

5. Матвеева, И.В. Биохимические основы приготовления хлеба / И.В. Матвеева, И. Г. Белявская. – М. : Делти принт. – 2001. – 148 с.
6. Сборник рецептов на хлеб и хлебобулочные изделия. Сост. П.С. Ершов.-СПб.: «ПРОФИ-ИНФОРМ» – 2005. – 36 с.

УДК 664.723

ВЛИЯНИЕ СУШКИ НА ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕРНА, МУКИ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ХЛЕБА

**Штейнберг Т. С., канд. техн. наук, Сорочинский В. Ф., доктор техн. наук,
Мелешкина Е.П., доктор техн. наук**
**Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт
зерна и продуктов его переработки Российской академии сельскохозяйственных наук
(ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии), г. Москва**

Приведены результаты экспериментальных исследований по влиянию различных режимов сушки на изменение фотометрических характеристик зерна пшеницы, продуктов его размола, качества муки и хлеба. Установлено, что при сушке зерна можно улучшить качество муки по показателю белизны, увеличить ее выход, а также улучшить хлебопекарные свойства зерна.

Results of experimental researches on influence of various modes of drying on change of photometric characteristics of grain of wheat, products of grinding, quality of a flour and bread are resulted. It is established, that at grain drying it is possible to improve quality of a flour on a whiteness indicator, to increase its exit, and also to improve baking properties of grain.

Ключевые слова: фотометрические характеристики, белизна, сушка зерна, пшеница, качество муки и хлеба.

Природно-климатические условия большинства зернопроизводящих районов Российской Федерации определяют первостепенную роль сушки зерна в обеспечении сохранности и безопасности собранного урожая. Ежегодно 50...75 % валового сбора зерновых и зернобобовых культур, маслосемян и кукурузы подвергаются сушке. Своевременно и правильно проведенная сушка не только повышает стойкость зерна при хранении, но и улучшает его санитарно-гигиенические, продовольственные и семенные показатели. При соблюдении рекомендованных режимов сушки происходит выравнивание зерновой массы по влажности и степени зрелости, улучшаются цвет, внешний вид и технологические достоинства [1].

В настоящей статье приведены результаты изучения влияния процесса сушки на фотометрические характеристики зерна, продуктов его размола и показатели качества хлеба. Исследования проведены на зерне пшеницы I и IV типов. Сушку зерна пшеницы различной начальной влажности проводили на стеновой установке ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии при различной температуре сушильного агента.

Проведено 3 серии опытов – в 1-ой и 2-ой сериях использованы пробы зерна пшеницы I типа, в 3-ей серии – IV типа. В первой и второй серии опытов зерно пшеницы с начальной влажностью соответственно 18,3 % и 22,5 % высушивали при температуре сушильного агента от 46 до 82 °С со средней дискретностью изменения температуры 12 °С, при этом максимальная температура нагрева зерна составляла 38...70 °С. В третьей серии опытов использовали четыре пробы зерна пшеницы с начальной влажностью 13,6, 16,2, 19,4 и 22,3 % . Температура сушильного агента составляла 83,0 – 88,0 °С, при этом температура нагрева зерна в процессе сушки достигала 67 – 80 °С. Скорость сушильного агента во всех опытах составляла 0,5 – 0,6 м/с.

В процессе сушки зерна периодически контролировали температуру нагрева зерна, температуру сушильного агента, влажность зерна.

Анализ показателей качества зерна I типа после сушки по массовой доле сырой клейковины, ее качеству, числу падения показал, что даже длительный нагрев зерна при невысоких температурах сушильного агента и отсутствии его перегрева не оказывал существенного влияния на указанные показатели хлебопекарных свойств зерна. Однако, кратковременный нагрев зерна до 70 °С повлиял на показатель массовой доли клейковины, который снизился по сравнению с контрольной пробой с 21,1 % до 19,1 %.

По результатам третьей серии по сушке зерна пшеницы IV типа с начальной влажностью от 13,6 % до 22,3 % установлено, что сушка зерна вызвала изменение качества зерна, особенно с влажностью све-

пе 19 %, при его перегреве до 67 – 80 °С. Количество сырой клейковины уменьшилось на 4,5 % и 6 % (с 28,0 % до 23,5 % и 21,9 %), качество клейковины изменилось с 75,0 до 47,0 и 27,0 ед. ИДК соответственно для проб с исходной влажностью 19,4 % и 22,3 %, что согласуется с литературными данными [2].

Для изучения влияния сушки зерна при разных температурах сушильного агента и его нагрева на фотометрические характеристики продуктов размола зерна проведены лабораторные помолы всех проб просушенного зерна. Определены белизна и выходы муки с систем размола. Сформированы пробы муки с общим выходом 75 % для первой и второй серии опытов (I тип зерна) и с общим выходом 70 % для третьей серии (IV тип).

Анализ полученных данных показал, что белизна муки со всех систем, полученных при размоле зерна I типа, подвергнутого сушке практически во всех случаях проведенных экспериментальных исследований, выше белизны муки с систем, полученных при размоле контрольного зерна. При этом по мере увеличения температуры сушильного агента и нагрева зерна наблюдается заметная тенденция улучшения белизны муки на отдельных системах (2 р.с., 3 р.с. III др.с.) от 7,0 усл. ед. РЗ-БПЛ до 18,3 усл. ед. Белизна же проб муки с 1 р.с., полученных при размоле всех проб зерна, подвергнутого сушке, практически одинакова с белизной муки с 1 р.с. при размоле контрольного зерна.

Во всех сериях опытов процесс сушки зерна вызвал увеличение общего выхода муки от 0,2 до 2,3 % по сравнению с общим выходом муки, полученным при размоле контрольных проб (за исключением одной пробы первой серии опытов, сушка которой осуществлялась при наименьших значениях температуры нагрева зерна и сушильного агента).

Наблюдаемое улучшение белизны муки с систем и повышение выхода объясняется следующим – процесс сушки влажного и сырого зерна можно рассматривать на начальных стадиях сушки как процесс его термовлажностной обработки, который моделирует процесс кондиционирования. Под воздействием тепла на влажное зерно происходит повышение эластичности и прочности его поверхностных оболочек и снижение прочности эндосперма, что приводит к повышению выхода муки с размольных систем, а, следовательно, и общего выхода.

Необходимо отметить, что в третьей серии опытов при температуре сушильного агента 83 °С – 88 °С и перегреве зерна белизна муки с отдельных систем (2 р. и 3 р.) ниже (на 1,0-9,0 усл. ед.) белизны муки с этих систем контрольной пробы.

По результатам лабораторных помолов зерна I типа с различной исходной влажностью (18,3 % и 22,5 %), подвергнутого сушке, построены кумулятивные кривые зависимости белизны муки (Б) от выхода (В) соответственно для каждой серии эксперимента.

Для примера на рисунке 1 приведены кумулятивные кривые зависимости белизны муки, полученной при лабораторных помолках исходного зерна пшеницы и зерна с исходной влажностью 22,5 %, подвергнутого различным режимам сушки, от выхода.

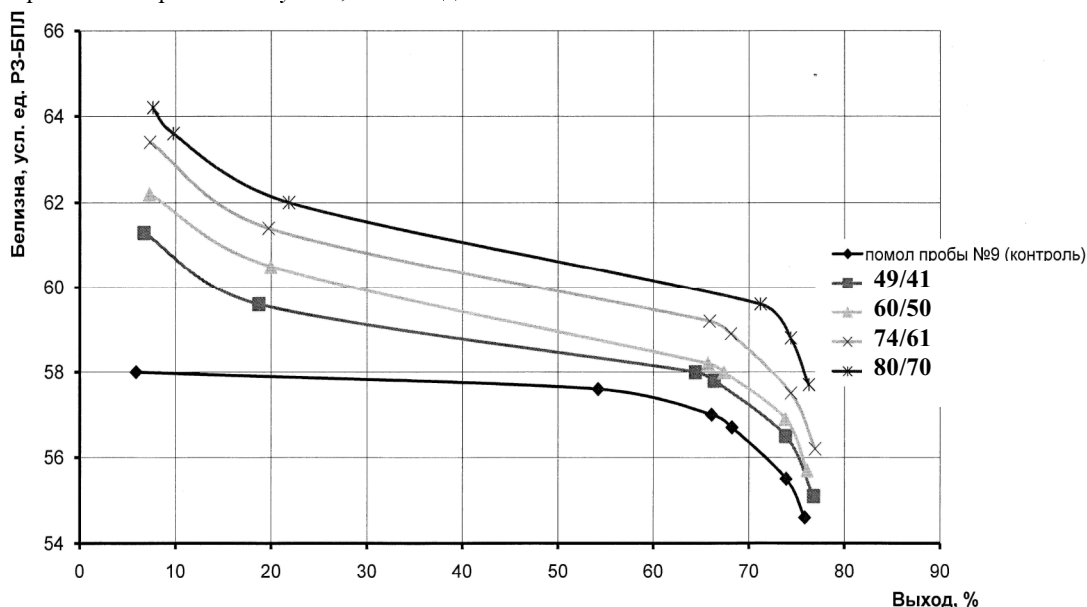


Рис. 1 – Кумулятивные кривые зависимости белизны муки от выхода

Примечание к рис. 1: В обозначении кривых – в числителе указана температура сушильного агента (t, °С), в знаменателе – температура нагрева зерна (θ, °С).

Из рис.1 видно, что средневзвешенная белизна муки, полученной при помолах зерна, подвергнутого сушке, при любых выходах выше белизны муки, полученной при помоле пробы контрольного зерна.

В таблице 1 приведены сравнительные данные качества сортов муки с общим выходом 75 %, сформированных из потоков муки с систем, полученных при лабораторных помолах зерна I типа (выборочно при различных температурах сушильного агента и нагрева зерна).

Анализ данных, приведенных в таблице, показывает, что все сформированные сорта муки по белизны соответствуют высшему сорту (ГОСТ Р 52189-2003). Содержание фракции крупностью 25/61 (проход сита № 25/сход с сита № 61) в муке, сформированной из потоков муки с систем, полученных при размоле исходного (контрольного) зерна, и зерна, подвергнутого сушке, практически одинаково – 25 – 30 %, т.е. равно установленному базису на высший сорт или на 5 % выше его (ГОСТ 26361-84).

Таблица 1 – Показатели качества сформированных сортов муки с общим выходом 75 %

№№ п/п	Влажность зерна до сушки, %	Исследуемая проба	Белизна, усл. ед. РЗ-БПЛ	Содержание фракции 25/61, %	Массовая доля клейковины в муке, %	Качество клейковины в муке, ед. ИДК	Группа качества клейковины в муке	Число падения, с
1	18,3	46/38	54,0	31,8/30,0	26,84	68	I	379
2	18,3	80/68	56,0	28,7/30,0	24,80	36	II уд. кр.	395
3	22,5	49/41	55,0	25,6/25,0	25,76	56	I	377
4	22,5	82/70	57,0	25,9/25,0	24,52	29	III неуд. кр.	397
5	12,5	9 (контроль)	54,0	31,6/30,0	25,52	68	I	403

Примечание: В графе «Исследуемая проба» – в числителе указана температура сушильного агента t , °С; в знаменателе – температура нагрева зерна θ , °С.

Таким образом, белизна сортов муки, сформированных из потоков муки с систем, полученных при размоле зерна, подвергнутого сушке на 2-3 усл. ед. светлее муки, полученной при размоле исходного сухого зерна. Повышение эластичности и прочности оболочек влажного зерна в процессе сушки, обусловило их меньшую дробимость и уменьшение количества попадающих в муку измельченных оболочек. Это и объясняет улучшение белизны муки с размольных систем и сформированных сортов муки.

Пониженные тепловые режимы при сушке зерна при температуре сушильного агента ниже 50 °С и температуре нагрева зерна 38 – 41 °С способствовали (таблица 1) незначительному увеличению количества клейковины в муке по сравнению с количеством клейковины в контрольной пробе муки. При температуре нагрева зерна, превышающей 60 °С (68 °С и 70 °С), количество клейковины уменьшилось, при существенном укреплении, что негативно отразилось на ее качестве, что выражается в падении способности муки к набуханию. Это не противоречит исследованиям, ранее проведенным во ВНИИЗе [2,3].

Из литературных данных следует также [2,3], что активность ферментов возрастает с повышением температуры нагрева зерна. Оптимальной является температура нагрева зерна 40 – 50 °С. При дальнейшем повышении температуры нагрева зерна активность ферментов начинает падать. Высокое число падения – 403 с, которым характеризуется мука, полученная из исходного зерна, свидетельствует о низкой амилолитической активности. Уменьшение числа падения муки на 24 – 26 с в пробах, полученной из зерна, температура нагрева которого при сушке достигла 38 – 41 °С подтверждает положительное влияние оптимальной температуры нагрева зерна на активность ферментов.

В таблице 2 приведены результаты оценки качества хлеба, выпеченного по ГОСТ 27669-88 из муки, полученной при размоле зерна, подвергнутого сушке при разных режимах. В целом хлеб характеризовался хорошими показателями объемного выхода свыше 417 см³/100 г муки при норме не менее 400 см³/100 г муки, формоустойчивости (0,46-0,56 – при норме не менее 0,35). Хлеб также имел и высокий показатель пористости 74 – 83 %.

Известно, что при мягких режимах сушки можно не только полностью сохранить, но и добиться значительного улучшения хлебопекарных свойств пшеницы. Подтверждением этому являются данные оценки качества хлеба для проб муки, полученных из зерна с влажностью 18,3 % и 22,5 %, подвергнутого сушке при температуре нагрева зерна 38 – 41 °С. Качество хлеба, выпеченного из этих проб, лучше, по

объемному выходу, формоустойчивости, пористости, внешнему виду хлеба и по органолептической оценке его мякиша, чем качество хлеба, выпеченного из муки, полученной из сухого зерна, не подвергавшегося сушке (табл.2). Например, объемный выход хлеба этих проб выше объемного выхода хлеба из контрольной муки на 60 и 108 см³/100 г муки соответственно.

Таблица 2 – Показатели качества хлеба из муки, полученной при размоле зерна, подвергнутого сушке при разных режимах

№ № п/п	Исследуемая проба	Объемный выход, см ³		Формоустойчивость Н/Д	Пористость, %	Органолептическая оценка, балл		Суммарный балл	Оценка мякиша хлеба, % коэф. отр.
		Ф	П			внешний вид хлеба	мякиш		
1	контроль	427	468	0,52	79	4	5	9	46,6
2	46/38	487	468	0,46	82	4	5	9	46,8
3	80/68	422	455	0,56	74	4/5	5	10	48,4
4	49/41	535	535	0,54	83	5	5	10	47,3
5	82/70	417	439	0,56	76	3	5	8	49,0

Примечание: В графе «Исследуемая проба» – в числителе указана температура сушильного агента t, °С; в знаменателе – температура нагрева зерна θ, °С.

В таблице 2 также приведены результаты инструментальной оценки цвета мякиша хлеба в коэффициентах отражения. Взаимосвязь между инструментально определенным показателем цвета мякиша хлеба и белизной муки (данные по муке представлены в табл.1), полученной из зерна, подвергнутого сушке, тесная (коэффициент корреляции $r = 0,98 \pm 0,04$). Цвет мякиша хлеба улучшается с увеличением белизны муки. Это подтверждается ранее проведенными на большом экспериментальном материале исследованиями, свидетельствующими о том, что белизна мякиша хлеба на 72% зависит от белизны муки

В таблице 3 приведены данные третьей серии опытов, в которой зерно пшеницы IV типа было перегрето до 67 – 80 °С. В ней представлены белизна эндосперма, сортов муки, сформированных до 70 % выхода, а также приведены результаты отражательной способности цельносмолотого зерна, полученного по специальной методике. В этой же таблице представлены результаты оценки хлебопекарных свойств муки по пробной лабораторной выпечке хлеба.

Таблица 3 – Влияние режимов сушки зерна пшеницы IV типа на фотометрические характеристики продуктов ее переработки, качество муки и хлеба при перегреве зерна

Исследуемая проба	Влажность зерна до сушки, %	Характеристика продуктов размола зерна				Характеристика хлеба				
		Белизна				Общий выход, %	Объемный выход, см ³ /100 г муки	Формоустойчивость	Органолептическая оценка	
		цельносмолотого зерна, % коэф. отр.	усл. ед.		внешний вид				мякиш	
			эндосперм	сформированный сорт						
88/80	13,6	67,4	59,5	55,0	74,7	455	0,56	3	5	
84/67	16,2	68,5	62,0	57,0	73,7	534	0,61	3	5	
83/68	19,4	68,9	63,0	59,0	74,7	463	0,68	4	4	
84/69	22,3	69,1	63,0	60,0	75,1	360	0,60	3	3 (запах, несвойственный хлебу)	
Контроль-IV	-	70,0	62,0	57,0	72,7	503	0,59	4/5	5	

Примечание: В графе «Исследуемая проба» – в числителе указана температура сушильного агента t, °С; в знаменателе – температура нагрева зерна θ, °С.

Анализ данных, приведенных в таблице, показал, что все сформированные до 70 % выхода сорта муки по показателю белизна соответствуют высшему сорту. Различия белизны эндосперма зерна и муки

высшего сорта по всем пробам составляют 3,0 – 5,0 усл.ед. Белизна сформированных сортов муки находится в диапазоне от 55,0 до 60,0 усл.ед.

Данные о белизне цельносмолотого зерна, представленные в таблице, говорят об ухудшении белизны на 0,9-1,5% коэффициента отражения, что составляет 3,0 – 5,0 усл. ед. РЗ-БПЛ (1 усл. ед. = 0,3 % коэффициента отражения). Высушивание зерна с 13,6 % до 10,0 %, при температуре нагрева зерна до 80°C и времени просушивания 40 мин., привело к снижению белизны цельносмолотого зерна на 2,6 % коэффициента отражения, т.е. на 8,0 усл. ед. РЗ-БПЛ, что говорит о потемнении зерна при сушке. При визуальной оценке обнаружены также потемневшие и испорченные сушкой зерна.

Появление потемневших и испорченных зерен при перегреве зерна подтверждено результатами измерения цветовых и геометрических характеристик зерна (исходного – контрольного и подвергнутого сушке) на экспериментальном образце аппаратно-программного комплекса - сканирующем анализаторе зерна, разработанного в институте совместно с ООО «НИЦ «Интеллектуальные сканирующие системы». Анализатор зерна предназначен для неразрушающего контроля качества зерна по отдельным показателям, в основе которых лежат оптические свойства. При этом использована специально разработанная методика экспонирования зерна для получения сформированного цифрового изображения без искажения цветопередачи и размеров зерна с определенной установленной ориентацией зерна относительно источника света [4].

Анализ зерна проведен по 15 характеристикам цвета и 5 геометрическим характеристикам. Наиболее значимые различия в цвете контрольного зерна и поврежденного сушкой наблюдаются в красном участке спектра и по показателю «насыщенность». Изменения по этим показателям составили до 17 – 20 %.

Анализ данных таблицы 3 показал, что для проб односортной муки 70% выхода (с белизной 55,0 – 59,0 усл. ед.), сформированной из зерна IV типа, подвергнутого сушке при указанных в таблице температурах, объемный выход хлеба соответствует норме для муки высшего сорта [5]. Исследуемая проба 84/69 муки, полученная при размоле зерна подвергнутого сушке при t сушильного агента 84 °C и θ нагрева зерна 69 °C, несмотря на белизну 60,0 усл.ед. что соответствует высшему сорту, имела объемный выход хлеба значительно худший. Это свидетельствует о том, что перегрев высоковлажного зерна приводит к ухудшению качества хлеба и соответствует вышеприведенным данным, показывающим при указанном режиме сушки значительное уменьшение количества и качества клейковины из-за частичной денатурации белков зерна и разрушения ферментов.

Выводы

Результаты исследования влияния процесса сушки зерна на фотометрические характеристики продуктов его переработки и показатели качества хлеба показали:

1. Даже для сухого зерна при значительном его перегреве, несмотря на некоторое увеличение общего выхода муки, белизна цельносмолотого зерна, эндосперма и сформированного сорта муки уменьшается, уменьшается также объемный выход хлеба, формоустойчивость и внешний вид. При пересушке зерна и его перегреве выявлено появление потемневших и испорченных зерен.

2. Перегрев влажного и сырого зерна приводит к увеличению белизны эндосперма и сформированного сорта муки до 1 – 3 усл.ед. РЗ-БПЛ, а также к увеличению общего выхода муки на 2,4 %, однако, клейковина укрепляется на 28 – 48 ед. ИДК, количество сырой клейковины уменьшается на 2,1 – 6,1 %, снижается объемный выход хлеба, и хлеб приобретает несвойственный запах.

3. Просушенное при мягких температурных режимах влажное и сырое зерно при его нагреве до 38 – 41 °C обеспечивает, по сравнению с сухим зерном не подвергавшимся сушке, увеличение общего выхода муки на 1 % (при формировании сортов с общим выходом 75 %) и белизны на 2 – 3 усл. ед., при полном сохранении количества и качества клейковины. По органолептической оценке хлеб, выпеченный из муки, полученной из такого зерна, имеет внешний вид с оценкой 4 – 5 баллов и наивысшей – 5 баллов при оценке мякиша хлеба.

Литература

1. Сорочинский В.Ф. Роль сушки в обеспечении сохранности качества зерна // Научные основы хранения и переработки зерна в современных условиях. Монография под ред.д.т.н. Л.И.Мачихиной / К 80-летию ГНУВНИИЗРоссельхозакадемии. – М.: Типография Россельхозакадемии, 2008. – С.68-71.
2. Теребулина Н.А., Байков В.Г., Нечаев А.П. и др. Зависимость хлебопекарных свойств муки от температуры нагрева зерна пшеницы при сушке в элементарном слое // Сб. научных трудов ВНИИЗ. – 1976. – Вып.84. – С.48-56.
3. Соседов Н.И., Шухнова Н.В. Пути улучшения технологических свойств пшеницы в процессе ее сушки // Сб. научных трудов ВНИИЗ / Теория и техники сушки зерна. – 1970. – Вып.70. – С.36-42.

4. Штейнберг Т.С. (ГНУ ВНИИЗ), Аматауни А.Л., Болотов В.И. (ООО «НИЦ ИСС»). О перспективах создания аппаратно-программных средств для контроля качества зерна // Зерно и зернопродукты (КазНИИЗерна, Казахстан). – 2004. – № 3(4). – С.46-51.
5. Мелешкина Е.П. Связь числа падения со свойствами углеводно-амилазного комплекса муки // Хлебопродукты. – 2005. – № 9. – С.28-31.

УДК 664.64:664.665

ВИВЧЕННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДЕЛЬНИХ СИСТЕМ БЕЗБІЛКОВОГО ТІСТА

**Луньова О.С., здобувач, наук. співробітник, Кучерук З.І., канд. техн. наук, доцент
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків**

Вивчено структурно-механічні властивості модельних систем безбілкового тіста для спеціального дієтичного безбілкового хліба. Досліджено вплив структуроутворювальної добавки ксантану на пружно-еластичні та пластично-в'язкі властивості безбілкового тіста. Показано позитивний вплив цього гідроколоїду на формування структури тіста.

Structural and mechanical properties of model systems of non-protein dough for special dietary non-protein bread is searched. Influence of the structure-forming addition xanthan on the elastic-plastic and viscous properties of the the non-protein-free dough is reseached Positive influence of this hydrocolloid on forming of dough structure is shown.

Ключові слова: модельні системи безбілкового тіста, дієтичний безбілковий хліб, структуроутворювальної добавка ксантан, пружно-еластичні властивості, пластично-в'язкі властивості.

У технології приготування безбілкового тіста, як і традиційного тіста з пшеничного борошна, необхідно розрізнити стадію утворення (замішування) тіста і стадію його дозрівання. У випадку отримання тіста для традиційного пшеничного хліба борошно змішують з водою і за рахунок взаємодії структурних компонентів борошна з рідкою складовою утворюється тісто. У випадку замішування безбілкового тіста пшеничне борошно відсутнє. Тому потрібно вирішити проблему моделювання хлібопекарських властивостей пшеничного борошна в тістовій системі за умови його відсутності. Ідеться, перш за все, про імітацію структурно-механічних властивостей тіста.

За даними літературного огляду було визначено основні види сировини, які можуть бути використані під час виготовлення безбілкових хлібобулочних виробів та встановлено їхню роль у процесі виготовлення безбілкового тіста та готових виробів із нього (табл. 1).

Таблиця 1 – Основні види сировини, що можуть бути використані при розробці безбілкових хлібобулочних виробів

№ гр.	Найменування сировини	Роль сировини
1	Різні види нативних крохмалів	Структуроутворювачі
2	Гідроколоїди	Структуроутворювачі
3	Пшеничне та житнє борошно у малих кількостях (до 10 % до маси крохмалів)	Структуроутворювачі, джерела ферментів та живлення дріжджів, смаковий компонент
4	Біологічні та хімічні розпушувачі	Розпушувачі
5	Сахароза, глюкоза, мальтоза	Джерела живлення дріжджів
6	Жири	Пластифікатори
7	Сіль, цукор	Смакові добавки
	Харчові волокна, вітамінні та мінеральні премікси, суміші амінокислот без фенілаланіну	Збагачувальні добавки

За умови сумісного використання наведених рецептурних компонентів виникає вірогідність одержання хлібобулочних виробів з властивостями, наближеними до традиційних хлібобулочних виробів на основі пшеничного борошна. Структура безбілкової тістової системи, що моделюється, визначається, в основному, трьома першими групами сировини (табл. 1).

Проведений огляд літератури показав, що закордонні вчені висувають припущення стосовно можливості імітації клейковини в системах без борошна пшеничного за рахунок створення нескінченної безперервної матриці набряклим гідроколоїдом [1], проте цей механізм повністю не вивчений.