



5. Сардак М.О. Носівська селекційно-дослідна станція. 100 років творчого шляху [Текст] \ М.О. Сардак \ [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://base.dnsgb.com.ua/INB/2011-4/>
6. Марухняк Г.І. Продуктивність і якість зерна півчастих і голозерних сортотразків вівса [Текст] \ Г.І. Марухняк \ Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Міжвідомчий науковий збірник. – 2008. – Вип.50. – С.79-86.
7. Животков Л. Голозерний овес — на поля України [Текст] \ Л. Животков, М. Загинайло, В. Степаненко // Пропозиція. – 2009. – №3. – С.64-67.
8. Рыбалка А. Голозерный ячмень [Текст] \ А. Рыбалка, С. Полищук \ [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://www.zerno-ua.com/?p=13791>
9. Січкач В.І. Роль зернобобових культур у вирішенні білкової проблеми в Україні [Текст] \ В.І. Січкач \ Корми і кормовиробництво. – 2004. – №53. – С.110-115.
10. Нетупська І.Т. Стан та перспективи виробництва нуту в Україні [Текст] \ І.Т. Нетупська, С.М. Каленська \ Біоресурси та природокористування. – 2011. – Том3, №3-4. – С55-59.
11. Peltonen-Sainio P. Yield component differences between naked and conventional oat [Текст] \ P. Peltonen-Sainio \ Agronomy journal. – vol.86. – P.510-513.
12. Bhatti R.S. The potential of hull-less barley [Текст] \ R.S. Bhatti \ Cereal Chemistry. – 1999. – vol.76, №5. – P.589-599.

Поступила 12.12.2013

Адрес для переписки:
ул. Канатная, 112, г. Одесса, 65039

УДК 664.681: 005.936.42

Е.Г. ИОРГАЧЕВА, д-р техн. наук, профессор, Г.Н. СТАНКЕВИЧ, д-р техн. наук, профессор,
О.В. МАКАРОВА, канд. техн. наук, доцент, С.М. КАПЕТУЛА, канд. техн. наук, ст. преподаватель
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА БИСКВИТНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ НА ОСНОВЕ МУЧНЫХ СМЕСЕЙ

В статье теоретически обосновано и экспериментально подтверждено оптимальное содержание амарантовой муки в рецептурах бисквитов при использовании разной по «силе» пшеничной муки. Показана целесообразность внесения амарантовой муки в количестве от 10 до 30 % от массы пшеничной муки, что привело к ослаблению клейковины и доказало целесообразность использования ее в технологии бисквитных полуфабрикатов.

Ключевые слова: амарантовая мука, бисквитное тесто, бисквит, клейковина, мучная смесь.

The paper theoretically substantiated and experimentally validated optimal content of amaranth flour in recipes for biscuits by using different "strength" of wheat flour. The expediency of making amaranth flour in an amount of from 10 to 30 % by weight of flour, wheaten, which led to a weakening of gluten and has proven its usefulness in the technology biscuit semis.

Keywords: amaranth flour, biscuit dough, cake, gluten flour mixture.

Введение.

Массовая доля пшеничной муки в рецептуре бисквитных полуфабрикатов невелика и не превышает 30 % [1]. Несмотря на это, мука выполняет большую технологическую и структурную функцию, особенно в случае однофазного способа приготовления бисквитного полуфабриката, т.к. наряду с другими компонентами должна обеспечить возможность расширения пузырьков воздуха в результате повышения температуры при выпечке изделий, не допустить разрыва обволакивающих дисперсную фазу пленок и слияния отдельных пузырьков для получения полуфабрикатов с равномерной и хорошо развитой пористостью. Кроме того, мука обеспечивает фиксацию аэрированной пенообразной структуры бисквитного теста, закрепление которой происходит благодаря взаимосвязи клейстеризованных крахмальных зерен и денатурированного белка и их затвердеванию из-за потери влаги на последней стадии выпечки, а также при охлаждении и выстаивании изделий.

Однако при производстве бисквитного полуфабриката зачастую используется пшеничная мука с разными технологическими характеристиками, что не позволяет получать изделия стабильного качества. Поэтому для регулирования силы пшеничной муки

(снижения количества клейковины в тесте, ослабления ее свойств) в рецептурах бисквитов предусмотрено внесение крахмала. Содержание и качество клейковины в муке при изготовлении изделий из бисквитного теста для предотвращения его «затягивания» можно регулировать и внесением нехлебопекарной муки, не содержащей клейковины. Общеизвестно, что именно качество клейковины характеризует «силу» муки.

Соотношение нехлебопекарной и пшеничной муки в мучных смесях для приготовления бисквитного полуфабриката определяется их химическим составом, биохимическими и технологическими свойствами. Усовершенствование технологии бисквитного полуфабриката с применением нетрадиционных видов муки основывается на изучении закономерностей изменения свойств теста и качества готового полуфабриката, потребительских характеристик полученных изделий. В качестве такого сырья выбрана амарантовая мука (АМ) [2 – 5]. Для определения оптимального соотношения пшеничной (ПМ) и амарантовой муки, составляли их смеси – 90:10, 85:15, 80:20, 75:25, 70:30, в которых определяли содержание и качество сырой клейковины, ее деформационные характеристики.



Обсуждение результатов.

При проведении исследований использовали два образца муки – первый по качеству клейковины характеризовался как сильный, второй – как средний (табл. 1).

Как видно из представленных данных, введение амарантовой муки в мучную смесь снижает количество клейковины и ее упругие свойства, т.е. ослабляет среднюю и сильную пшеничную муку, позволяя получить требуемую для бисквитного теста «силу» муки. С увеличением содержания муки амарантовой в смесях до 30 % выход сырой клейковины уменьшается по сравнению с контролем на 6...7 %, а ее гидратационная способность, напротив, повышается на 70...80 %, снижается способность клейковины оказывать сопротивление деформирующей нагрузке. Полученные результаты можно объяснить особенностями химического состава амарантовой муки и особенностями взаимодействия структурных составляющих амарантовой и пшеничной муки. Уменьшение выхода клейковины в смесях обусловлено снижением клейковинообразующих пшеничных белков, снижением степени набухания клейковины в результате увеличения массовой доли жиров при повышении содержания АМ в смеси. Расслабление клейковины, очевидно, связано с разрушением плотности и прочности «упаковки» ее белкового вещества в его третичной и четвертичной структуре за счет сокращения числа дисульфидных и иных возможных связей [2, 5, 6].

Таким образом, замена части пшеничной муки на амарантовую в количестве 10...30 % позволит получить необходимые для бисквита технологические показатели качества мучной смеси. По показателям качества клейковины рациональным соотношением ПМ:МА является для сильной муки 75:25, для средней – 80:20.

Так как характер формирования бисквитного теста зависит от рецептурных компонентов и технологических свойств используемой муки, изменение рецептурного состава влияет на структурно-механические свойства теста и качество готовых изделий. В ходе исследований определяли степень влияния амарантовой муки на такие показатели качества как плотность, влажность бисквитного теста и упек, удельный объем, пористость выпеченных бисквитных полуфабрикатов. За основу приняли рецептуру бисквита «Основной». Тесто готовили в две фазы холодным способом. При приготовлении контрольного образца использовали пшеничную муку со слабой по силе клейковине (ИДК – 100 ед.пр). Плотность и влажность теста находились в рекомендуемом диапазоне: $\rho=450...550 \text{ кг/м}^3$ и $W = 36...38 \%$, соответственно (табл. 2).

Бисквит из муки с сильной и средней клейковиной отличался низким качеством – это объясняется тем, что сильная клейковина поглощает по сравнению со слабой клейковиной больше воды, что повышает ее упругость, формируя в бисквите более жесткую структуру. Это ухудшает вкусовые качества бисквита, формируя в нем толстостенную пористость и жесткий мякиш.

Установлено, что пористость бисквитов, приготовленных из муки со слабой клейковиной значительно выше по сравнению с бисквитом, полученным из муки с сильной и средней клейковиной, т.к. чем слабее мука, тем быстрее происходит процесс формирования теста. Как видно из представленных данных содержание АМ в смеси до 25 % в случае использования сильной и 20 % средней муки повышает пористость бисквитного полуфабриката, его удельный объем, что вероятно обусловлено снижением упругости клейковины, жиромульгирующей и

Таблица 1

Показатели качества мучной смеси из пшеничной и амарантовой муки ($n=3, P \leq 0,05$)

Номер образца	Показатели качества					
	Клейковины					Муки
	Массовая доля МА, %	Выход, %	ИДК-1, ед. прибора	ГС, %	Растяжимость над линейкой, см	ВПС, %
1	0	25,6	55,0	165	12	56
	10	24,1	70	175	15	56
	15	21,8	82,5	180	16,5	57
	20	20,3	95	210	20	59
	25	19,4	100	230	22	63
	30	-	-	-	-	-
2	0	24,8	82,5	180	15	52
	10	23,6	85	225	18	54
	15	20,9	90	230	18	56
	20	19,8	97,5	235	21,5	58
	25	18,2	110	250	24	60

Таблиця 2

Показатели качества бисквитного теста и выпеченного полуфабриката ($n=3, P \leq 0,05$)

Показатели	Контроль	Соотношение ПМ:АМ, %; Образец 1				
		90:10	85:15	80:20	75:25	70:30
Плотность теста, кг/м ³	450	460	458	455	452	480
Влажность теста, %	36	36	37	38	37	37
Пористость, %	78	80	81	82	83	77
Удельный объем, см ³ /100 г	370	380	395	390	400	380
Показатели	Контроль	Соотношение ПМ:АМ, %; Образец 2				
		90:10	85:15	80:20	75:25	70:30
Плотность теста, кг/м ³	450	458	456	454	460	482
Влажность теста, %	36	36	37	37	37	37
Пористость, %	78	79	80	81	78	76
Удельный объем, см ³ /100 г	370	375	380	395	375	370

Таблиця 3

Матрица планирования и результаты экспериментов

N	Условия экспериментов				Результаты экспериментов (удельный объем), см ³ /100г
	в натуральных переменных		в кодированных переменных		
	$m, \%$	$t, \text{°C}$	x_1	x_2	y
1	10	15	–	–	365
2	30	15	+	–	367
3	10	45	–	+	302
4	30	45	+	+	304
5	10	30	–	0	358
6	30	30	+	0	360
7	20	15	0	–	393
8	20	45	0	+	330
9	20	30	0	0	386

пенообразующей способностью биополимеров амарантовой муки [2, 4, 7]. Эти свойства белков проявляются при получении жировых эмульсий и пен за счет присутствия в одной белковой цепи гидрофобных и гидрофильных группировок, обеспечивающих распределение молекул определенным образом на границе раздела вода-газ. Ориентация гидрофильных групп белка к воде на границе раздела фаз в виде прочного адсорбционного слоя снижает поверхностное натяжение в дисперсных системах, делает их агрегативно устойчивыми и одновременно более вязкими, что обуславливает термодинамическую стабильность пищевой системы [2].

Серия проведенных исследований показала, что использование амарантовой муки в составе мучной смеси для производства бисквитов позволит получить мякиш с хорошо развитой структурой порис-

тости в случае использования муки с сильной клейковиной.

Для оптимизации технологических параметров и соотношения компонентов мучной смеси при производстве бисквита «Основной» использовали метод математического планирования экспериментов на основе квадратичного плана двухфакторного эксперимента Бокса на кубе типа B_2 с центральной точкой [8, 9].

Основными факторами, влияющими на качество бисквита, были выбраны массовая доля АМ в мучной смеси (m) и температура яично-сахарной смеси (t).

Критерием оценки влияния массовой доли МА и температуры яично-сахарной смеси на качество бисквита основного был выбран показатель удельного объема (y).

Были приняты следующие граничные значения входных факторов:

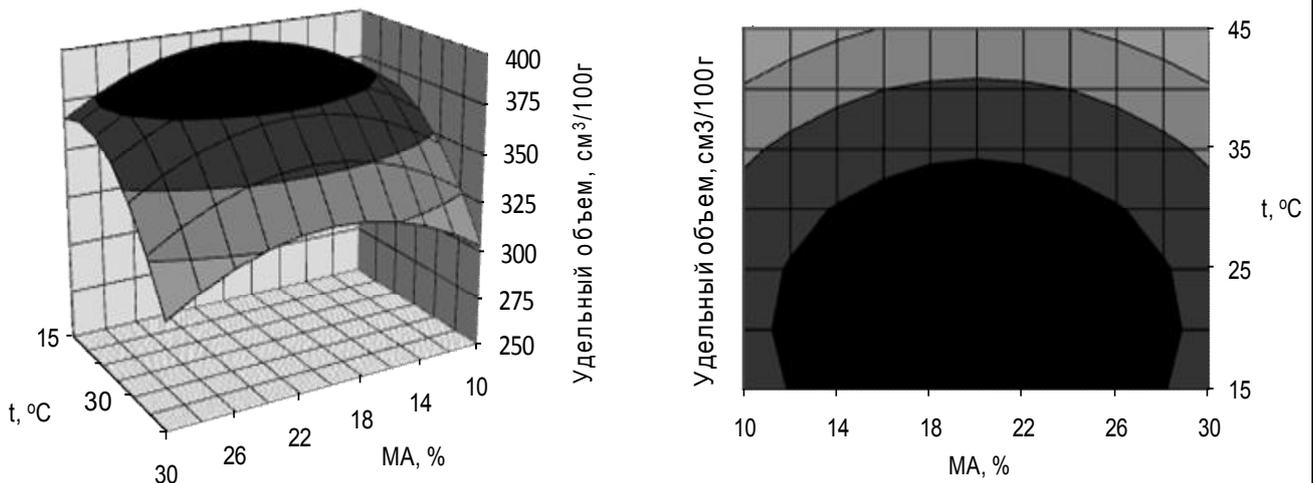
- массовая доля АМ (m) была в пределах 10...30 %;
- температура яично-сахарной смеси (t) была в пределах 15...45 °С.

При планировании и составлении матрицы эксперимента от натуральных переменных m и t перешли к кодированным x_1 и x_2 соответственно.

План и результаты экспериментов для производства бисквита «Основного» на основе смесей из амарантовой муки и средней по силе пшеничной муки приведен в табл. 3.

Обработав экспериментальные данные методом последовательного регрессионного анализа по разработанной в ОНАПТ компьютерной программе PLAN [9], было получено уравнение регрессии в кодированных переменных, описывающее зависимость удельного объема бисквита от массовой доли МА и температуры яично-сахарной смеси при использовании средней по силе муки:

$$y = 386,0 - 31,5x_2 - 27,0x_1^2 - 24,5x_2^2$$



□ 250-275 □ 275-300 □ 300-325 □ 325-350 □ 350-375 □ 375-400 □ 250-275 □ 275-300 □ 300-325 □ 325-350 □ 350-375 □ 375-400

Рис. 1 – Влияние входных факторов на удельный объем бисквита

Результаты обработки экспериментальных данных по программе PLAN, в том числе и статистическая оценка полученного уравнения показали, что данное уравнение при уровне значимости 0,05 адекватно описывает экспериментальные данные, поскольку расчетное значение критерия Фишера ($F_p=3,24$) меньше критического значения ($F_{кр}=4,77$).

Учитывая, что по коэффициентам регрессии в квадратичном уравнении сложно сделать анализ влияния исследованных факторов на удельный объем бисквита [8], приведена графическая интерпретация уравнения, которая дает более наглядное представление об этом влиянии (рис. 1).

Увеличение массовой доли АМ до 20% и температуры яично-сахарной смеси с 15 до 21°C сначала приводят к росту удельного объема бисквита, а затем к его снижению. Таким образом, существуют определенные значения исследуемых факторов m и t , при которых удельный объем бисквита принимает

наибольшее (оптимальное) значение. Элементарное исследование уравнения на наличие экстремума позволило определить оптимальные значения исследованных факторов:

- массовая доля муки амарантовой $m^{opt} = 20,0\%$ для средней по «силе» муки;
- температура яично-сахарной смеси $t^{opt}=20,4^\circ\text{C}$.

Эти оптимальные условия технологии обеспечивают получение наибольшего удельного объема бисквита, который равен $y^{opt} = 396 \text{ см}^3/\text{г}$.

Выводы.

Таким образом, на основании проведения полного двухфакторного эксперимента оптимизированы технологические параметры производства бисквитного полуфабриката [10] и соотношение составляющих мучных смесей, что позволило получить изделия повышенной пищевой ценности с высокими потребительскими свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Общественное питание. Справочник кондитера [Текст] / – М.: Экономические новости, 2003. – 640 с.
2. Шмалько, Н. А. Амарант в пищевой промышленности [Текст] / Н. А. Шмалько, Ю. Ф. Росляков. // Краснодар: Просвещение – Юг, 2011. – 489 с.
3. Шмалько Н.А. Влияние термической обработки на углеводно-амилазный комплекс семян амаранта и амарантовой муки / Н.А. Шмалько, Ю.Ф. Росляков, Л.К. Бочкова [Текст] / Известия вузов. Пищевая технология. 2004. - № 4. с. 29-30.
4. Леонтьева Н.А. Применение муки амаранта в мучных изделиях [Текст] / Н.А. Леонтьева // Тез. Докл. I Междунар. Симпозиума «Новые нетрадиционные растения и перспективы их практического использования» Пуццино 1-5 августа 1995.-Пуццино, 1995.-С.135-137.
5. Мелешкина Е. Новое в переработке и использовании амаранта [Текст] / Е. Мелешкина, А. Меньшин, С. Смирнов, Е. Кириллова, А. Медведев // Хлебопродукты № 9 -2005 с.45-47.
6. Colmenares de Ruiz, A.S. Effects of germination on the chemical composition and nutritive value of amaranth grain [Text] / A. S. Colmenares de Ruiz, R. Bres-sani // Cereal Chem. – 1990. □ Vol. 67. □ P. 519 – 522.
7. Луценко, У. Н. Разработка показателей оценки свойств амарантовой муки для использования в хлебопекарном производстве [Текст] / У. Н. Луценко // Автореф. дисс. канд. техн. наук. – М., 1998. □ 26 с.
8. Остапчук, М.В. Математичне моделювання на ЕОМ: Підручник [Текст]/ М.В. Остапчук, Г.М. Станкевич.– Одеса: Друк, 2006.– 313 с.
9. Математическое моделирование процессов пищевых производств: Сб. задач: Учеб. пособие [Текст] /Н.В.Остапчук, В.Д.Каминский, Г.Н.Станкевич, В.П.Чучуй; Под ред. Н.В.Остапчука. – К.: Вища шк., – 1992. – 175 с.
10. Пат. UA27633, МПК (2006.01) A21D13/08. Спосіб приготування бисквітного напівфабрикату [Текст] / Іорганова К. Г., Канетула С. М., Макарова О. В., Салавеліс А. Д.; заявник і патенто власник Одеська національна академія харчових технологій – U 200706967; заявл. 21.06.2007; зареєст. 11.11.2007, Бюл. № 18.

Поступила 04.11.2013

Адрес для переписки:
ул. Канатная, 112, г. Одесса, 65039

