ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА КОМПОЗИТНЫХ МУЧНЫХ СМЕСЕЙ ИЗ МЕСТНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ

Каримова Татьяна Яхшиевна
Соискатель Бухарский государственный технический университет,
Узбекистан, г. Бухара
E-mail: gulinozfattiloyevna@gmail.com

Аннотация. Обоснован выбор местного растительного сырья для замены пшеничной муки высшего сорта в мучных кондитерских изделиях. Исследованы химический и гранулометрический состав, функционально-технологические свойства рисовой (сорт «Лазурный»), нутовой («Юлдуз») и кукурузной («Узбекистан-300 МВ») муки, а также химический состав пшеничной муки второго сорта и пшеничных отрубей. Нутовая мука содержала 20,00 г/100 г белка и 10,26 г/100 г пищевых волокон и отличалась наибольшей водосвязывающей способностью (195,0 %). Состав двухкомпонентных смесей с долей второго компонента от 20 до 80 % рассчитан по правилу аддитивности. В качестве базовых композиций для сахарного печенья и кексов выбраны рисово-кукурузная смесь 50:50 и рисово-нутовая смесь 80:20 (расчётное содержание белка 9,04 г/100 г, пищевых волокон 2,89 г/100 г). Расчётное содержание пищевых волокон в композитной смеси муки второго сорта и отрубей 80:20 составляет 14,32 г/100 г, что почти в 6 раз больше, чем в муке высшего сорта. Смеси на рисовой основе, не содержащие пшеничной муки, изменяют аллергенный профиль изделий, тогда как снижение аллергенного потенциала смеси на пшеничной основе требует экспериментальной проверки.

Ключевые слова: композитные мучные смеси, рисовая мука, нутовая мука, пшеничные отруби, пищевая ценность, аллергенный профиль.

Abstract. The study substantiates the choice of local plant raw materials to replace premium wheat flour in flour confectionery. The chemical composition, particle size distribution and functional properties of rice (cv. Lazurny), chickpea (cv. Yulduz) and maize (cv. Uzbekistan-300 MV) flours were studied, along with the chemical composition of second-grade wheat flour and wheat bran. Chickpea flour contained 20.00 g/100 g of protein and 10.26 g/100 g of dietary fibre and showed the highest water-binding capacity (195.0 %). The composition of binary blends containing 20–80 % of the second component was calculated using the additivity rule. A rice–maize blend (50:50) and a rice–chickpea blend (80:20; calculated protein 9.04 g/100 g, dietary fibre 2.89 g/100 g) were selected as base compositions for sugar cookies and cakes. The calculated dietary fibre content of

ISSN 3030-3907

a second-grade flour and bran blend (80:20) is 14.32 g/100 g, almost six times more than premium flour. Rice-based blends free of wheat flour modify the allergen profile of the products, whereas a reduced allergenic potential of the wheat-based blend requires experimental confirmation.
Keywords: composite flour blends, rice flour, chickpea flour, wheat bran, nutritional value, allergen profile.
Annotatsiya. Unli qandolatchilik mahsulotlarida oliy navli bug‘doy unini almashtirish uchun mahalliy o‘simlik xomashyosini tanlash asoslab berilgan. Guruch ("Azure" navi), nohut ("Yo'ldosh") va makkajo'xori ("O'zbekiston-300 MV") unining kimyoviy va granulometrik tarkibi, funktsional va texnologik xususiyatlari, shuningdek, ikkinchi navli bug'doy uni va bug'doy kepagi kimyoviy tarkibi o'rganildi. Nuxat uni tarkibida 20,00 g/100 g oqsil va 10,26 g/100 g oziq-ovqat tolasi mavjud bo‘lib, eng yuqori suv biriktirish qobiliyatiga (195,0 %) ega edi. Ikkinchi komponentning ulushi 20 dan 80% gacha bo'lgan ikki komponentli aralashmalarning tarkibi qo'shimchalar qoidasiga muvofiq hisoblanadi. Shakar pechene va kekler uchun asosiy kompozitsiyalar sifatida 50:50 guruch-makkajo'xori aralashmasi va 80:20 guruch-nohut aralashmasi tanlangan (taxminiy protein miqdori 9,04 g/100 g, xun tolasi 2,89 g/100 g). Ikkinchi navli un va 80: 20 kepagi kompozit aralashmasidagi xun tolasining taxminiy tarkibi 14,32 g / 100 g ni tashkil qiladi, bu yuqori nav unidan deyarli 6 baravar ko'p. Bug'doy unini o'z ichiga olmaydigan guruchga asoslangan aralashmalar mahsulotlarning allergen profilini o'zgartiradi, bug'doy asosidagi aralashmaning allergen potentsialini kamaytirish esa eksperimental tekshiruvni talab qiladi.
Kalit so'zlar: kompozit un aralashmalari, guruch uni, nohut uni, bug'doy kepagi, ozuqaviy qiymati, allergen profili.

ВВЕДЕНИЕ.

Одним из актуальных направлений совершенствования технологии мучных кондитерских изделий является расширение сырьевой базы за счёт нетрадиционных видов муки. Пшеничная мука высшего сорта, составляющая основу рецептур печенья и кексов, бедна пищевыми волокнами, минеральными веществами и витаминами группы В. Кроме того, белки пшеницы относятся к значимым пищевым аллергенам [1].

Замена пшеничной муки мукой иного ботанического происхождения позволяет изменять химический состав, функционально-технологические свойства и аллергенный профиль изделий. Зерно риса отличается высоким содержанием крахмала [2], что определяет углеводный характер рисовой

ISSN 3030-3907

муки. Нутовая мука служит источником белка и пищевых волокон. Влияние её дозировки на качество кексов изучено на пшенично-нутовых смесях [3], а рисово-нутовая композитная мука использована для производства безглютенового печенья [4]. Кукурузная мука представляет интерес для регулирования цвета и рассыпчатости изделий, однако её введение меняет условия формирования теста и может потребовать корректировки рецептуры и режимов обработки [5]. Опыт использования нута отечественной селекции в зернобобовых премиксах описан в работе [6].

Другой путь повышения пищевой ценности — использование продуктов переработки пшеницы с более богатым составом: муки второго сорта и отрубей. Именно в оболочечных и алейроновом слоях зерна сосредоточена значительная часть минеральных веществ, витаминов и пищевых волокон [7, 8].

Для перерабатывающих предприятий Узбекистана важно, чтобы такое сырьё получалось из районированных сортов отечественной селекции [9]. Это снижает логистические затраты и повышает сырьевую безопасность производства.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ — обосновать выбор муки из местного зернового и зернобобового сырья и рациональные соотношения компонентов мучных смесей для полной замены пшеничной муки высшего сорта в сахарном печенье и кексах.

Для достижения цели решались следующие задачи:

1) сравнить химический состав, дисперсность и технологические свойства рисовой, нутовой и кукурузной муки с пшеничной мукой высшего сорта;

2) установить зависимость состава рисово-кукурузных и рисово-нутовых смесей от соотношения компонентов и выбрать базовые варианты;

3) обосновать соотношение пшеничной муки второго сорта и отрубей в композитной смеси;

4) оценить, как выбранные смеси изменяют аллергенный профиль изделий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Объектами исследования служили мука из риса сорта «Лазурный», нута сорта «Юлдуз» и кукурузы сорта «Узбекистан-300 МВ». Все три сорта отечественной селекции включены в Государственный реестр сельскохозяйственных культур, рекомендованных к посеву на территории Республики Узбекистан; год включения в реестр — 1986, 1980 и 2012 соответственно [9]. Исследовали также пшеничную муку второго сорта

ISSN 3030-3907

(М2С) и измельчённые пшеничные отруби (ПО). Образцом сравнения (контроль) служила пшеничная мука высшего сорта (МВС).

Из исходного сырья составляли три серии двухкомпонентных смесей: рисово-кукурузные и рисово-нутовые с долей второго компонента от 20 до 80 %, а также смеси М2С и ПО с долей отрубей от 10 до 30 % к массе мучной смеси.

Химический состав исходного сырья (влажность, белки, жиры, углеводы, пищевые волокна, зольность) определяли стандартными методами. Дисперсность муки оценивали методом ситового анализа по доле фракций менее 50 мкм, 50–100 мкм и более 100 мкм.

Химический состав, дисперсность и технологические показатели смесей рассчитывали по правилу аддитивности, исходя из показателей компонентов и их массовых долей. При таком расчёте содержание пищевого вещества в смеси связано с долей второго компонента уравнением смешения

$$y = a + bX, \quad (1)$$

где y — содержание пищевого вещества, г/100 г смеси; X — доля кукурузной или нутовой муки, % от массы смеси; a — свободный член; b — изменение содержания вещества при увеличении X на один процентный пункт.

Коэффициенты уравнения (1) определяются составом исходной муки: a равен содержанию вещества в рисовой муке, b — разности его содержания во втором компоненте и в рисовой муке, делённой на 100. Пшеничная мука высшего сорта служила уровнем сравнения.

РЕЗУЛЬТАТЫ.

Химический состав и свойства исходной муки

Нутовая мука по содержанию белка (20,00 г/100 г) в 3,2 раза превосходила рисовую и в 2,1 раза — МВС, а по содержанию пищевых волокон (10,26 г/100 г) превышала МВС в 4,3 раза (табл. 1). Рисовая и кукурузная мука отличались высоким содержанием углеводов (79,01 и 73,00 г/100 г) и меньшим, чем у МВС, содержанием белка.

Таблица 1

Химический состав и функционально-технологические свойства исследуемой муки

Показатель	МВС (контроль)	Рисовая «Лазурный»	Нутовая «Юлдуз»	Кукурузная «Узбекистан-300 МВ»
Химический состав, г/100 г				

ISSN 3030-3907

Показатель	МВС (контроль)	Рисовая «Лазурный»	Нутовая «Юлдуз»	Кукурузная «Узбекистан-300 МВ»
Влажность, %	–	12,50 ± 0,30	10,80 ± 0,20	13,00 ± 0,30
Белки	9,71 ± 0,20	6,30 ± 0,20	20,00 ± 0,40	7,92 ± 0,30
Жиры	1,48 ± 0,10	0,70 ± 0,10	4,55 ± 0,20	3,31 ± 0,20
Углеводы*	72,82 ± 0,50	79,01 ± 0,50	51,73 ± 0,60	73,00 ± 0,80
Пищевые волокна	2,40 ± 0,10	1,05 ± 0,10	10,26 ± 0,30	2,09 ± 0,20
Зольность, %	0,50 ± 0,05	0,44 ± 0,05	2,68 ± 0,10	0,70 ± 0,10
Технологические свойства				
Кислотность, град	2,48	2,2 ± 0,2	2,8 ± 0,3	3,0 ± 0,5
ВСС, %	68,50	105,5 ± 2,5	195,0 ± 3,5	125,2 ± 3,0
ЖСС, %	112,10	72,3 ± 2,0	92,1 ± 2,5	80,2 ± 2,2
Набухаемость, мл воды/10 г	5,82	14,3 ± 0,4	26,4 ± 0,6	18,5 ± 0,5

Примечание: * — углеводы за вычетом пищевых волокон; «–» — показатель не определялся.

Все виды альтернативной муки связывали воду значительно сильнее МВС: ВСС нутовой муки составила 195,0 %, кукурузной — 125,2 %, рисовой — 105,5 % против 68,50 % у контроля. Набухаемость была выше в 2,5–4,5 раза. Высокая гидрофильность нутовой муки, вероятно, обусловлена составом её белков и высоким содержанием пищевых волокон. По ЖСС, напротив, все образцы уступали МВС (72,3–92,1 против 112,10 %). Среди альтернативных видов по этому показателю лидировала нутовая мука, превосходя кукурузную на 11,9 п.п., а рисовую — на 19,8 п.п.

Ситовой анализ показал, что в МВС преобладает тонкодисперсная фракция менее 50 мкм (68,5 %). У рисовой, нутовой и кукурузной муки её доля снижается до 52,1; 41,8 и 32,5 % соответственно, а доля фракций 50–100 и более 100 мкм растёт (рис. 1). Наиболее крупнодисперсной оказалась кукурузная мука: 22,4 % её частиц крупнее 100 мкм. Это связано с

ISSN 3030-3907

анатомическими особенностями эндосперма злаковых и бобовых культур и прочностью их клеточных стенок. Более крупные частицы гидратируются медленнее, что необходимо учитывать при замесе теста.

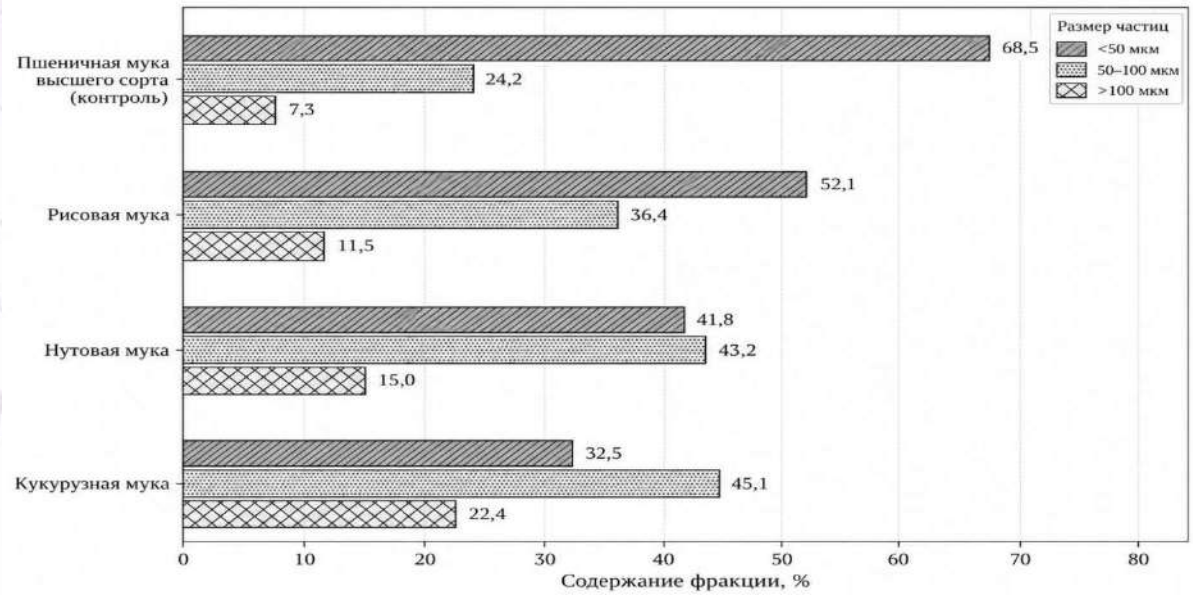


Рисунок 1 – Распределение частиц муки по фракциям, %

Таким образом, нутовая мука служит источником белка и пищевых волокон с высокой гидратационной способностью. Рисовая мука имеет наименьшие среди альтернативных видов гидратационные показатели и принята общей основой двух серий смесей. Кукурузная мука занимает промежуточное положение по большинству свойств.

Рисово-кукурузные смеси

При увеличении доли кукурузной муки с 20 до 80 % содержание белка возрастало с 6,62 до 7,60 г/100 г (на 14,8 %), жира — с 1,22 до 2,79 г/100 г, пищевых волокон — с 1,26 до 1,88 г/100 г (на 49,2 %). Содержание углеводов при этом снижалось с 77,81 до 74,20 г/100 г (табл. 2).

Таблица 2

Расчётный химический состав мучных смесей на рисовой основе, г/100 г

Образец (массовое соотношение)	**Белок**	**Жир**	**Углеводы***	**Пищевые волокна**
МВС (контроль)	9,71	1,48	72,82	2,40
Рис : кукуруза				
80:20	6,62	1,22	77,81	1,26
70:30	6,79	1,48	77,21	1,36

ISSN 3030-3907

Образец (массовое соотношение)	Белок	Жир	Углеводы*	Пищевые волокна
60:40	6,95	1,74	76,61	1,47
50:50	7,11	2,01	76,01	1,57
40:60	7,27	2,27	75,40	1,67
20:80	7,60	2,79	74,20	1,88
Рис : нут				
80:20	9,04	1,47	73,55	2,89
70:30	10,41	1,86	70,83	3,81
60:40	11,78	2,24	68,10	4,73
50:50	13,15	2,63	65,37	5,66
40:60	14,52	3,01	62,64	6,58
20:80	17,26	3,78	57,19	8,42

Примечание: * — углеводы за вычетом пищевых волокон.

Даже при максимальной доле кукурузной муки содержание белка и пищевых волокон оставалось ниже, чем в МВС. В смеси 50:50 эти показатели составили 7,11 и 1,57 г/100 г, что на 26,8 и 34,6 % ниже контроля. По содержанию жира к контролю ближе всего смесь 70:30 (1,48 г/100 г).

Зависимости содержания белка и пищевых волокон от доли кукурузной муки X выражаются уравнениями смешения:

белок: $y = 6{,}30 + 0{,}0162X$; (2)

пищевые волокна: $y = 1{,}05 + 0{,}0104X$. (3)

Увеличение доли кукурузной муки на каждые 10 п.п. повышает расчётное содержание белка лишь на 0,16 г/100 г, пищевых волокон — на 0,10 г/100 г.

Для трёх характерных вариантов рассчитаны гранулометрический состав и технологические свойства (табл. 3): смеси 20:80 с максимальным содержанием белка и волокон, смеси 70:30 с ближайшим к контролю содержанием жира и смеси 50:50 с равным соотношением компонентов.

ISSN 3030-3907

Таблица 3

Гранулометрический состав и технологические свойства рисово-кукурузных смесей и МВС

Показатель	МВС (контроль)	Смесь 20:80	Смесь 50:50	Смесь 70:30
Частицы < 50 мкм, %	68,5	36,4	42,3	46,2
Частицы 50–100 мкм, %	24,2	43,4	40,8	39,0
Частицы > 100 мкм, %	7,3	20,2	16,9	14,9
Кислотность, град	2,48	2,84	2,60	2,44
ВСС, %	68,50	121,26	115,35	111,41
ЖСС, %	112,10	78,62	76,25	74,67
Набухаемость, мл воды/10 г	5,82	17,66	16,40	15,56

Все смеси связывали воду в 1,6–1,8 раза сильнее контроля, их набухаемость была выше в 2,7–3,0 раза, а ЖСС — ниже на 30–33 %. Смесь 70:30 оказалась наиболее тонкодисперсной (46,2 % частиц менее 50 мкм), но имела наименьшие ВСС, ЖСС и набухаемость.

Смесь 50:50 занимала промежуточное положение: ВСС — 115,35 %, ЖСС — 76,25 %, набухаемость — 16,40 мл воды/10 г, кислотность — 2,60 град при 2,48 град у контроля. Выбор базового варианта не основывали на максимуме одного показателя. Смесь 50:50 принята базовой для разработки рецептуры сахарного печенья: она позволяет изучить совместное действие обоих видов муки при сбалансированных технологических свойствах.

Рисово-нутовые смеси

С ростом доли нутовой муки с 20 до 80 % содержание белка в смеси возрастало на 8,22 г/100 г, пищевых волокон — на 5,53 г/100 г, а углеводов снижалось на 16,36 г/100 г (табл. 2). Начиная с соотношения 70:30, смеси превосходят МВС по содержанию белка (10,41 против 9,71 г/100 г). Зависимости от доли нутовой муки X имеют вид:

белок: $y = 6{,}30 + 0{,}137X$; (4)

пищевые волокна: $y = 1{,}05 + 0{,}0921X$. (5)

Каждые 10 п.п. нутовой муки повышают расчётное содержание белка на 1,37 г/100 г, пищевых волокон — на 0,92 г/100 г. Это в 8–9 раз больше, чем

ISSN 3030-3907

при таком же увеличении доли кукурузной муки (уравнения 2, 3), то есть нутовая мука — значительно более эффективный обогатитель рисовой основы.

Особый интерес представляет смесь 80:20. Введение 20 % нутовой муки повышает содержание белка по сравнению с рисовой мукой на 43,5 % (до 9,04 г/100 г), а пищевых волокон — в 2,75 раза (до 2,89 г/100 г). По содержанию белка эта смесь уступает МВС лишь на 6,9 %, по содержанию пищевых волокон превосходит её на 20,4 %, а содержание углеводов (73,55 г/100 г) и жира (1,47 г/100 г) близко к контролю. Таким образом, смесь 80:20 по макронутриентному составу приближается к пшеничной муке, не содержа её белков.

Смеси с большей долей нута богаче белком и пищевыми волокнами, однако для кексов не менее важны способность теста сохранять форму, структура, вкус и цвет изделий; необходимость подбора дозировки нутовой муки в кексах подтверждается данными [3]. Поэтому базовой принята смесь 80:20. Расчёт по правилу аддитивности на основе данных табл. 1 даёт для неё ВСС около 123 %, ЖСС около 76 % и набухаемость около 16,7 мл воды/10 г, то есть свойства, близкие к рисово-кукурузной смеси 50:50; эти оценки подлежат экспериментальной проверке.

Композитная смесь муки второго сорта и отрубей

Мука второго сорта и особенно отруби превосходят МВС по содержанию белка, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов группы В (табл. 4).

Таблица 4

Химический состав пшеничной муки и отрубей (в 100 г)

Показатель	**МВС**	**М2С**	**ПО**	**ПО / МВС, раз**
Белки, г	9,71 ± 0,20	11,70 ± 0,30	15,52 ± 0,12	1,6
Жиры, г	1,48 ± 0,10	1,83 ± 0,02	4,31 ± 0,05	2,9
Углеводы, г	72,82 ± 0,50	63,10 ± 0,50	18,00 ± 0,20	0,25
Пищевые волокна, г	2,40 ± 0,10	7,12 ± 0,08	43,10 ± 0,50	18,0
Зольность, %	0,50 ± 0,05	1,25 ± 0,01	5,55 ± 0,05	11,1

ISSN 3030-3907

Показатель	МВС	М2С	ПО	ПО / МВС, раз
Калий, мг	122	230	1260	10,3
Магний, мг	16	56	448	28,0
Железо, мг	1,20	2,10	10,60	8,8
Цинк, мг	0,70	1,50	7,30	10,4
Тиамин (B1), мг	0,17	0,35	0,75	4,4
Рибофлавин (B2), мг	0,04	0,08	0,26	6,5
Ниацин (PP), мг	1,20	2,80	13,50	11,3

В М2С содержание белка было выше, чем в МВС, на 20,5 %, пищевых волокон — в 3,0 раза, магния — в 3,5 раза, витаминов B1, B2 и PP — в 2,0–2,3 раза. Отруби содержали в 18 раз больше пищевых волокон и в 28 раз больше магния, чем МВС. Это объясняется концентрацией минеральных веществ и витаминов в оболочечных и алейроновом слоях зерна [7].

Для выбора рациональной пропорции рассчитан состав пяти смесей с долей отрубей от 10 до 30 % (табл. 5).

Таблица 5

Расчётный химический состав композитных смесей М2С:ПО, г/100 г

Соотношение М2С:ПО	Белок	Жир	Углеводы	Пищевые волокна
90:10	12,08	2,08	58,59	10,72
85:15	12,27	2,20	56,34	12,52
80:20	12,46	2,33	54,08	14,32
75:25	12,65	2,45	51,83	16,12
70:30	12,85	2,57	49,57	17,91

Уже при 10 % отрубей содержание белка в смеси на 24,4 % выше, чем в МВС, а при 30 % — на 32,3 %. В смеси 80:20 содержание белка выше контроля на 28,3 %, жира — на 57,4 %, пищевых волокон — почти в 6 раз, а углеводов ниже на 25,7 %. По расчёту на основе табл. 4, 100 г такой смеси содержат 436 мг калия, 134 мг магния, 3,8 мг железа и 2,7 мг цинка, что в 3,6; 8,4; 3,2 и 3,8 раза больше, чем в МВС.

Смеси с 25 и 30 % отрубей ещё богаче пищевыми волокнами, но увеличение доли отрубей может сопровождаться повышением

ISSN 3030-3907

водопоглотительной способности смеси, ослаблением структуры теста и снижением объёма изделий [10]. Поэтому соотношение 80:20 выбрано как компромисс между обогащением смеси пищевыми волокнами и ограничением доли отрубей. Смесь имеет более тёмный, кремово-сероватый оттенок с заметными частицами оболочек, что может придавать изделиям выраженный зерновой характер окраски, вкуса и аромата. Из-за высокого содержания пищевых волокон следует ожидать повышения ВСС и набухаемости смеси по сравнению с МВС [8]; их фактические значения подлежат экспериментальному определению.

ОБСУЖДЕНИЕ.

Смеси на рисовой основе не содержат пшеничной муки и, следовательно, белков клейковинного комплекса, относящихся к значимым аллергенам пшеницы [1]. Изделия на их основе можно рассматривать как продукцию с изменённым аллергенным профилем. Для позиционирования их как безглютеновых необходимы исключение перекрёстного загрязнения на производстве и лабораторный контроль содержания глютена в готовой продукции.

Введение нута добавляет в рецептуру бобовый аллерген. Для белков нута установлена серологическая перекрёстная реактивность с белками гороха, чечевицы и сои [11]. Поэтому изделия с рисово-нутовой смесью не подходят лицам с сенсибилизацией к бобовым и должны сопровождаться соответствующей маркировкой. Отсутствие клейковинного каркаса в обеих смесях может потребовать введения структурообразователей: в частности, для печенья из рисово-нутовой муки применялись экссудатные камеди [4].

Смесь М2С:ПО содержит белки пшеницы, включая глютен, и не может рекомендоваться при целиакии или аллергии на пшеницу. Можно предположить, что её аллергенный потенциал снижается за счёт трёх факторов: снижения относительной доли глиадиновой фракции в пользу альбуминов и глобулинов периферийных слоёв зерна [7], экранирования белковых эпитопов нерастворимыми волокнами отрубей и сорбции антигенных детерминант пищевыми волокнами в желудочно-кишечном тракте [8]. Однако альбумин-глобулиновая фракция пшеницы сама содержит аллергенные белки, поэтому данная гипотеза требует иммунохимической проверки, например оценки связывания IgE сыворотками сенсибилизированных лиц. Основное преимущество этой смеси, обоснованное расчётом, — повышение пищевой ценности.

Работа имеет ограничение: состав и свойства смесей получены расчётом по правилу аддитивности, тогда как взаимодействие компонентов при замесе и выпечке может давать неаддитивные эффекты. Следующий этап

ISSN 3030-3907

— экспериментальное определение свойств выбранных смесей, реологии теста и показателей качества сахарного печенья и кексов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

1. Нутовая мука сорта «Юлдуз» содержит 20,00 г/100 г белка и 10,26 г/100 г пищевых волокон, её ВСС составляет 195,0 %, набухаемость — 26,4 мл воды/10 г. Рисовая мука может служить углеводной основой смесей, кукурузная занимает промежуточное положение.

2. В расчёте на каждый процентный пункт доли нутовая мука даёт в 8–9 раз больший прирост содержания белка и пищевых волокон в смесях на рисовой основе, чем кукурузная.

3. В качестве базовых композиций выбраны рисово-кукурузная смесь 50:50 с промежуточными технологическими свойствами (ВСС 115,35 %, ЖСС 76,25 %) и рисово-нутовая смесь 80:20. Расчётное содержание белка в последней — 9,04 г/100 г, пищевых волокон — 2,89 г/100 г, что по волокнам на 20,4 % больше, чем в МВС.

4. Композитная смесь М2С:ПО 80:20 по расчёту содержит 14,32 г/100 г пищевых волокон (почти в 6 раз больше, чем МВС) и на 28,3 % больше белка; в ней также в 3,2–8,4 раза больше калия, магния, железа и цинка.

5. Смеси на рисовой основе, не содержащие пшеничной муки, изменяют аллергенный профиль изделий. Смесь М2С:ПО повышает пищевую ценность изделий, а её влияние на аллергенный потенциал требует экспериментального подтверждения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аллергология и иммунология: национальное руководство / под ред. Р. М. Хаитова, Н. И. Ильиной. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. — 656 с.

2. Содержание амилазы, крахмала и белка в зёрнах риса (Oryza sativa), выращенных при различных слоях воды // O‘zbekiston qishloq va suv xo‘jaligi. — 2025. — № 2. — С. 42–45. — URL: https://arm.ssuv.uz/journal/pdf_697458204dcb4.pdf

3. Gómez M., Oliete B., Rosell C. M., Pando V., Fernández E. Studies on cake quality made of wheat–chickpea flour blends // LWT — Food Science and Technology. — 2008. — Vol. 41, № 9. — P. 1701–1709. — DOI: 10.1016/j.lwt.2007.11.024.

4. Hamdani A. M., Wani I. A., Bhat N. A. Gluten free cookies from rice-chickpea composite flour using exudate gums from acacia, apricot and karaya // Food Bioscience. — 2020. — Vol. 35. — Article 100541. — DOI: 10.1016/j.fbio.2020.100541.

5. Струпан Е. А., Типсина Н. Н., Демиденко Г. А., Михиенко В. В. Разработка нового кондитерского изделия с использованием муки из кукурузы // Вестник

ISSN 3030-3907

КрасГАУ. — 2021. — № 10 (175). — С. 184–188. — DOI: 10.36718/1819-4036-2021-10-184-188.

6. Музафарова Х. М., Курбанов М. Т., Атамуратова Т. И. Функциональные свойства и технологический потенциал зернобобовых премиксов целевого назначения // Universum: технические науки. — 2025. — № 1 (130). — DOI: 10.32743/UniTech.2025.130.1.19120.

7. Егоров Г. А. Технология муки. Технология крупы. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: КолосС, 2005. — 296 с.

8. Тутельян В. А., Байгарин Э. К., Погожева А. В. Пищевые волокна: гигиеническая характеристика и оценка эффективности. — М.: СвР-Аргус, 2012. — 243 с.

9. Министерство сельского хозяйства Республики Узбекистан. Государственный реестр сельскохозяйственных культур, рекомендованных к посеву на территории Республики Узбекистан. — Ташкент, 2024. — URL: https://api-portal.gov.uz/uploads/32a7fedc-96b6-370b-2536-0778ca7e5b0d_media_.pdf

10. Пащенко Л. П., Жаркова И. М. Технология хлебопекарного производства. — СПб.: Лань, 2014. — 672 с.

12. Bar-El Dadon S., Pascual C. Y., Reifen R. Food allergy and cross-reactivity — chickpea as a test case // Food Chemistry. — 2014. — Vol. 165. — P. 483–488. — DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.05.138.

ISSN 3030-3907