properties of feed granules depending on the regimes of moisture-heat treatment

Механическое воздействие на гранулы испытуемых кормов показало, что с увеличением влажности они имеют более высокую прочность. Повышенная крошимость гранул снижает водостойкость гранул комбикорма, это повышает расход комбикорма при кормлении и, как результат, конечную стоимость рыбы. Нормативные значения крошимости для экструдированных комбикормов для форели составляют не более 3 % [16]. Все комбикорма, которые изготавливались при влажности влаготепловой обработки 25 и 30 % соответствуют нормативному значению крошимости. При увеличении влажности влаготепловой обработки крошимость гранул комбикорма снижается в 23,4 раза.

Получено уравнение регрессии следующего вида:

$$K = Aw^2 - Bw + C, \quad (3)$$

где K – крошимость гранул комбикорма, %;

A , B и C – коэффициенты уравнения регрессии, %

W – влажность смеси, %.

Коэффициенты уравнения регрессии представлены в таблице 3.

Табл. 3. Коэффициенты уравнения регрессии и коэффициент детерминации

Table 3. Coefficients of the regression equation and the coefficient of determination

Образец	Коэффициент детерминации, R^2	Коэффициенты уравнения регрессии		
		A	B	C
Крошимость гранул комбикорма (60 °C)	0,990	0,1957	10,7400	148,16
Крошимость гранул комбикорма (70 °C)	0,990	0,1804	9,9986	139,46
Крошимость гранул комбикорма (80 °C)	0,990	0,1732	9,7351	137,09

Продолжение табл. 3.

Крошимость гранул комбикорма (90 °С)	1,000	0,1894	10,5820	147,76
--------------------------------------	-------	--------	---------	--------

Полученное уравнение регрессии работоспособно, так как коэффициент детерминации $R^2 > 0,7$.

Зависимость твердости гранул комбикорма от режимов влаготепловой обработки представлена на рисунке 6.

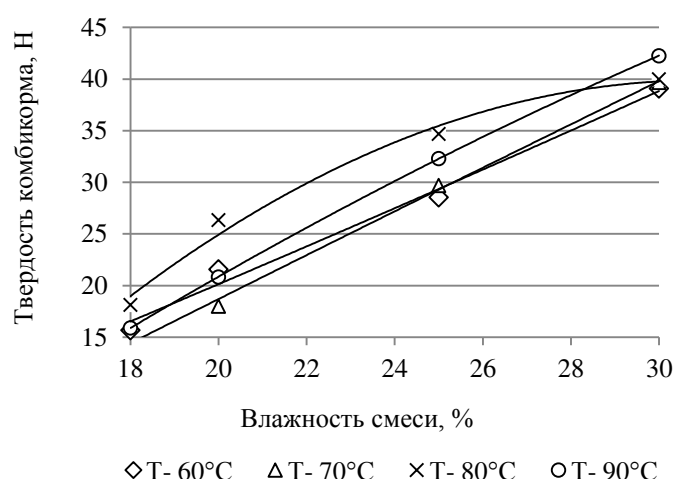


Рис. 6. Диаграмма изменения значений твердости комбикорма в зависимости от режимов влаготепловой обработки

Fig. 6. Diagram of changes in feed hardness values depending on the moisture-heat treatment modes

Анализируя данные рисунка 6 видно, что увеличение влажности влаготепловой обработки приводит к увеличению твердости комбикорма. С повышением температуры и влажности происходит частичный гидролиз крахмала, который является составной частью углеводных компонентов комбикорма. В результате чего образуются декстрины и простые сахара, способствующие сцеплению частиц комбикорма между собой. При увеличении влажности влаготепловой обработки твердость гранул комбикорма увеличивается в 2,9 раза.

Получено уравнение регрессии следующего вида:

$$T = Aw^2 + Bw - C, \quad (4)$$

где T – твердость гранул комбикорма, Н;

A , B и C – коэффициенты уравнения регрессии, Н/°

W – влажность смеси, %.

Коэффициенты уравнения регрессии представлены в таблице 4.

Табл. 4. Коэффициенты уравнения регрессии и коэффициент детерминации

Table 4. Coefficients of the regression equation and the coefficient of determination

Образец	Коэффициент детерминации, R^2	Коэффициенты уравнения регрессии		
		A	B	C
Твердость (60 °С)	0,988	0,005	1,597	13,99
Твердость (70 °С)	0,998	-0,002	2,220	24,84

Продолжение табл. 4.

Твердость (80 °С)	0,987	-0,125	7,732	79,71
Твердость (90 °С)	1,000	-0,028	3,585	39,29

Полученное уравнение регрессии работоспособно, так как коэффициент детерминации $R^2 > 0,7$.

Определены потери аминокислот, жирных кислот и витаминов в комбикормах для форели после влаготепловой обработки. Данные представлены в таблицах 5–7.

Табл. 5. Аминокислотный скор комбикормов для форели после влаготепловой обработки

Table 5. Amino acid score of compound feeds for trout after moisture-thermal treatment

Аминокислота	До влаготепловой обработки	Температура, °С		
		60	70	80
Лизин	85,1	67,2	60,4	56,3
Метионин+цистеин	480,0	460,0	268,5	60,3
Валин	410,4	404,4	338,3	317,8
Фенилаланин+ тирозин	80,0	66,0	61,0	58,6
Лейцин	219,4	211,8	166,1	126,4
Изолейцин	180,0	165,7	113,3	67,2

Белки составляют основу рациона. Они обеспечивают рост и восстановление тканей [17–19]. Физиологически полноценным является корм, в белке которого содержатся незаменимые аминокислоты: лизин, аргинин, метионин, треонин, лейцин, изолейцин, триптофан, гистидин, фенилаланин, валин. К настоящему времени достаточно точно установлена потребность лососевых рыб в незаменимых аминокислотах. Однако в научных исследованиях для балансировки состава кормов, используемых при выращивании рыб разных видов и возрастов, используется традиционный метод Halver J. E. [20].

Установлено, что с увеличением температуры влаготепловой обработки уменьшается аминокислотный скор лизина на 33,8 %, метеоина+цистеина – на 87,4 %, фенилаланина+тирозина – на 26,8 %. Это объясняется тем, что эти аминокислоты являются очень чувствительными к повышению температуры.

Табл. 6. Содержание жирных кислот в комбикормах для форели после влаготепловой обработки

Table 6. Content of fatty acids in compound feeds for trout after moisture-thermal treatment

Жирная кислота	Формула	Содержание ЖК в % от суммы жирных кислот		
		T – 60 °С	T – 70 °С	T – 80 °С
Лауриновая	C12:0	0,1	0,1	0,1
Миристиновая	C14:0	7,2	7,5	7,3
Пентадекановая	C15:0	0,4	0,5	0,5
Пальмитиновая	C16:0	14,2	14,4	14,0
Гептадекановая	C17:0	0,4	0,4	0,4
Стеариновая	C18:0	3,8	2,9	2,8
Арахидовая	C20:0	0,4	0,2	0,2
Бегеновая	C22:0	0,1	0,1	0,1
Трикозановая	C23:0	0,2	0,2	0,2
Миристолеиновая	C14:1	0,1	0,1	0,1
Пальмитолеиновая	C16:1	5,4	5,6	5,4
Гептадеценивая	C17:1	0,3	0,3	0,3

Продолжение табл. 6.

Олеиновая	C18:1	21,9	22,4	22,2
Эйкозеновая	C20:1	10,2	10,3	10,5
Эруковая	C22:1	13,2	12,8	13,5
Нервоновая	C24:1	0,7	0,6	0,6
Линолевая	C18:2 н6	4,4	4,6	4,5
α - Линоленовая	C18:3 н3	1,0	1,0	1,0
Эйкозодиеновая	C20:2 н6	1,9	2,0	1,9
Эйкозатриеновая	C20:3 н6	0,1	0,1	0,2
Эйкозапентаеновая	C20:5 н3	5,3	5,3	5,4
Докозапентаеновая	C22:5 н3	0,5	0,4	0,5
Докозагексаеновая	C22:6 н3	4,2	4,1	4,6

Жиры являются необходимым элементом питания и не могут быть заменены другими равноценными по калорийности веществами. Отмечено, что преобладание в корме жиров с насыщенными жирными кислотами (масляная, лауриновая, пальмитиновая, стеариновая, арахидоновая и др.) приводит к нарушению жирового обмена и способствует ожирению форели. В то же время преобладание ненасыщенных жирных кислот (олеиновая, линоленовая, линолевая) улучшает жировой обмен, обеспечивает нормальный рост [21].

Анализируя данные таблицы 6, можно сделать вывод о том, что температура влаготепловой обработки не влияет на изменение содержания жирных кислот в комбикорме. Пресноводные холоднокровные рыбы в основном нуждаются в н3 кислотах линолевого ряда: линоленовой (C18:3 н3), эйкозапентаеновой (C20:5 н3) и докозагексаеновой (C22:6 н3).

Табл. 7. Содержание витаминов в образцах комбикорма после влаготепловой обработки

Table 7. Content of vitamins in compound feed samples after moisture-thermal treatment

Наименование показателя, единицы измерения	Температура влаготепловой обработки, °С		
	60	70	80
Витамин А, мкг/100 г	71,6	70,2	70,0
Витамин Е, мг/100 г	1,1	1,1	1,1
Витамин В ₁ , мг/100 г	0,03	0,04	0,03
Витамин В ₂ , мг/100 г	0,11	0,11	0,11
Витамин В ₆ , мг/100 г	0,013	0,014	0,013

Анализ данных таблицы 7 показал, что увеличение температуры влаготепловой обработки приводит к снижению витамина А на 2,2 % и не влияет на изменение содержания витаминов Е, В₁, В₂, В₆.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований было изучено влияние влаготепловой обработки комбикорма для радужной форели на его структурно-механические свойства и биологическую ценность, содержащего в своём составе гороховую муку. Были построены диаграммы изменения значений контролируемых показателей, в зависимости от режимов влаготепловой обработки, и установлено, что оптимальный диапазон влажности комбикорма после влаготепловой обработки составляет 25–30 %. Оптимальные значения температуры влаготепловой обработки составляют 60–70 °С.

Исследования проводились в рамках выполнения государственной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность», 2021–2025 годы, подпрограмма «Кормопроизводство» (номер гос. регистрации 20240325) в рамках

задания 4.5 «Изучение и оценка влияния энергопротеинового числа комбикормов на эффективность выращивания радужной форели».

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Питательная ценность стартовых кормов для ценных видов рыб, выращиваемых в индустриальных условиях / В. И. Сидорова, С. Ж. Асылбекова, Н. И. Январева [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2019. – № 3. – С. 97–106.
- 2 Feeding rain bow trout with alipid-enricheddiet: effects on fatty acid sensing, regulation of food intake and cellular signaling pathways / M. LibránPérez et al. // The Journal of Experimental Biology. – 2015. – Vol. 218. – №. 16. – P. 2610–2619.
- 3 Лыткина, Л. И. Особенности гранулирования комбикормов для радужной форели / Л. И. Лыткина, Е. С. Шенцова // Материалы LVI отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2017 год, Воронеж, 27–29 марта 2018 года. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018. – Часть 1. – С. 64.
- 4 Остроумова, И. Н. Биологические основы кормления рыб / И. Н. Остроумова. – СПб.: Изд-во «Лема», 2012. – 564 с.
- 5 Singh, S. K. Effect of feed moisture, extrusion temperature and screw speed on properties of soy white flakes based aquafeed: a response surface analysis / S. K. Singh, K. Muthukumarappan // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2015. – Vol. 96. – №. 6. – P. 2220–2229.
- 6 Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2016. – 304 с.
- 7 Японцев, А. Э. Технологические особенности производства экструдированных кормов для рыб // Изв. Санкт-Петербургского гос. аграрн. ун-та. – 2008. – № 11. – С. 105–107.
- 8 Комник, Г. Путь к повышению рентабельности производства // Комбикорма. – 2007. – № 6. – С.41–42.
- 9 Брылин, А. Передовые технологии обеззараживания кормов // Комбикорма. – 2008. – № 4 – С. 81–82.
- 10 Кириллов, А. Акваорма. Комбикормовые заводы «под ключ». Компания «Технэкс». Комбикорма № 1. – 2015.
- 11 Сидорова, В. И. Разработка новых технологий и техники производства кормов для рыб / В. И. Сидорова, Н. И. Январева // КазНИИ рыбного хозяйства, г. Алматы, Казахстан, 2017.
- 12 Агеец, В. Ю. Проблемы и перспективы производства биологически полноценных комбикормов для рыб в Республике Беларусь / В. Ю. Агеец, Ж. В. Кошак, А. Э. Кошак // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2017. – № 2. – С. 91–99.
- 13 Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию со дня образования РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», Минск, 18–20 октября 2017 г.
- 14 Алексеев, А. П. Аквакультура – вызов времени / А. П. Алексеев // Рыбоводство и рыб. хоз-во. – 2011. – № 7. – С. 3–9.
- 15 Ганак, О. Б. Оптимизация технологических процессов. Сборник для студентов специальности 1-49 01 02 Технология хранения и переработки животного сырья специальности 1-49 01 02 02 Технология молока и молочных продуктов. – Могилев: МГУП, 2018. – 115 с.
- 16 Комбикорма для рыб. Общие технические условия: ГОСТ 10385 – 2014. – Введ. 30.07.14 (с отменой на территории РБ ГОСТ 10385-88). – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2020. – 11 с.
- 17 Боровик, Е. А. Радужная форель / Е. А. Боровик – Минск: Наука и техника, 1969. – 153 с.
- 18 Титарев, Е. Ф. Форелеводство / Е. Ф. Титарев. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 167 с.
- 19 Канидьев, А. Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб / А. Н. Канидьев. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 215 с.
- 20 Halver, J. E. Proteins and Amino Acids. / J. E. Halver // Aquaculture Development and Co-ordination Programme – 1978 – ADCP/REP/80/11 – P. 32–40.
- 21 Маликова, Е. М. Биохимический состав молоди лосося при выращивании на полноценных и авитаминозных кормах / Е. М. Маликова // Тр. Латв. отделения ВНИРО, 1957. – Т. II. – С. 188.

Поступила в редакцию 07.12.2024 г.

ОБ АВТОРАХ:

Кошак Жанна Викторовна – кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией кормов РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», e-mail: Koshak.zn@Gmail.com.

Рыбкина Евгения Евгеньевна – младший научный сотрудник лаборатории кормов, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», e-mail: zenarybkina599@gmail.com.

ABOUT AUTHORS:

Koshak Zhanna Viktorovna – candidate of technical sciences, associate professor, head of the feed laboratory of the RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry», e-mail: Koshak.zn@Gmail.com.

Rybkina Evgeniya Evgenievna – Junior Researcher, Feed Laboratory, RUE «Fish Industry Institute» of the RUE «Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry», e-mail: zenarybkina599@gmail.com.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНО- ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 631.1

ДОСУДЕБНОЕ ОЗДОРОВЛЕНИЕ ПО ДЕЛАМ О НЕСОСТОЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В. В. Мякинская

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

В статье раскрыта роль досудебного оздоровления в развитии организаций Республики Беларусь, проведен экономико-правовой анализ принципов и механизмов применения процедур досудебного оздоровления, предложены направления совершенствования законодательства и практики применения таких процедур.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: досудебное оздоровление; правовой анализ несостоятельности; оздоровление; финансовая устойчивость.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Мякинская, В. В. Досудебное оздоровление по делам о несостоятельности в Республике Беларусь // В. В. Мякинская // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2024. – № 2(37). – С. 70–79.

PRE-TRIAL REHABILITATION IN CASES OF BANKRUPTCY IN THE REPUBLIC OF BELARUS

V. V. Myakinkaya

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

ABSTRACT

The article reveals the role of pre-trial rehabilitation in the development of organizations in the Republic of Belarus, conducts an economic and legal analysis of the principles and mechanisms for implementing pre-trial rehabilitation procedures, and proposes directions for improving legislation and practices related to their integration.

KEY WORDS: pre-trial rehabilitation; legal analysis of bankruptcy; rehabilitation; financial stability.

FOR CITATION: Myakinkaya, V. V. Pre-trial rehabilitation in cases of bankruptcy in the Republic of Belarus // V. V. Myakinkaya // Bulletin of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2024. – №. 2(37). – P. 70–79.

ВВЕДЕНИЕ

Урегулирование неплатежеспособности предприятий является одной из первоочередных задач любого государства. Кроме того, осуществление деятельности субъектов хозяйствования в условиях санкций только усилило внимание государства к «больным» предприятиям, количество которых значительно выросло за последние 5 лет. В своих Посланиях Президент

Республики Беларусь А. Г. Лукашенко неоднократно отмечает о необходимости разработки действенных мер по предупреждению несостоятельности и банкротства.

В настоящее время в Республике Беларусь имеются все предпосылки для создания действенного механизма урегулирования неплатежеспособности предприятий, который будет направлен на недопущение признания должника банкротом в случае обнаружения признаков неплатежеспособности. Важным событием в экономической политике государства стала утрата юридической силы Закона от 13.07.2012 г. N 415-З «Об экономической несостоятельности (банкротстве)» [1] и вступление в силу с 1 октября 2023 года нового Закона Республики Беларусь от 13 декабря 2022 г. № 227-З «Об урегулировании неплатежеспособности» (далее Закон 227-З) [2]. Название Закона 227-З отражает его основную экономическую идею – стимулирование к добровольному и своевременному объявлению субъектами хозяйствования о своей несостоятельности, увеличение возможностей сохранения бизнеса и восстановления платежеспособности, повышение гарантий возврата инвестиций и удовлетворения требований кредиторов.

Реформа законодательства в сфере урегулирования неплатежеспособности предприятий направлена на повышение роли государственных органов в досудебном и судебном оздоровлении предприятий, развитие инструментов восстановления их стабильной работы, своевременность введения санации, продолжение цифровизации процедур и сокращение сроков их осуществления, перевол оборота имущества в электронный формат и совершенствование условий деятельности антикризисных управляющих.

В правоприменительной практике нередко возникают спорные ситуации по отдельным хозяйственным и уголовным делам, обусловленные пробелами в урегулированности отдельных вопросов, связанных с досудебным оздоровлением, что не позволяет выработать действенный алгоритм действий для обеспечения процессуальной законности. Это свидетельствует о необходимости проведения дополнительных исследований и обосновывает актуальность выбранной темы.

Объектом исследования выступает досудебное оздоровление как правовая и экономическая процедура, применяемая к предприятиям (организациям) и индивидуальным предпринимателям, находящимся в сложном финансовом положении.

Предметом исследования являются правовые основы, экономические принципы, механизмы и практика применения процедуры досудебного оздоровления в Республике Беларусь.

Целью исследования является изучение процедуры досудебного оздоровления как экономико-правовой категории, оценка практики ее применения в Республике Беларусь для выработки предложений по совершенствованию законодательства и практики применения процедуры досудебного оздоровления.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методология проведенного исследования основана на системном подходе с использованием таких общенаучных методов, как: наблюдение, сравнение, при этом происходит накопление фактов и их описание, далее применяется обобщение и систематизация данных, их анализ, синтез, логическое исследование собранных фактов, выработка суждений и умозаключений, создаются теоретические обобщения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В соответствии с Законом 227-З под термином «досудебное оздоровление» понимаются меры, принимаемые руководителем юридического лица, собственником имущества унитарного предприятия, учредителями (участниками) юридического лица, государственным органом, в подчинении (составе) которого находится юридическое лицо или который осуществляет управление принадлежащими Республике Беларусь либо ее административно-территориальным единицам акциями (долями в уставном фонде) юридического лица, на основании частного определения суда по обеспечению эффективной хозяйственной (экономи-

ческой) деятельности и восстановлению платежеспособности юридического лица [2, 3]. Досудебное оздоровление нацелено на поддержание стабильной и эффективной хозяйственной деятельности организации, а также на восстановление ее платежеспособности. В указанном процессе участвуют руководители организаций, учредители, кредиторы и государственные органы, а основными шагами являются разработка и реализация плана оздоровления.

Важным преимуществом досудебного оздоровления над банкротством является сохранение юридического лица и восстановление его платежеспособности, которое происходит в условиях сохранения контроля над предприятием и без потери положительной бизнес-репутации на рынке. По данным Департамента по санации и банкротству Министерства экономики Республики Беларусь с 2023 года намечается тенденция к росту активных дел о несостоятельности и банкротстве (рисунок 1).

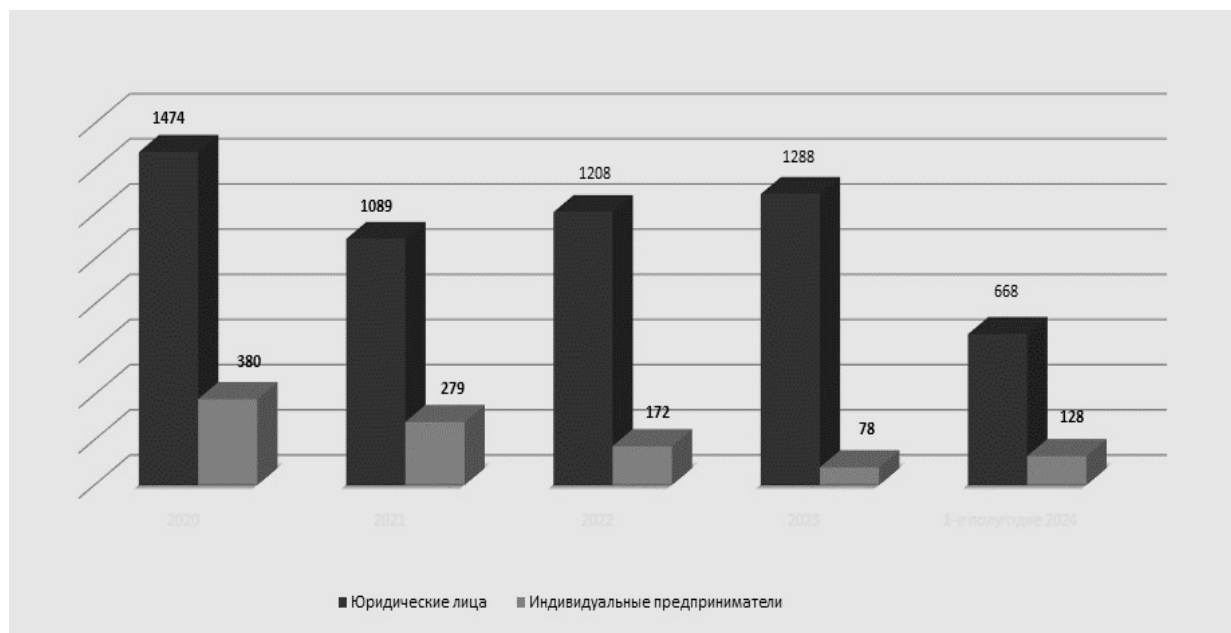


Рис. 1. Активные дела о несостоятельности и банкротстве в Республике Беларусь

Fig. 1. Active cases of insolvency and bankruptcy in the Republic of Belarus

Такая ситуация свидетельствует о снижении эффективности управления предприятиями (организациями) на стадиях досудебного оздоровления, и как следствие рост несостоятельных и предприятий банкротов. После проведения анализа основных причин несостоятельности предприятий в Беларуси [4, 5] становится ясно, что в большинстве случаев она обусловлена неэффективным управлением. Кризис не возникает спонтанно из-за одной или даже нескольких причин, а скорее является результатом длительного воздействия этих факторов и несвоевременных действий ответственных лиц.

Процесс досудебного оздоровления должника включает 2 этапа:

- 1) принятие решения о досудебном оздоровлении должника;
- 2) разработка и утверждение плана мероприятий, направленных на предотвращение несостоятельности.

В ходе досудебного оздоровления заинтересованные лица могут принимать меры для поддержки дальнейшего функционирования должника. К таким мерам относятся: изменение структуры управления, взыскание дебиторской задолженности, привлечение инвестиций, содействие достижению соглашений с кредиторами о реструктуризации задолженности, реорганизация юридических лиц, предоставление финансовой помощи и другие. Рост доли активных дел о несостоятельности и банкротстве в Республике Беларусь свидетельствуют о

неэффективности реализации мер поддержки должника.

Статья 13 Закона 227-3 определяет специальные меры по предупреждению несостоятельности и банкротства. По нашему мнению, редакция самой статьи требует корректировки. Она, с одной стороны, императивно установила обязанность руководителей организаций, собственников имущества унитарного предприятия, учредителей (участников) юридических лиц, государственных органов в пределах своей компетенции своевременно принимать меры по предупреждению несостоятельности и банкротства, а также для проведения досудебного оздоровления осуществлять меры по улучшению финансового состояния юридических лиц и ИП, создавать условия для их стабильной и эффективной хозяйственной (экономической) деятельности. Но, с другой стороны, ч. 3 статьи 13 Закона 227-3 указывает только, что лица не обязаны, но могут:

- изменять структуру и состав органов управления юридических лиц и иных организаций;
- взыскивать дебиторскую задолженность;
- привлекать инвестиции;
- содействовать достижению соглашений юридических лиц и ИП с кредиторами о реструктуризации их кредиторской задолженности, в том числе путем предоставления необходимых гарантий;
- реорганизовывать юридическое лицо и т.д. [2].

По нашему мнению, наоборот, нужна правовая формула, обязывающая перечисленных лиц при наличии оснований выполнять указанные в Законе 227-3 мероприятия.

Правовой анализ норм Закона 227-3 и ГК РБ [6] позволил выявить существенное противоречие между собой.

Так, статья 13 Закона 227-3 называет только право руководителей организаций, собственников имущества унитарного предприятия, учредителей (участников) юридических лиц, ИП взыскивать дебиторскую задолженность. В то же время в ГК РБ говорится об обязанности взыскивать дебиторскую задолженность: ликвидационная комиссия (ликвидатор) принимает все возможные меры к выявлению кредиторов и получению дебиторской задолженности.

В свою очередь, ликвидационную комиссию обязан создать собственник имущества (учредители, участники) либо орган юридического лица, уполномоченный учредительными документами, принявший решение о ликвидации юридического лица.

Кроме того, в Законе 227-3 нужно было продолжить (раскрыть, конкретизировать) эту правовую идею, обязывающую определенный круг полномочных лиц принимать меры по предупреждению несостоятельности и банкротства:

- изменять структуру и состав органов управления юридических лиц и иных организаций;
- взыскивать дебиторскую задолженность;
- привлекать инвестиции;
- содействовать достижению соглашений юридических лиц и ИП с кредиторами о реструктуризации их кредиторской задолженности, в том числе путем предоставления необходимых гарантий;
- реорганизовывать юридические лица и т.д.

Стоит констатировать, на сегодняшний день в законодательных актах нет даже определения понятия «дебиторская задолженность», отсутствует правовое регулирование и методические разработки по управлению дебиторской задолженностью, не полно урегулированы вопросы по сомнительному долгу и т.д.

На фоне неблагоприятной тенденции роста несостоятельных предприятий (организаций), стоит отметить положительный опыт досудебного финансово экономического оздоровления сельскохозяйственных предприятий Беларуси (рисунки 2).

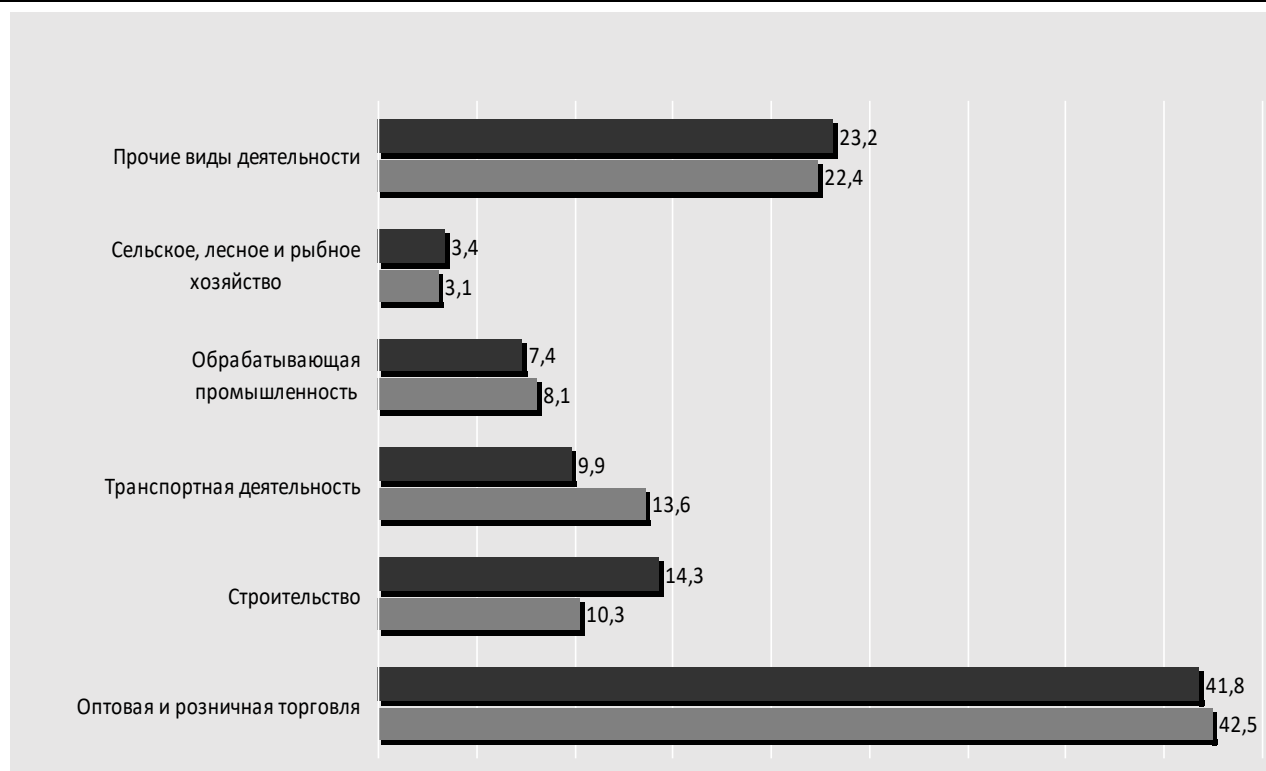


Рис. 2. Открытые дела о несостоятельности организаций (предприятий) по видам экономической деятельности

Fig. 2. Open cases of insolvency of organizations (enterprises) by types of economic activity

На улучшение финансового состояния сельскохозяйственных организаций и повышение эффективности их деятельности направлен Указ Президента Республики Беларусь от 4 июля 2016 г. № 253 (далее Указ 253-3) [7], Указ Президента Республики Беларусь от 2 октября 2018 г. № 399 (далее Указ 399-3) [8]. Меры досудебного оздоровления, установленные в Указе 253-3, Указе 399-3 применяются к определенным субъектам. Эти субъекты включают в себя сельскохозяйственные организации, перечисленные в списке подлежащих досудебному оздоровлению. Кроме того, такие меры распространяются на юридические лица – инвесторов, включая тех, кто приобрел права и обязанности сельскохозяйственных организаций в результате их реорганизации, покупки, передачи предприятий в аренду или доверительное управление. В рамках этих мер инвесторам предоставляется отсрочка погашения задолженности, включая административные штрафы и пени, в течение пяти лет. При этом отсутствует начисление процентов за использование этой отсрочки. Она начинает действовать с момента подачи соответствующего заявления и утверждения графика погашения задолженности. Важным условием продления отсрочки является регулярная уплата текущих платежей и погашение рассроченной задолженности. Если такие платежи не будут внесены в установленный срок, действие отсрочки приостанавливается до полной уплаты задолженности.

За время действия Указа № 253 в экономический суд Могилевской области обратились 24 сельскохозяйственные организации с заявлениями о банкротстве. Все эти заявления были признаны обоснованными, и суд завершил процедуры санации для нескольких предприятий, включая унитарные предприятия и акционерные общества. Суд завершил дела по этим предприятиям, заключив мировые соглашения о рассрочке и отсрочке погашения задолженности перед кредиторами. Согласно законодательству, после утверждения мирового соглашения, предприятия начинают выполнять условия по погашению задолженности.

Проведенные процедуры санации и заключенные мировые соглашения позволили некоторым сельскохозяйственным организациям эффективно решить свои финансовые проблемы,

избегав банкротства и продолжая свою деятельность. Важно отметить успешное завершение процедур санации для нескольких предприятий, что свидетельствует о работоспособности и эффективности механизмов досудебного оздоровления. Механизм, введенный Указом 253-3, Указом 399-3, привел к положительным результатам, помогая сельскохозяйственным организациям успешно преодолеть финансовые трудности и избежать банкротства.

Важным фактором, способствующим снижению доли безнадежных в части финансового оздоровления предприятий, является своевременность принятия мер со стороны учредителей. В соответствии со статьей 15 Закона 227-3 при наличии признаков банкротства руководитель должника обязан направить информацию о наличии признаков банкротства учредителям (участникам, акционерам) должника, собственнику имущества (органу, уполномоченному на управление имуществом) должника [2]. Практика показывает, что учредители часто обращаются в государственные органы при значительном уровне репутационных потерь организации и глубоком кризисе.

Результаты проведенного экономико-правового анализа принципов и механизмов применения процедур досудебного оздоровления в Республике Беларусь позволили выявить проблемы их успешной реализации, препятствующие результативной процедуре урегулирования неплатежеспособности, и как следствие – рост предприятий банкротов.

Проблема 1. Низкий уровень менеджмента, принимающий участие в процедурах финансового оздоровления предприятия. Ошибочные и неквалифицированные действия руководства приводят большинство хозяйствующих субъектов к банкротству. Важным фактором, определяющим принятие ошибочных управленческих решений, является отсутствие системы контроллинга на отечественных предприятиях. Большинство руководителей понимают контроллинг как функциональную систему планирования, анализа отклонений, координации, контроля и внутреннего консультирования. В реализации плана досудебного оздоровления важную роль играет оперативный контроллинг перенастройки, который координирует деятельность различных подразделений, контролирует качество выполнения запланированных мероприятий, анализирует отклонения, выявляет и нейтрализует риски, а также выявляет дополнительные шансы и возможности. Санация считается успешной, если с помощью внешних и внутренних финансовых источников, организационных и производственно-технических улучшений предприятие выходит из кризиса: нормализует производственную деятельность, избегает объявления банкротства и обеспечивает свою рентабельность и конкурентоспособность в долгосрочной перспективе. Руководителям предприятий и сотрудникам экономических подразделений следует проводить глубокий оперативный анализ финансового состояния и платежеспособности организации. Это необходимый шаг для выявления экономических проблем и кризисных ситуаций, а также позволяет предотвратить их возникновение. Такой подход способствует как преодолению уже возникших кризисных явлений, так и предотвращению будущих проблем.

Проблема 2. Несовершенство законодательства. В соответствии со статьей 220 Закона 227-3 досудебное оздоровление возможно только в том случае, если: имеется соответствующее письменное согласие собственника имущества (органа, уполномоченного на управление имуществом) должника; соответствующее письменное согласие кредиторов, общая сумма требований которых превышает 50 процентов кредиторской задолженности должника по данным его бухгалтерского учета; план санации, который должен быть согласован в письменной форме всеми кредиторами и утвержден общим собранием кредиторов должника [2]. Однако, как показывает практика, санация чаще всего является процедурой, требуемой кредиторами при наличии просроченных долгов, в то время как досудебное оздоровление проводится заинтересованными сторонами для прекращения усугубления сложившейся ситуации. Своевременные меры досудебного оздоровления позволяют предотвратить банкротство и снизить расходы организации (предприятия) на погашение долгов. По нашему мнению, организация не должна автоматически подвергаться процедуре конкурсного производства, если, например, задолженности возникли впервые и не имеют массового характера. Временная неплатежеспособность не должна быть причиной для банкротства. Различные методы обес-

печения обязательств, такие как штрафные санкции, залог, поручительства, гарантии и т. д., а также возможность переноса долга, передачи прав требования, новации и другие подходы, позволяют решить временные проблемы с платежеспособностью в рамках обязательственного права.

Проблема 3. Недостаточная информированность предприятий. Многие из них либо не знают об этих процедурах, либо не понимают, как их использовать. Система информирования также отсутствует.

Проблема 4. Недостаточное развитие финансовой инфраструктуры. В условиях потери финансовой устойчивости, ликвидности и платежеспособности организация (предприятие) испытывает потребность в дополнительных оборотных средствах. Необходимые средства доступны у банков (системных кредиторов каждой организации), других кредиторов и заинтересованных в восстановлении бизнеса сторон. Однако данные лица не рассматривают финансирование мероприятий по финансовому оздоровлению как приоритетную область. Необходимо изменить эту тенденцию. Должны быть созданы стимулы для организации, которая своевременно признает свою неплатежеспособность и не пытается использовать нереальные способы и формы кредитования. Обращаясь за кредитом, должник вступает в конкуренцию с другими экономическими субъектами. Чтобы получить такой кредит, организация должна продемонстрировать свою уникальную привлекательность для инвесторов, а кредитор должен иметь возможность активно контролировать или даже стать участником оздоровительных мероприятий до того, как стать совладельцем бизнеса.

Проблема 5. Противодействие со стороны кредиторов, которые могут быть не заинтересованы в использовании этих процедур из-за риска уменьшения своих требований. Не менее важным фактором, который оказывает сдерживающее влияние, является неравенство информации между должником и кредиторами. Кредиторы находятся в невыгодном положении, так как руководитель или ликвидатор заранее знает о неплатежеспособности, о чем кредиторы не осведомлены. Существующие строгие требования к предоставлению заявления кредиторами (необходимость предоставления документально подтвержденной информации о невозможности должника исполнить обязательства) часто нарушают их права и нарушают стабильность торгового оборота. Следует предоставить кредиторам право инициировать банкротство должника, подав заявление в суд, указав размер и основание требования, которое не было исполнено судебным путем. Установление такого критерия позволит защитить кредиторов. Для повышения эффективности института неплатежеспособности необходимо усовершенствовать вывод с рынка должников, по отношению к которым отсутствуют сведения об их активах и управлении. Государство не должно нести риски по ликвидации бизнеса, который потерял интерес собственника и не обеспечивает даже расходы на его закрытие. Процедура его банкротства должна быть инициирована судом при обеспечении финансирования заинтересованным кредитором, и только в случае инициирования такого банкротства налоговыми и другими фискальными органами могут быть осуществлены за счет бюджета.

Проблема 6. Недоверие к процедурам. Многие не видят в них эффективного решения проблемы, что сказывается на их применении.

Для решения проблем применения процедур досудебного оздоровления, препятствующие результативной процедуре урегулирования неплатежеспособности, проведем правовой анализ отдельных статей Закона 227-З, которые, по нашему мнению, требуют уточнения и доработки.

Органом государственного управления по делам банкротства является Департамент по санации и банкротству Министерства экономики РБ, который в пределах своей компетенции осуществляет государственную политику по предотвращению банкротства. Однако в Положении о Министерстве экономики РБ отсутствуют конкретные направления или функции по координации работы госорганов по предотвращению банкротства. Это существенное упущение, так как координация с другими государственными органами, такими как Министерство по налогам и сборам РБ и Министерство финансов РБ, могла бы помочь разработать новые

критерии для оценки и предотвращения банкротства. Кроме того, такая координация способствовала бы улучшению правового регулирования вопросов сомнительной дебиторской задолженности, что также является необходимым.

В статье 12 Закона 227-3 установлено, что государственные органы принимают меры по предупреждению несостоятельности и банкротства государственных организаций (организаций с долей государства), которые находятся в подчинении (составе) этих государственных органов или управление принадлежащими Республике Беларусь либо ее административно-территориальным единицам акциями (долями в уставном фонде) которых осуществляют эти государственные органы; принимают решение о нецелесообразности дальнейшей реализации таких мер. В целях осуществления своих полномочий в отношении конкретной организации государственный орган вправе создать комиссию по урегулированию неплатежеспособности. Деятельность таких комиссий законодательно не урегулирована, отсутствует четкий регламент их действий. Своевременным видится публичное освещение деятельности таких комиссий. По нашему мнению, стоит расширить их функции, передав на их рассмотрение состояние мер по урегулированию неплатежеспособности в соответствующей организации, регионе или в целом по стране по итогам конкретного календарного периода. Наделить эти комиссии полномочиями по оценке комплекса мер по предупреждению несостоятельности и банкротства, которые обязаны принимать конкретные руководители организаций, собственники имущества унитарного предприятия, учредители (участники) юридического лица, индивидуальный предприниматель, государственные органы в пределах своей компетенции. Иными словами, пора показать действенность комиссий по урегулированию неплатежеспособности, что позволит решить проблему недостаточной информированности предприятий и снизит степень недоверия со стороны общественности к эффективности процедуры досудебного оздоровления.

В соответствии со статьей 12 Закона 227-3 государственные органы имеют право подавать в экономический суд ходатайство, согласованное с Советом Министров РБ, к которому прикладывается обоснование, в том числе экономическое о неэффективности принятых мер. На практике такие требования приводят к тому, что до уровня Правительства РБ редко кто доходит с подобными ходатайствами. Нередко конкретные дела о банкротстве, по которым была объявлена санация, заканчиваются ликвидацией должника, что приводит к еще большим убыткам для должника, кредиторов и государства. Поэтому целесообразно, по нашему мнению, определить уровень государственного органа или собственника для подобного согласования в зависимости от формы собственности должника, его значимости для экономики региона, отрасли, государства.

Как уже отмечалось выше, эффективность менеджмента «больных» организаций (предприятий) зависит от своевременной диагностики риска наступления неплатежеспособности и потери финансовой устойчивости. Введенные постановлением Министерства экономики и Министерства финансов Республики Беларусь от 07.08.2023 N 16/46 «Об оценке степени риска наступления банкротства» [9] показатели и критерии не позволяют выявить причинно-следственную связь сложившейся ситуации, дают общую оценку финансового состояния предприятия. Анализ, проведенный по регламентированной методике, сводится к расчету коэффициентов, рассчитанных на основании данных годовой бухгалтерской отчетности. Своевременным видится разработка новых подходов к оценке степени риска наступления банкротства на основе использования метода комплексных оценок, многомерного и интеллектуального анализа данных. По нашему мнению, такой подход позволит значительно углубить и детализировать анализ, повысит его оперативность и результативность.

С целью решения проблемы недостаточной информированности предприятий об организациях, находящихся в стадии урегулирования неплатежеспособности, можно воспользоваться опытом наших соседей – Российской Федерации. В соответствии со статьей 30 федерального Закона о банкротстве от 26.10.2002 N 127-ФЗ (далее Закон 127-ФЗ) на руководителя должника возлагается обязанность в случае возникновения признаков банкротства, включить сведения о наличии таких обстоятельств в Единый федеральный реестр сведений о фак-

тах деятельности юридических лиц в течение десяти рабочих дней с даты, когда руководителю стало или должно было стать известно об их возникновении, а также в разумный срок предпринять все зависящие от него разумные необходимые меры, направленные на предупреждение банкротства должника [10]. Руководитель должника и иные его органы, а также учредители (участники) должника, собственник имущества должника – унитарного предприятия и иные контролирующие должника лица со дня, когда они узнали или должны были узнать о наличии указанных обстоятельств, обязаны действовать с учетом интересов кредиторов, в частности не допускать действия (бездействие), которые могут заведомо ухудшить финансовое положение должника [10].

Повышение квалификации специалистов, участвующих в процедурах досудебного оздоровления, играет ключевую роль в успешной реализации этих процедур. В настоящее время существует ряд проблем, связанных с недостаточным уровнем подготовки специалистов и отсутствием системы непрерывного образования в этой области. Для решения этих проблем предлагается ряд мероприятий:

- во-первых, разработка и внедрение программы обучения специалистов в области досудебного оздоровления и создание системы непрерывного образования, которая позволит специалистам постоянно обновлять свои знания и улучшать свои навыки в области досудебного оздоровления. Предложение заключается в создании обязательной программы обучения, которая включает в себя изучение теоретических основ, целей и задач процедур досудебного оздоровления, а также практических навыков применения инструментов и методов досудебного оздоровления;

- во-вторых, для распространения знаний и опыта в области досудебного оздоровления необходимо активно публиковать научные статьи и монографии, а также создавать информационные ресурсы, посвященные этой тематике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что досудебное оздоровление является одним из ключевых аспектов предотвращения банкротства предприятий путем восстановления их финансовой устойчивости. Однако в правоприменительной практике нередко возникают спорные ситуации, связанные с наличием определенных проблем, не позволяющие успешной реализации всех принципов и механизмов досудебного оздоровления в Республике Беларусь. В частности, низкий уровень менеджмента, несовершенство законодательства, недостаточная информированность предприятий, недостаточное развитие финансовой инфраструктуры, некоторое противодействие со стороны кредиторов и в целом недоверие общественности к процедурам досудебного оздоровления. Для решения выявленных проблем нами предлагается:

- во-первых, внесение дополнений в «Положение о Министерстве экономики РБ», в части координации работы государственных органов, участвующих в процедуре урегулирования платежеспособности субъектов хозяйствования;

- во-вторых, освещение в общественности результатов работы комиссий по урегулированию неплатежеспособности, расширение полномочий таких комиссий;

- в-третьих, реинжиниринг подходов к оценке степени риска наступления банкротства [9] за счет интеллектуализации процесса принятия решений;

- в-четвертых, повышение квалификации специалистов, участвующих в процедурах досудебного оздоровления.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Об экономической несостоятельности (банкротстве): Закон Респ. Беларусь, 13 июля 2012 г., № 415-З, в ред. Закона Респ. Беларусь от 24.10.2016г. N 439-З // Консультант Плюс: Беларусь. [Электрон. ресурс] / ЮрСпектр, Нац. центр – правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.
- 2 Об урегулировании неплатежеспособности: Закона Респ. Беларусь от 13.12.2022. N 227-З // Консультант Плюс: Беларусь. [Электрон. ресурс] / ЮрСпектр, Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2024.

- 3 Бюллетень по делам о несостоятельности или банкротстве [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://economy.gov.by/ru/statistica-ru>. Дата доступа: 03.11.2024.
- 4 Мякинкая, В. В. Диагностика экономической несостоятельности организаций в Республике Беларусь: оценка состояния и направления развития / В. В. Мякинкая: монография. – Смоленск.: МАДЖЕНТА, 2022. – С. 250.
- 5 Урегулирование неплатежеспособности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://court.gov.by/ru/spravochnaya/informaciya>. Дата доступа: 08.11.2024.
- 6 Гражданский кодекс Республики Беларусь: принят Палатой Представителей 28 октября 1998 г. одобрен от 19 ноября 1998 г.: текст кодекса по состоянию Законом Республики Беларусь от 18.07.2022 N 197-3 (ред. 05.01.2024)) / (Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 11.01.2022, 2/2866). – Минск: Амалфея, 2012. – 576 с. – Дата доступа 02.11.2024.
- 7 О мерах по финансовому оздоровлению сельскохозяйственных организаций: Указ Президента Респ. Беларусь от 4 июля 2016 года № 253. // Консультант Плюс: Беларусь. [Электрон. ресурс] / ЮрСпектр, Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2024.
- 8 О финансовом оздоровлении сельскохозяйственных организаций: Указ Президента Респ. Беларусь от 2 октября 2018 года № 399 // Консультант Плюс: Беларусь. [Электрон. ресурс] / ЮрСпектр, Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2024.
- 9 Об оценке степени риска наступления банкротства: Постановление Министерства экономики и Министерства финансов Республики Беларусь от 07.08.2023 N 16/46 Консультант Плюс: Беларусь. [Электрон. ресурс] / ЮрСпектр, Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2024.
- 10 О несостоятельности (банкротстве): Федеральный Закон РФ от 26.10.2002 №127-ФЗ // Консультант Плюс: Беларусь. [Электрон. ресурс] / ЮрСпектр, Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2024.

Поступила в редакцию 22.11.2024 г.

ОБ АВТОРАХ:

Мякинкая Виолетта Викторовна, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой бухгалтерского учета, анализа и аудита, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: miakinkaya.violetta@mail.ru.

ABOUT AUTHORS:

Violetta Viktorovna Myakinkaya, Ph. D. in Economics, Associate Professor, Head of the Department of Accounting, Analysis and Audit, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: miakinkaya.violetta@mail.ru.

УДК 94(476):331.108

УДЗЕЛ КАДРАЎ ПРАМЫСЛОВАСЦІ Ў ПАСКАРЭННІ НАВУКОВА-ТЭХНІЧНАГА ПРАГРЭСУ БЕЛАРУСІ Ў АПОШНІЯ ДЗЕСЯЦІГОДДЗІ САВЕЦКАГА ЭТАПА ДЗЯРЖАЎНАСЦІ (1970–1990 гг.)

I. A. ПУШКІН

Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт харчовых і хімічных тэхналогій, Рэспубліка Беларусь

АНАТАЦЫЯ

У артыкуле прааналізаваны ўдзел рабочых і спецыялістаў прамысловасці Беларусі ў тэхнічнай творчасці і паскарэнні навукова-тэхнічнага прагрэсу на савецкім этапе мадэрнізацыі беларускай эканомікі напярэдадні абвяшчэння дзяржаўнага суверэнітэту. Даследаванне новага дакументальнага архіўнага матэрыялу дазволіла раскрыць рух вынаходнікаў і рацыяналізатараў БССР. Устаноўлены вынікі і значэнне тэхнічнай мадэрнізацыі прамысловых прадпрыемстваў і праблемы па ўкараненні інавацый у вытворчасць. Зроблена выснова, што ў 1970–1990 гг. кадры прамысловасці адыгралі значную ролю ў працэсах па ўкараненню новых тэхналогій і рэканструкцыі прадпрыемстваў Савецкай Беларусі.

КЛЮЧАВЫЯ СЛОВЫ: *кадры; кадравая палітыка; прамысловасць; Беларусь; савецкі перыяд; навукова-тэхнічны прагрэс; рацыяналізатары і вынаходнікі.*

ДЛЯ ЦЫТАВАННЯ: Пушкін, І. А. Удзел кадрў прамысловасці ў паскарэнні навукова-тэхнічнага прагрэсу Беларусі ў апошнія дзесяцігоддзі савецкага этапа дзяржаўнасці (1970–1990 гг.) / І. А. Пушкін // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2024. – № 2(37). С.80–88.

THE ROLE OF INDUSTRIAL PERSONNEL'S CONTRIBUTION TO ACCELERATING SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL PROGRESS IN BELARUS IN THE FINAL DECADES OF THE SOVIET PERIOD OF STATEHOOD (1970–1990)

I. A. PUSHKIN

Belarusian State University of Food and Chemical Technology, Republic of Belarus

ABSTRACT

The article analyzes the role of industrial workers and specialists of Belarusian industry in accelerating scientific and technical progress at the Soviet stage of modernization of the Belarusian economy, on the eve of the declaration of state sovereignty. The study of new documentary archival materials has allowed for revealing the movement of inventors and rationalizers of the BSSR. The results and significance of the technical modernization of industrial enterprises have been established, along with the challenges of implementing innovations in production. It was concluded that in the period from 1970 to 1990 industrial personnel played a significant role in the processes of implementing new technologies and reconstructing enterprises of Soviet Belarus.

KEY WORDS: *personnel; personnel policy; industry; Belarus; Soviet period; scientific and technological progress; rationalizers and inventors.*

FOR CITATION: Pushkin, I. A. The role of industrial personnel's contribution to accelerating scientific and technological progress in Belarus in the final decades of the soviet period of statehood (1970–1990) / I. A. Pushkin // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2024. – № 2(37). – P.80–88.

УВОДЗІНЫ

Для сучаснага развіцця Рэспублікі Беларусь з'яўляецца важным фарміраванне канкурэнтаздольнага інавацыйнага прамысловага комплексу, якому ў сучасным свеце

належаць значная роля ў развіцці нацыянальнай эканомікі, забеспячэнні эканамічнай і гуманітарнай бяспекі краіны, фарміраванні навукова-тэхнічнага патэнцыялу. Пераўтварэнні і мадэрнізацыя прамысловага комплексу патрабуюць адпаведных кадраў на ўсіх яго ўзроўнях. Неабходна забеспячэнне прамысловага комплексу Беларусі кадрамі з улікам патрэбнасцей развіцця высокатэхналагічных і навукаёмістых вытворчасцей і павышэння канкурэнтаздольнасці традыцыйных відаў эканамічнай дзейнасці.

Гэтага немагчыма дасягнуць без аналізу і ўсебаковага вывучэння шляхоў эканамічнага развіцця Беларусі ў розныя гістарычныя перыяды, паколькі сучасны прамысловы комплекс Рэспублікі Беларусь сфарміраваны на базе папярэдніх перыядаў гістарычнага развіцця краіны. У прыватнасці, у другой палове XX ст., калі Савецкая Беларусь пачала займаць вядучыя пазіцыі ў эканоміцы СССР. Комплекснае асвятленне ролі кадраў прамысловасці Беларусі ў савецкі перыяд і на сучасным этапе развіцця дазваляе праз сродкі дысцыплінасацыяльна-гуманітарнага профілю адначасова фарміраваць патрыятызм і прафесійныя кампетэнцыі ў спецыялістаў – выпускнікоў тэхнічных універсітэтаў.

Наша мэта – даследаваць і прааналізаваць удзел рабочых і спецыялістаў прамысловасці Беларусі ў тэхнічнай творчасці і паскарэнні навукова-тэхнічнага прагрэсу на савецкім этапе мадэрнізацыі беларускай эканомікі, напярэдадні абвясчэння дзяржаўнага суверэнітэту.

Агульная характарыстыка палітычнай сістэмы і эканамічных пераўтварэнняў у СССР і БССР, а таксама на сучасным этапе развіцця, асвятляецца як у абагульняючых працах [1; 3; 4; 26; 31], так і ў асобных публікацыях [2; 28; 32; 34–42]. Іх аналіз паказвае, што фарміраванне і развіццё навукова-тэхнічнага патэнцыялу беларускай эканомікі, а таксама ўдзел прамысловых кадраў Савецкай Беларусі ў мадэрнізацыі прадпрыемстваў не раскрыты ў поўным аб'ёме. Выкарыстанне дакументальнага матэрыялу як апублікаванага [27; 29–30], так і архіўнага, ўпершыню ўводзімага ў навуковы зварот, дазваляе рэканструяваць працэсы паскарэння навукова-тэхнічнага прагрэсу ў БССР, напярэдадні стварэння суверэннай Рэспублікі Беларусь.

АСНОЎНАЯ ЧАСТКА

На працягу 1970–1980-х гг. у БССР працягвалася пашырэнне матэрыяльна-тэхнічнай базы прамысловасці, адбываліся змены яе галіновай структуры і спецыялізацыі, павышалася канцэнтрацыя вытворчасці. Для гэтых мэт павялічвалася фінансаванне. Будаваліся ў асноўным буйныя прадпрыемствы, аснашчаныя перадавой тэхнікай і спецыялізаваныя на выпуск прадукцыі машынабудавання і металаапрацоўкі, хімічнай, лёгкай, харчовай і іншых галін прамысловасці. У выніку за гэтыя гады ўвайшлі ў строй 186 новых буйных фабрык і заводаў, на шэрагу прадпрыемстваў была пашырана і абноўлена вытворчасць. За 1971–1985 гг. былі распрацаваны і запушчаны ў вытворчасць 2197 новых тыпаў машын, абсталявання, апаратаў і прыбораў; колькасць механізаваных паточных ліній у прамысловасці рэспублікі павялічылася з 3750 да 8131, аўтаматычных з 369 да 1749, комплексна-механізаваных і аўтаматызаваных прадпрыемстваў з 151 да 2273 [37, с. 25–27]. Прыкметнай з'явай гэтага часу былі высокія тэмпы развіцця хімічнай і нафтахімічнай прамысловасці, стварэнне ў рэспубліцы гэтай па сутнасці новай буйной галіны індустрыі. Але нягледзячы на вялікія намаганні працоўных калектываў, не быў забяспечаны дэклараваны выхад народнай гаспадаркі рэспублікі на якасна новы навукова-тэхнічны і эканамічны ўзровень. БССР не дабілася рашучага зруху ў інтэнсіфікацыі вытворчасці, павышэнні яе эфектыўнасці.

У Савецкай Беларусі, па-мінуламу, мелася шмат тэхнічна адсталых прадпрыемстваў, аснашчаных састарэлай тэхнікай, што адмоўна адбівалася на выніках усёй вытворчай дзейнасці. Шматлікімі былі факты безгаспадарчасці. Так, у 1972 г. 6,3 % прадпрыемстваў дапусцілі перарасход паліва, 7,1 % – электраэнергіі, 6,5 % – цеплавой энергіі [31, с. 387]. Падобнае было і ў наступнае дзесяцігоддзе. Напрыклад, на Аршанскім інструментальным заводзе назіралася павелічэнне вагі адходаў і страт у агульным спажыванні металу: у 1981 г. яны складалі 49 %, 1985 г. – 52 % [25, арк. 30]. Істотнай праблемай з'яўляўся нізкі ўзровень

механізацыі і аўтаматызацыі працы. На пленуме ЦК КПБ у 1971 г. была пастаўлена задача дасягнуць узровень механізацыі работ да 65–70 %. Але шмат прадпрыемстваў з гэтай задачай не справіліся. Так, у Гродзенскай вобласці (1975 г.) на ручных працах было занята больш за палову працоўных прамысловых прадпрыемстваў. Ступень механізавання працы складала 48,6 %. З 60 буйных прадпрыемстваў на кожным трэцім удзельная вага рабочых, занятых ручной працай, не толькі не скарацілася, але нават і ўзрасла [12, арк. 304–305]. Праз дзесяць год доля ручной працы ў прамысловасці г. Гродна складала 26,1 %, пры гэтым узровень ручной працы на заводзе аўтамагнітол быў 46 %, ВА «Хімвалакно» – 41,7 %, металаапрацоўчым аб'яднанні – 49,2 % [18, арк. 128]. На паседжанні трэцяй сесіі Жлобінскага гарадскога савета дэпутатаў (1985 г.) прагучала, што на прамысловых прадпрыемствах «мала ўвагі надавалася скарачэнню ўдзельнай вагі працоўных, занятых ручной, малакваліфікаванай працай»: на Беларускай металургічнай заводзе – 32,9 %, мясакамбінаце – 46 %, вытворчасці БелАМА – 32,3 %, камбікормавым заводзе – 27,4 %, фабрыцы мастацкай інкрустацыі – 47,6 % [24, арк. 158].

Партыйнае і гаспадарчае кіраўніцтва СССР і БССР спрабавалі вырашыць праблемы шляхам прыняцця адпаведных мер у кадравай і іншых сферах. Выканаўчыя структуры сістэматычна на сваіх пасяджэннях разглядалі эканамічныя і сацыяльныя праблемы ў прамысловасці. Так, падчас пленума ЦК КПБ 8.04.1970 г. абмяркоўвалася пытанне «Аб мерах па паскарэнню тэхнічнага прагрэсу ў прамысловасці, будаўніцтве і на транспарце рэспублікі» [27, с. 286], была прынята пастанова ЦК КПСС і СМ СССР «Аб далейшым выкарыстанні ў народнай гаспадарцы адкрыццяў, вынаходстваў і рацыяналізатарскіх прапаноў і павышэнне іх ролі ў паскарэнні навукова-тэхнічнага прагрэсу» (20.08.1973 г.) [17, арк. 132] і інш. У іх намічаліся комплексы мер, накіраваных на ўмацаванне сувязі навукі з вытворчасцю, паскарэнне работ па стварэнні і ўкараненні новай тэхнікі і тэхналогій. Прымаліся пастановы і прапановы па выпраўленню недахопаў, асабліва ў кадравай сферы. Пытанне ў тым, наколькі яны былі актуальнымі і эфектыўнымі ў тагачасным грамадстве. А менавіта ад кадравага патэнцыялу прамысловасці залежылі павялічэнне колькасці і якасці выпускаемай прадукцыі, як для забеспячэння ўнутранага рынку, так і атрымання фінансавых сродкаў шляхам вырабу прадукцыі арыентаванай на экспарт; вырашэнне праблемы дэфіцыту спажывецкіх тавараў.

У пачатку 1970-х гг. у БССР калектывы многіх прадпрыемстваў, навукова-даследчых і праектна-канструктарскіх арганізацый актыўна распрацоўвалі і ўкаранялі ў вытворчасць новую тэхніку, прагрэсіўныя тэхналогіі і больш дасканалую арганізацыю працы. Значнай перашкодай пры ўкараненні новай тэхнікі і тэхналогій з'яўлялася тэхнічная падрыхтоўка рабочых і ўзровень павышэння іх дзелавай кваліфікацыі з улікам патрабаванняў тэхнічнага прагрэсу, задужа мала надавалася ўвагі развіццю прафесійна-тэхнічнай адукацыі. Акрамя таго кіраўнікі міністэрстваў і ведамстваў, прамысловых прадпрыемстваў, транспарту і будоўляў павольна ўкаранялі новыя формы арганізацыі прадпрыемстваў, слаба выкарыстоўвалі іх перавагі для паскарэння навукова-тэхнічнага прагрэсу і павышэння эфектыўнасці вытворчасці [27, с. 282].

Выяўленню і паляпшэнню выкарыстання рэзерваў вытворчасці спрыялі рэкамендацыі і прапановы структур, створаных на грамадскіх пачатках: Гомельскага і Гродзенскага абласных саветаў садзейнічання тэхнічнаму прагрэсу, савета дырэктароў у г. Магілёве і тэхніка-эканамічнага савета ў г. Бабруйску. У склад саветаў уваходзілі дырэктары, галоўныя інжынеры і спецыялісты, савецкія, партыйныя і прафсаюзныя работнікі, якія мелі высокую кваліфікацыю і вопыт практычнай работы [7, арк. 62; 8, арк. 20; 16, арк. 39; 14, арк. 62].

Важным фактарам паскарэння тэмпаў тэхнічнага прагрэсу з'яўляўся рух вынаходнікаў і рацыяналізатараў. У 1971 г. толькі на прадпрыемствах і ў арганізацыях мясцовай прамысловасці БССР у тэхнічнай творчасці ўдзельнічалі 3137 чал. За гэты час укаранілі ў вытворчасць 2976 рацыяналізатарскіх прапаноў (рацпрапаноў) і 20 вынаходстваў з гадавым эканамічным эфектам 2361,1 тыс. руб. [22, арк. 50–53].

Актыўна ўдзельнічалі ў рацыяналізатарскай рабоце на прамысловых прадпрыемствах Гомельскай вобласці. Напрыклад, у 1970 г. на Светлагорскім заводзе штучнага валакна рацыяналізатармі з'яўляліся 463 працаўнік, ў тым ліку 230 інжынерна-тэхнічных работнікаў. Усяго было пададзена 536 рацпрапаноў, з іх укаранёна 278 прапаноў з эканамічным эфектам 896,3 тыс. руб. [23, арк. 13–14].

Пэўны час Гродзенская вобласць займала адно з апошніх месцаў у рэспубліцы па ўкараненню вынаходстваў у вытворчасць. Гэта нягледзячы на тое, што за 1966–1970 гг. у народнай гаспадарцы вобласці ўкаранілі 37 тыс. рацпрапаноў і 325 вынаходстваў, якія забяспечылі зберажэнне дзяржаўных сродкаў на суму 24 млн. руб. Адзначалася, што адным з недахопаў у руху рацыяналізатараў з'яўляўся слабы ўдзел у ім спецыялістаў. Напрыклад, толькі 19 чалавек з 86 інжынераў і тэхнікаў завода «Аўтаправод» з'яўляліся рацыяналізатарамі, на прадпрыемствах Смаргонскага раёна працавалі 322 інжынеры, а ў рацыяналізацыі ўдзельнічалі толькі 72. Пасля актывізацыі працы па развіццю навукова-тэхнічнай творчасці ўсяго за першае паўгоддзе 1971 г. было укаранёна звыш 5 тыс. прапаноў, якія забяспечылі эканамічны эфект у суме 3,6 млн. руб. [11, арк. 7–8]. За першае паўгоддзе 1975 г. на прамысловых прадпрыемствах укаранілі 6317 рацпрапаноў і 77 вынаходстваў з эканамічным эфектам 6,6 млн. руб. у год [17, арк. 132]. У выніку на працягу першай паловы 1970-х гг. у Гродзенскай вобласці ўкаранілі 52 тыс. рацпрапаноў і вынаходстваў з эканамічным эфектам звыш 50 млн. руб. [12, арк. 10].

У Віцебскай вобласці за 1971–1974 гг. толькі рацыяналізатарамі Оршы і Барані было пададзена і ўкаранёна 12618 рацыяналізатарскіх прапаноў і 162 заяўкі на меркаваныя вынаходствы з эканамічным эфектам у суме 8,8 млн. руб. За 1974–1975 гг. у Гомельскай вобласці ўнеслі больш за 21000 рацпрапаноў. Прамысловыя прадпрыемствы Магілёўскай вобласці за 1975–1976 гг. укаранілі больш 150 мерапрыемстваў па механізацыі і аўтаматызацыі вытворчасці, перадавой тэхналогіі і выпуску новых відаў тавараў [39, с. 237].

За 1976–1980 гг. у прамысловасці БССР было пададзена 542,8 тыс. рацпрапаноў і заявак на вынаходствы, эканамічны эфект ад іх выкарыстання склаў 594,9 млн. руб. [31, с. 388] Па справаздачах за 1980 г., колькасць вынаходнікаў і рацыяналізатараў у рэспубліцы складала 158,8 тыс. чалавек, з іх 101 тыс. у прамысловасці. За 10 папярэдніх гадоў тут выкарысталі 792,3 тыс. вынаходстваў і рацпрапаноў, эканомія ад іх складала 483,7 млн. руб. [3, с. 396].

У 1981–1985 гг. амаль на 90 млн. руб. прынеслі карысці прапановы рацыяналізатараў і вынаходнікаў Гродзенскай вобласці. Толькі на Гродзенскім ВА «Азот» укаранілі 38 распрацовак 45 вынаходстваў [13, арк. 9–10].

Актыўна ўдзельнічалі ў тэхнічнай рэканструкцыі прамысловых прадпрыемстваў і студэнты тэхнічных вышэйшых навучальных устаноў, у тым ліку Магілёўскага тэхналагічнага інстытута (у наш час – Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт харчовых і хімічных тэхналогій). Толькі ў 1980–1981 гг., пад час практыкі, студэнты спецыяльнасці «Машыны і апараты харчовых вытворчасцей» падалі 13 рацпрапаноў, накіраваных на ўдасканаленне тэхналагічных працэсаў механізацыі працаёмкіх аперацый. Студэнткі І. Варанцова і К. Тамкова прапанавалі змяніць канструкцыю механізма прыціску носбітаў аўтамата для разліву малака ў папяровыя пакеты, што дазволіла скараціць страты малака і міжрамонтныя прастоі. У перыяд пераддипломнай практыкі студэнты спецыяльнасці «Тэхналогія кансервавання» падалі 6 рацпрапаноў, спецыяльнасці «Тэхналогія брадзільных вытворчасцей» удзельнічалі ва ўкараненні 5 сваіх рацпрапаноў на Віцебскім піўным і лікёра-гарэлачным заводах. Студэнты спецыяльнасці «Тэхналогія і арганізацыя грамадскага харчавання» распрацавалі і ўкаранілі ў вытворчасць 10 новых страў і інш. [33, с. 42].

Безумоўна, былі і недахопы. Вынікі рацыяналізатарскай дзейнасці наватараў маглі быць значна большымі і эфектыўнымі. Галоўнай перашкодай было тое, што, развіваючыся на экстэнсіўнай аснове, прадпрыемствы былі мала ўспрымальнымі да радыкальнай мадэрнізацыі вытворчасці, яе тэхнічнага пераўзбраення. У арганізацыі работы было шмат бюракратычнай валакіты. Адміністрацыя фабрык і заводаў не заўсёды аказвала належную дапамогу ў ўкараненні тэхнічных навін. У 1978 г. на прамысловых прадпрыемствах

рэспублікі і ў іншых арганізацыях не было выкарыстана звыш 20 тыс. прынятых рацпрапаноў. У тэхнічнай творчасці пераважалі дробныя распрацоўкі [31, с. 388]. Так, у 1986 г. на Аршанскім заводзе плаўленых сыроў было пададзена 17 рацпрапаноў з эканамічнымі эфектамі толькі 2,1 тыс. руб. [39, с. 238].

З аднаго боку, развіццё навукі ў Беларусі, як і ў СССР у цэлым, стварала значныя магчымасці для яе дзейснага навукова-тэхнічнага супрацоўніцтва з прамысловасцю і іншымі галінамі гаспадаркі. З другога боку, вынікі супрацоўніцтва былі недастатковымі, распрацоўкі вучоных нярэдка доўгі час заставаліся не ўкаранёнымі ў вытворчасць, страчвалі сваю каштоўнасць. Не з поўнай аддачай працавалі лабараторыі, вопытна-эксперыментальныя і канструктарскія падраздзяленні. Напрыклад, у Магілёўскім ВА «Хімвалакно» мелася 4 буйныя навукова-даследчыя лабараторыі, на той час самае сучаснае навуковае абсталяванне, магутны парк ЭВМ, значныя грашовыя сродкі. Але ў аб'яднанні не праводзіліся буйныя навукова-даследчыя працы, недастаткова плённа выкарыстоўвалася абсталяванне, не вяліся ў шырокім маштабе навуковыя эксперыменты. За год укаранялася 8–10 заявак, публікацый было ўдвая менш, не рыхтаваліся ўласныя навуковыя кадры [16, арк. 18–19].

Былі і станоўчыя прыклады супрацоўніцтва прадпрыемстваў БССР з Усесаюзнымі НДІ і праектнымі інстытутамі, Акадэміяй навук БССР. Толькі Аршанскім інструментальным заводам у 1980-я гг. было заключана 53 дамовы, у тым ліку 32 дамовы з Укргартстанкапрамам (Харкаў, Украіна), 9 дамоў з УсеНДІ вымярэнняў (Масква, РСФСР), 5 дамоў з Акадэміяй навук БССР і інш. Завод паспяхова супрацоўнічаў з Харкаўскім інстытутам Укргартстанкапрамам па ўкараненні прагрэсіўных і тыпавых тэхналагічных працэсаў вырабу рэжучага інструменту, з Акадэміяй навук БССР па ўкараненні тэхналагічнага працэсу гарачага выдушвання стружкавых канавак метчыкаў; з ЦНДІТК, СКБС і СКТБІ (Масква, РСФСР) па ўкараненні ў цэху дапаможных прылад гнуткага вытворчага ўчастка, з ЭНІМС (Вільнюс, Літва) па распрацоўцы тэхналагічных працэсаў опыкі [25, арк. 26, 27].

Праблемы навукова-тэхнічнага прагрэсу, тэхнічнай рэканструкцыі прадпрыемстваў краіны абмеркоўваліся на нарадзе ў ЦК КПСС 11.06.1985 г. У той жа месяц яе вынікі разгледзеў партыйна-гаспадарчы актыў БССР, які зацвердзіў мерапрыемствы па паскарэнні навукова-тэхнічнага прагрэсу. Прадугледжвалася аб'наўленне тэхнікі, асноўных вытворчых фондаў, укараненне сродкаў аўтаматызацыі і вылічальнай тэхнікі, паскоранае развіццё ва ўсіх галінах гаспадаркі цэхаў і ўчасткаў па выпуску сродкаў механізацыі і аўтаматызацыі, мадэрнізацыі абсталявання, актывізацыі тэхнічнай творчасці працоўных. Рэалізаваць гэта ў БССР у поўным аб'ёме не атрымалася. У 1986 г. кожная шостая рацыяналізатарская прапанова не знаходзіла прымянення. Больш за палову вынаходстваў праходзілі ўкараненне ў тэрмін ад 3 да 10 гадоў [3, с. 397, 546]. Адбывалася нават такое. На ВА «Гомсельмаш» распрацавалі 35 новых канструктыўных рашэнняў, а паскарэннем іх укаранення ў вытворчасць вымушана была займацца спецыяльная камісія ЦК КПБ [10, арк. 70].

Павышэнню тэхналагічнага ўзроўню вытворчасці павінна была пасадзейнічаць пастанова ЦК КПСС і СМ СССР «Аб пераводзе навуковых арганізацый на поўны гаспадарчы разлік і самафінансаванне» (30.09.1987 г.). Яна датычылася у тым ліку акадэмічных і навуковых арганізацый ВНУ [19, арк. 871–876]. У мэтах больш эфектыўнага выкарыстання існуючага навукова-вытворчага патэнцыялу аб'яднанняў, прадпрыемстваў, навуковых арганізацый і вышэйшых навучальных устаноў, стварэння неабходных умоў для ажыццяўлення арыгінальных навукова-тэхнічных праектаў, аказання садзейнічання вучоным, даследчыкам, вынаходнікам і рацыяналізатарам у іх дзейнасці, накіраванай на паскарэнне сацыяльна-эканамічнага развіцця грамадства СМ СССР сваёй пастановай 29.12.1989 г. прыняў прапанову аб стварэнні Інавацыйнага фонду пры Дзяржаўным камітэце СССР па навуцы і тэхніцы. Ён з'яўляўся дзяржаўнай арганізацыяй, створанай для садзейнічання паскоранай распрацоўцы і асваенню новаўвядзенняў у галіне навукі і тэхнікі. Ажыццяўляў фінансаванне навукова-тэхнічных распрацовак, праектаў, аказваў інжынерна-тэхнічныя, кансультацыйныя, патэнтныя, пасрэдніцкія паслугі прадпрыемствам і арганізацыям, вышэйшым навучальным

установам, творчым калектывам, даследчым групам, асобным вучоным, вынаходнікам і рацыяналізатарам [20, арк. 47, 49–50].

За 1986–1988 гг. у Беларусі былі створаны 424 узоры новай тэхнікі, упершыню ў СССР асвоена 696 новых відаў прамысловай прадукцыі, выкарыстана ў вытворчасці 255,3 тыс. вынаходніцкіх і рацыяналізатарскіх прапаноў. За 1986–1989 гг. былі пабудаваны і ўведзены ў дзеянне 24 новыя буйныя прамысловыя прадпрыемствы, рэканструявана шмат іншых. Асаблівасцю гаспадарчага механізма рэспублікі з'яўлялася значная ўдзельная вага машынабудаўнічай галіны і ваенна-прамысловага комплексу [31, с. 384–386, 424–425].

У той жа час глыбокая інтэграцыя прамысловасці і ўсёй гаспадаркі Беларусі ў агульнасаюзную эканоміку не спрыяла ўмацаванню эканамічнай самастойнасці рэспублікі, што супярэчыла яе нацыянальным інтарэсам. Не апраўдаў сябе курс на стварэнне на тэрыторыі Беларусі занадта вялікай колькасці буйных прадпрыемстваў [21, арк. 67]. Нарошчванню матэрыяльна-тэхнічнай базы прамысловасці БССР садзейнічалі высокія сусветныя цэны на нафту і выдатная фінансавая кан'юнктура. Але паступова сфарміраваліся аб'ектыўныя і суб'ектыўныя, унутраныя і знешнія прычыны для рэфармавання сацыяльна-эканамічнага і грамадска-палітычнага жыцця, якія былі абумоўлены геапалітычнымі выклікамі. Асабліва гэта праяўлялася ў эканоміцы. Зніжаліся многія важнейшыя паказчыкі сацыяльна-эканамічнага развіцця. Краіна ўступіла ў стадыю эканамічнага застою (стагнацыі).

Можна цалкам пагадзіцца з даследчыкам М. Несцяровічам, што ў 1951–1990 гг. эканамічнае развіццё СССР, у тым ліку і Беларусі, ішло супярэчліва. З аднаго боку, былі дасягнуты неаспрэчныя гаспадарчыя поспехі, абагульняючым паказчыкам якіх зрабіўся ўзростны эканамічны патэнцыял краіны. Пры гэтым тэмпы эканамічнага росту БССР на працягу ўсяго гэтага перыяду былі ўвесь час на некалькі працэнтаў вышэй, чым па СССР у цэлым, у выніку чаго ў канцы 1980-х гг. яна стала адным з найбольш развітых раёнаў СССР. З іншага боку, нежаданне савецкага кіраўніцтва кардынальна рэфармаваць адміністрацыйна-камандную эканоміку ў рыначным кірунку прывяло да нарастання негатыўных тэндэнцый – зніжэння тэмпаў росту ўнутранага валавога прадукту, вырабленага нацыянальнага даходу, аб'ёму прамысловай і сельскагаспадарчай прадукцыі, прадукцыйнасці і фондаўзброенасці [32, с. 49–50]. Эканоміка БССР, як і СССР у цэлым, знаходзілася ў асноўным на індустрыяльнай стадыі развіцця, у той час як большасць краін свету паднялася на навукова-індустрыяльную.

Тым не менш, нягледзячы на недасканалую эканамічную палітыку, пэўныя зрухі назіраліся ў тэхнічным пераўзбраенні прамысловасці Беларусі. Аснову тэхнічнай рэканструкцыі фабрык і заводаў складала аснашчэнне вытворчасці механізаванымі паточнымі і аўтаматычнымі лініямі. Напрыклад, ў першай палове 1970-х гг. у Магілёўскай вобласці было ўкаранёна 417 механізаваных струменевых і аўтаматычных ліній, (прадукцыйнасць працы павысілася на 46,3 %); на прадпрыемствах Гродзенскай вобласці колькасць механізаваных, струменевых і аўтаматычных ліній павялічылася на 518 адзінак або ў 2,3 раза. 173 участкі і цэхі былі комплексна механізаваны і аўтаматызаваны. У 1979 г. у Гомельскай вобласці засвоілі серыйную вытворчасць 730 новых відаў машын, вырабаў і матэрыялаў. За 1981–1984 гг. у Гродзенскай вобласці ўкаранілі ў вытворчасць 1079 новых тэхналагічных працэсаў, 1189 комплексна-механізаваных агрэгатаў і аўтаматычнага абсталявання, 40 станкоў з лічбавым праграмным кіраваннем. За гэты час толькі на Брэсцкім электрамеханічным заводзе ўкаранілі: 125 прагрэсіўных тэхналагічных працэсаў, 48 станкоў з лічбавым праграмным кіраваннем, 5 аўтаматычных і 5 механізаваных ліній, 2 комплексна-механізаваных цэха і 3 комплексна-механізаваных участка. У прамысловасці Брэсцкай вобласці ў 1986 г. было ўкаранёна 10 аўтаматычных, комплексна-аўтаматычных, ротарных і ротарна-канвеерных ліній, 3 сістэмы аўтаматызаванага праектавання, 2 аўтаматызаваныя сістэмы кіравання тэхналагічнымі працэсамі. Доля прыросту прадукцыйнасці працы за кошт навукова-тэхнічных мерапрыемстваў у прамысловасці Брэсцкай вобласці ў 1986 г. склала 64 %. Варта адзначыць, штогод у БССР удасканальвалася не больш за 6 тыс. адзінак

абсталявання, а патрабавалася абнаўляць больш за 100 тыс. У сярэдзіне 1980-х гг. удзельная вага станкоў з лічбавым праграмным кіраваннем у машынабудаванні складала 1,7 %. Аўтаматызаванай працай у прамысловым комплексе БССР было занята крыху больш за 2 % рабочых. На сярэдзіну 1985 г. у прамысловасці рэспублікі дзейнічала 9880 паточных і аўтаматычных ліній, іх колькасць ў параўнанні з 1971 г. павялічылася ў 2,4 раза, у тым ліку аўтаматычных – амаль у 5 разоў [12, арк. 9; 13, арк. 9; 5, арк. 8; 6, арк. 119, 121; 15, арк. 1–2; 9, арк. 17–19; 37, с. 26–27; 31, с. 386; 3, с. 395–396]. У гэтым была заслуга як працоўных, так і кіраўнікоў прадпрыемстваў, якія складалі кадравы патэнцыял Савецкай Беларусі.

ЗАКЛЮЧЭННЕ

Партыйна-савецкае кіраўніцтва ў 1970–1990 гг. імкнулася забяспечыць паскарэнне сацыяльна-эканамічнага развіцця на аснове шырокага ўкаранення дасягненняў навукова-тэхнічнага прагрэсу, інтэнсіўнага выкарыстання вытворчага патэнцыялу, узмацнення рэжыму эканоміі, рацыянальнага расходавання паліва, энергіі, сыравіны, матэрыялаў, уключэння ў гаспадарчы абарот другасных рэсурсаў, удасканалення арганізацыі вытворчасці і кіравання, росту прадукцыйнасці працы; ажыццявіць карэнную перабудову сістэмы гаспадарчага кіравання, узмацненне ўздзеяння механізму гаспадарання на паскарэнне навукова-тэхнічнага прагрэсу, павышэнне эфектыўнасці і якасці працы кожнага звяна грамадскай вытворчасці, развіццё ініцыятывы і сацыялістычнай прадпрымальнасці працоўных калектываў.

Нягледзячы на недасканалую эканамічную палітыку, пэўныя зрухі назіраліся ў тэхнічным пераўзбраенні прамысловасці Беларусі. На шэрагу прадпрыемстваў уводзілася ў дзеянне новая, больш прадукцыйная тэхніка, мадэрнізавалася існаваўшае абсталяванне. Аснову тэхнічнай рэканструкцыі фабрык і заводаў складала аснашчэнне вытворчасці механізаванымі паточнымі і аўтаматычнымі лініямі, разнастайнымі станкамі і інструментам. Дзякуючы творчай актыўнасці работнікаў прамысловасці, укараненню новых тэхналогій павысілася прадукцыйнасць працы. Калектывы многіх прадпрыемстваў забяспечвалі дынамічнае і рэнтабельнае развіццё вытворчасці. Менавіта кадры прамысловасці адыгралі асноўную ролю ў паскарэнні навукова-тэхнічнага прагрэсу і працэсах рэканструкцыі прадпрыемстваў БССР.

Фактычны і аналітычны матэрыял аб навукова-тэхнічнай мадэрнізацыі Савецкай Беларусі дазваляе асвятліць уплыў кадраў прамысловых прадпрыемстваў на працэсы фарміравання сучаснай мадэлі сацыяльна-эканамічнага інавацыйнага развіцця краіны і дасягненні беларускай эканомікі.

Артыкул падрыхтаваны ў рамках выканання навуковых даследаванняў «Кадры прамысловасці Беларусі як фактар трансфармацыі палітычнай сістэмы і эканамічных мадэляў (1945–2019)» (навуковы кіраўнік – кандыдат гістарычных навук, дацэнт І. А. Пушкін) ДПНД на 2021–2025 гг. «Грамадства і гуманітарная бяспека беларускай дзяржавы» (навуковы кіраўнік – акадэмік НАН Беларусі, доктар гістарычных навук, прафесар А. А. Каваленя) падпраграмы № 1 «Гісторыя» (навуковы кіраўнік – кандыдат гістарычных навук, дацэнт В. Л. Лакіза), задання 12.1.3 «Гісторыя Беларусі ў канцы XVIII – пачатку XXI стст.» (навуковы кіраўнік – доктар гістарычных навук, дацэнт М. У. Смяховіч).

ЛІТАРАТУРА

- 1 Беларусь у сацыяльна-эканамічных і грамадска-палітычных працэсах 1946–2006 гг. / пад навук. рэд. М. П. Касцюк. – Мінск: Бел. навука, 2007. – 215 с.
- 2 Герасенко, В. П. Кадровый потенциал как фактор инвестиционной привлекательности регионов / В. П. Герасенко, Е. В. Олехник, Л. Р. Миронович // Проблемы управления. Серия А (экономические науки, социологические науки, психологические науки). – 2022. – № 4. – С. 23–31.
- 3 Гісторыя Беларусі. У 6 т. Т. 6. Беларусь у 1946–2009 гг. / Л. Лыч і інш.; рэд. калегія: М. Касцюк (гал. рэд.). – Мінск: Современная школа, Экоперспектива, 2011. – 728 с.
- 4 Гісторыя беларускай дзяржаўнасці ў канцы XVIII – пачатку XXI ст. У 2 кн. Кн. 2 / М. У. Смяховіч і інш.; рэдкал.: А. А. Каваленя і інш.; Нац. акад. навук Беларусі, Ін-т гісторыі. – Мінск: Беларус. навука, 2012. – 654 с.
- 5 Дзяржаўны архіў Брэскай вобласці (ДАБр). – Ф. 1п. Воп. 76. Спр. 109.

- 6 ДАБр. – Ф. 815. Воп. 10. Спр. 2983а.
- 7 Дзяржаўны архіў грамадскіх аб'яднанняў Гомельскай вобласці (ДАГАГом). – Ф. 144. Воп. 144. Спр. 2.
- 8 ДАГАГом. – Ф. 144. Воп. 144. Спр. 19.
- 9 ДАГАГом. – Ф. 144. Воп. 153. Спр. 78.
- 10 Дзяржаўны архіў Гомельскай вобласці. – Ф. 1174. Воп. 8. Спр. 2014.
- 11 Дзяржаўны архіў грамадскіх аб'яднанняў Гродзенскай вобласці (ДАГАГр). – Ф. 1. Воп. 1. Спр. 978.
- 12 ДАГАГр. – Ф. 1. Воп. 1. Спр. 1098.
- 13 ДАГАГр. – Ф. 1. Воп. 1. Спр. 1543.
- 14 ДАГАГр. – Ф. 1. Воп. 1. Спр. 1562.
- 15 Дзяржаўны архіў грамадскіх аб'яднанняў Магілёўскай вобласці (ДАГАМаг). – Ф. 9. Воп. 155. Спр. 2.
- 16 ДАГАМАг. – Ф. 9. Воп. 159. Спр. 109.
- 17 Дзяржаўны архіў Гродзенскай вобласці (ДАГр). – Ф. 2407. Воп. 1. Спр. 505.
- 18 ДАГр. – Ф. 484. Воп. 2. Спр. 539.
- 19 Дзяржаўны архіў Магілёўскай вобласці (ДАМаг). – Ф. 7. Воп. 5. Спр. 3737.
- 20 ДАМаг. – Ф. 7. Воп. 5. Спр. 3970.
- 21 ДАМаг. – Ф. 7. Воп. 5. Спр. 4023.
- 22 ДАМаг. – Ф. 2827. Воп. 1. Спр. 526.
- 23 Занальны дзяржаўны архіў у г. Жлобін (ЗДАЖл). – Ф. 81. Воп. 1. Спр. 468.
- 24 ЗДАЖл. – Ф. 148. Воп. 1. Спр. 498.
- 25 Занальны дзяржаўны архіў у г. Орша. – Ф. 27. Воп. 4. Спр. 1050.
- 26 История белорусской государственности. В 5 т. Т. 5. Национальная государственность на переломе эпох (вторая половина XX – начало XXI в.) / А. А. Коваленя [и др.]; отв. ред. Н. В. Смехович; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т истории. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 759 с.
- 27 Коммунистическая партия Белоруссии в резолюциях и решениях съездов и пленумов ЦК. Т. 6. 1966–1975 / Ин-т истории партии при ЦК КПБ – фил. Ин-та марксизма-ленинизма при ЦК КПСС; под ред. Г. Г. Бартошевича (председатель редкол.) и др. – Минск: Беларусь, 1986. – 623 с.
- 28 Королёнок, А. В. Статистическая оценка воспроизводства трудового потенциала в контексте достижения приоритетов устойчивого развития Республики Беларусь / А. В. Королёнок // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия D. Экономические и юридические науки. – 2022. – № 12. – С. 20–27.
- 29 Народное хозяйство Белорусской ССР в 1987 г.: Стат. ежегодник / Госкомстат БССР. – Минск: Беларусь, 1988. – 296 с.
- 30 Народное хозяйство БССР в 1988 году: Стат. ежегодник. – Минск: Беларусь, 1989. – 264 с.
- 31 Нарысы гісторыі Беларусі: У 2-х ч. Ч. 2. / А. П. Касцюк, І. М. Ігнаценка, У. І. Вышыньскі і інш.; Інстытут гісторыі АНБ. – Мінск: Беларусь, 1995. – 560 с.
- 32 Несцяровіч, М. Б. Эканоміка Беларусі ў кантэксце развіцця савецкай і сусветнай эканомік (1951–1990 гг.) / М. Б. Несцяровіч // Весці НАНБ. Серыя гуманітарных навук. – 2007. – № 4. – С. 43–50.
- 33 Пушкин, И. А. Исторический очерк создания и деятельности Могилёвского государственного университета продовольствия / И. А. Пушкин // 35 лет Могилёвскому государственному университету продовольствия / редкол.; В. А. Шаршунов (пред.). – Минск: Изд. центр БГУ, 2009. – С. 2–53.
- 34 Пушкин, И. А. Кадры и социально-экономические проблемы в промышленности восточных регионов Советской Беларуси в 1971–1990 гг. / И. А. Пушкин // Современные проблемы гуманитарных и общественных наук / ФГБОУ ВО «ВГУИТ». – Вып. 3 (40). – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2022. – С. 41–50.
- 35 Пушкин, И. А. Неправомерные действия и злоупотребления служебным положением в советский период модернизации Беларуси, 1970–1991 гг. / И. А. Пушкин // Советский опыт: взгляд из XXI века (к 100-летию образования Союза Советских Социалистических Республик): сб. статей / редкол.: А. А. Коваленя [и др.]. – Москва: Фонд «Историческая память», 2023. – С. 328–345.
- 36 Пушкін, І. А. Гісторыя беларускай дзяржаўнасці: канспект лекцый / І. А. Пушкін. – Магілёў: БДУТ, 2024. – 152 с.
- 37 Пушкін, І. А. Кадровая палітыка партыйна-дзяржаўнага кіраўніцтва БССР у 1970-я гг. (на прыкладзе Віцебскай і Магілёўскай абласцей) / І. А. Пушкін // Веснік Магілёўскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А. А. Куляшова. Серыя А. Гуманітарныя навукі. – 2018. – № 2. – С. 25–30.
- 38 Пушкін, І. А. Кадры прамысловасці Беларусі і магчымасці іх уплыву ва ўмовах трансфармацыі савецкай палітычнай сістэмы і эканамічных рэформ (1985–1991 гг.) / І. А. Пушкін // Вестник БГУТ. – 2024. – № 1. – С. 124–130.
- 39 Пушкін, І. А. Кадровы патэнцыял прамысловасці ўсходніх рэгіёнаў БССР (1944–1991): манаграфія / І. А. Пушкін, А. Р. Агееў. – Магілёў: БДУТ, 2022. – 302 с.
- 40 Сасим, А. М. Промышленность Беларуси в условиях реформирования и стагнации (1953–1985 гг.) / А. М. Сасим; науч. ред. М. П. Костюк. – Минск: Экоперспектива, 2009. – 242 с.
- 41 Тиковенко, А. Г. Кадровая политика в условиях перестройки / А. Г. Тиковенко; под ред. В. И. Шабайлова. – Минск: Навука і тэхніка, 1990. – 92 с.

42 Ху, Минцзюнь. О роли кадрового потенциала при реализации наукоемких проектов в контексте перехода к индустрии / Ху Минцзюнь, И. В. Устинович // Журнал Белорусского государственного университета. Экономика. – 2023. – № 1. – С. 107–115.

Паступіла ў рэдакцыю 20.11.2024 г.

ПРА АЎТАРАЎ:

Пушкін Ігар Аляксандравіч, кандыдат гістарычных навук, дацэнт, дацэнт кафедры сацыяльна-гуманітарных дысцыплін і фізічнай культуры Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта харчовых і хімічных тэхналогій, e-mail: ihar.pushkin.st@gmail.com.

ABOUT AUTHORS:

Pushkin Ihar Alexandrovich, Ph.D., Associate Professor, Assistant Professor of Humanities, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: ihar.pushkin.st@gmail.com