

УДК 664.66. 023.39

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУХОЙ ПШЕНИЧНОЙ КЛЕЙКОВИНЫ ПРИ КОРРЕКТИРОВКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

*Е.А.Назаренко, Р.Г.Кондратенко, Е.Ф.Тихонович,  
А.В.Ковалева*

Научно обоснована возможность использования добавок растительного происхождения – сухой пшеничной клейковины (глутена) с целью корректировки технологических свойств пшеничной муки. Разработана математическая зависимость, позволяющая по начальному содержанию клейковины в муке подобрать необходимую дозировку глутена к муке при производстве хлебобулочных и макаронных изделий. Доказано соответствие экспериментальных и теоретически полученных результатов, устанавливающих зависимость между количеством вносимого глутена и содержанием сырой клейковины в муке после его внесения. При добавлении в муку некоторого количества глутена увеличивается гидратационная способность отмытой клейковины и водопоглотительная способность муки. Это требует некоторого увеличения количества вносимой воды для обеспечения оптимальной консистенции теста, что необходимо учитывать при расчете рецептур. Установлено, что внесение глутена при производстве макаронных изделий из хлебобулочной муки, обеспечивающее содержание сырой клейковины в муке не менее 30%, способствует улучшению их потребительских свойств и повышению производительности прессующего оборудования.

### **Введение**

Хороший пшеничный хлеб должен иметь достаточный объем, правильную форму, нормально окрашенную (зарумяненную) корку без подрывов и трещин, эластичный мякиш с мелкой, тонкостенной и равномерной пористостью. Такой хлеб можно получить из муки хорошего хлебопекарного качества.

Среди свойств, характеризующих хлебопекарные достоинства муки, существенное значение имеет ее способность образовывать тесто, обладающее определенными структурно-механическими свойствами, т.е. «силой» муки, обусловленной, прежде всего, количеством и качеством клейковины, входящей в состав пшеничной муки.

Показатели качества муки, применявшейся ранее в хлебопечении, соответствовали ГОСТ 26574-85 «Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия». В этом стандарте указывалось, что содержание клейковины должно составлять для муки пшеничной высшего сорта не менее 28%, первого – не менее 30%, второго – не менее 25%. В последние годы в Республике Беларусь существенно изменилась ситуация со снабжением предприятий мукомольной промышленности высококачественным зерном пшеницы, поступающим в республику по импорту. Переработка зерна пшеницы, выращиваемой в Беларуси, привела к тому, что содержание клейковины в муке значительно снизилось. В 1995г. были утверждены ТУ РБ 00959441.005-95 «Мука пшеничная хлебопекарная», в которых количество сырой клейковины регламентировано следующим образом: для муки высшего и первого сорта не менее 23%, для муки второго сорта не менее 20%. Получение теста и хлеба из муки с пониженным содержанием клейковины значительно усложняет технологический процесс и, безусловно, негативно сказывается на качестве готовых изделий. Это обусловлено тем, что количество и качество клейковины определяет количество воды, необходимое для получения теста нормальной консистенции, а также изменение структурно-механических свойств теста при брожении и, в связи с этим, поведение теста в процессе его механической разделки и расстойки. Сила муки определяет формоудерживающую способность теста, а в при выпечке подового хлеба – его расплываемость.

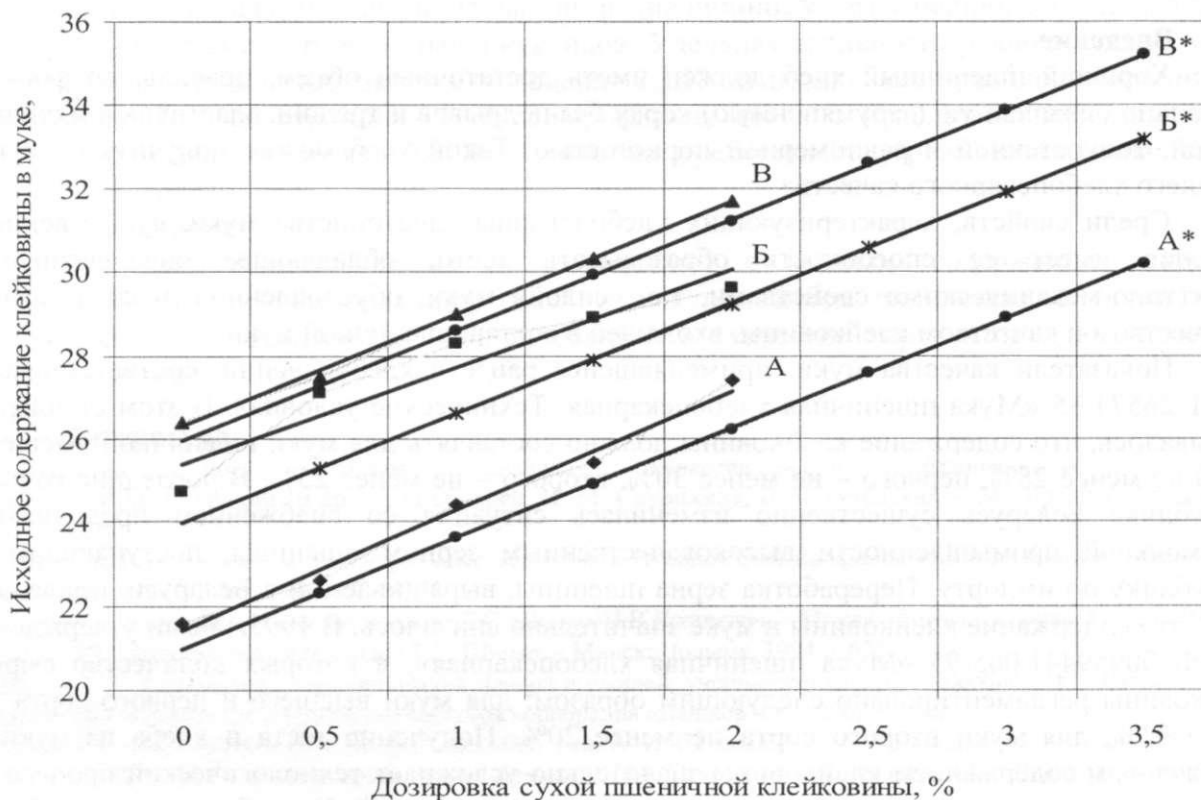
**Основная часть**

Одним из путей повышения количества клейковины в муке до уровня, обеспечивающего хорошее качество хлебобулочных изделий, может быть внесение недостающего количества клейковины в виде сухого глютена или сухой пшеничной клейковины (СПК).

При улучшении технологических свойств муки, хлеба и хлебобулочных изделий путем добавления сухой пшеничной клейковины (СПК) очень важно правильно определить ее количество, чтобы повысить содержание клейковины и ее качество до стандартного уровня и вместе с тем получить оптимальное увеличение себестоимости такой муки.

Целью проводимых исследований явилось изучение изменения технологических свойств муки в зависимости от количества вносимой СПК в муку, в частности, выяснить, насколько возрастает содержание клейковины в муке, как изменяются физические свойства теста из такой муки, ее водопоглощительная способность.

Для экспериментального определения влияния различных дозировок СПК на хлебопекарные свойства муки были взяты пробы муки, которые отличались по количеству содержащейся в них клейковины: 21,6% (А), 24,7% (Б) и 26,4% (В) (рисунок 1). Показатели качества клейковины всех проб муки характеризовали ее как удовлетворительную (80–85 ед. приб. по ИДК) и хорошую (среднюю) по силе (55–75 ед. приб. ИДК). Не наблюдалось существенных различий и в органолептической оценке клейковины исходных проб муки, а также ее гидратационной способности. Наряду с этим проведены исследования сухого глютена. Определялось качество сырой клейковины, полученной из глютена, на приборе ИДК. Установлено, что  $N_{\text{деф}}^{\text{ИДК}} = 75$  ед.приб., что характеризует клейковину как среднюю по силе.



А,Б,В – экспериментальные значения

А\*,Б\*,В\* - прогнозируемое содержание клейковины

**Рисунок 1 – Влияние добавок сухой пшеничной клейковины на содержание сырой клейковины в муке пшеничной 1с**

С целью доведения количества клейковины в муке до оптимального значения (28–30%) в каждую из проб добавляли глютен с шагом 0,5%, и из полученной смеси отмывали клейковину в 3-х повторностях. Результаты исследований, представленные на рисунке 1, свидетельствуют о том, что добавление глютена приводит к увеличению содержания сырой клейковины в муке.

С целью выявления закономерности увеличения содержания клейковины, экспериментальные данные были подвергнуты математической обработке. Получено уравнение, позволяющее определить количество клейковины,  $K$  %, следующего вида:

$$K = 2,6 X + K_0, \quad (1)$$

где  $K_0$  – исходное количество клейковины в муке, %;

$X$  – дозировка глютена, %.

Согласно уравнению (1), определив содержание клейковины в муке и задавшись ее оптимальным количеством, можно оперативно рассчитать дозировку глютена. По уравнению (1) рассчитаны значения содержания сырой клейковины в зависимости от исходного ее содержания в муке и дозировок глютена. При сравнении экспериментальных данных (рисунок 1 кривые А, Б, В) с расчетными (рисунок 1 кривые А\*, Б\*, В\*) установлено, что они практически совпадают.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить зависимость между количеством вносимого глютена и содержанием сырой клейковины в муке после его внесения. Наиболее целесообразно вносить глютен на мелькомбинатах, проведя обязательный анализ смолотой муки по содержанию клейковины и, пользуясь разработанной таблицей или уравнением, можно доводить содержание клейковины в выпускаемой муке до оптимального ее содержания (28–30%).

Результаты исследований влияния добавок глютена на качество клейковины по показателю  $N_{\text{деф}}^{\text{ИДК}}$  показали, что добавки глютена существенного влияния на этот показатель не оказывают. Показатель  $N_{\text{деф}}^{\text{ИДК}}$  клейковины, отмывтой из муки с добавками различных дозировок глютена, изменялся незначительно, в пределах одной группы. Полученные данные характерны, так как исходная клейковина в муке и используемый глютен имели практически одинаковые значения этого показателя.

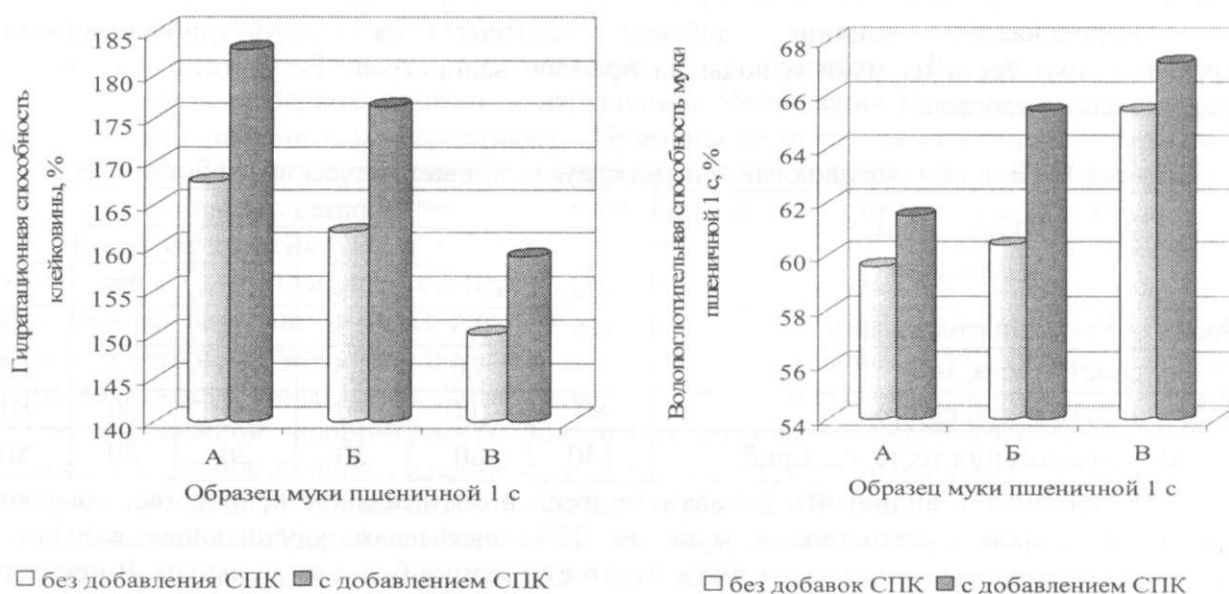


Рисунок 2 – Диаграмма зависимости гидратационной способности клейковины и водопоглотительной способности муки пшеничной 1 с в зависимости от внесения сухой пшеничной клейковины

Исследовалось влияние добавок глютена на гидратационную способность клейковины и водопоглотительную способность (ВПС) различных проб муки (рисунок 2). Дозировки СПК в различных образцах исследуемой муки отражены на рисунке 1 и подобраны с таким условием, чтобы количество сырой клейковины в них было примерно одинаковым. Установлено, что при добавлении глютена увеличивается гидратационная способность отмытой клейковины, и, как следствие, увеличивается ВПС муки. В исследованиях гидратационная способность клейковины увеличивалась на 5,8–10,3%, увеличение ВПС муки несколько меньше и составляет 2,7–7,7%. Это объясняется тем, что ВПС муки зависит не только от количества и качества клейковины, но и от целого ряда других факторов (исходной влажности, дисперсности частиц муки и др.). Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что при добавлении глютена в виде добавки к муке можно увеличивать количество вносимой на замес теста воды. Исследования показали, что количество добавляемой воды,  $O_T$  %, в среднем составляет 1,5 кг на каждый добавляемый килограмм глютена и рассчитывается по формуле

$$O_T = ((G_c \times W_c + G_m \times \text{ВПС}) / (G_c \times 100 + G_m \times \text{ВПС})) \times 100, \quad (2)$$

где ВПС – водопоглотительная способность муки, %;

$G_m$  – масса муки, кг;

$W_c$  – средневзвешенная влажность сырья, %;

$G_c$  – общая масса сырья, без учета воды, кг.

Следует отметить, что полученные результаты хорошо согласуются с литературными данными по этому вопросу [1].

При исследовании влияния добавок глютена на расплываемость клейковины установлено, что все образцы клейковины характеризовались как средние по силе (начальная 30–33 мм, после 120 минут 33–67 мм). Добавление различных дозировок глютена существенного влияния на этот показатель не оказывало, имело место незначительное укрепление клейковины, но в пределах одной группы.

Добавление глютена не оказывало существенного влияния и на такие показатели, характеризующие хлебопекарные свойства муки, как автолитическая активность и число падения.

Исследовалось влияние добавок глютена на структурно-механические характеристики теста из муки и воды на приборе валориграф. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние добавок глютена на структурно-механические свойства теста

Показатели Качества	Образец муки					
	А		Б		В	
	0%	2,0%	0%	1,0%	0%	0,5%
Время образования теста, мин	0,5	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5
Стабильность теста, мин	1,5	5,0	2,5	8,5	7,0	2,5
Эластичность теста, ед.приб.	80	100	80	100	80	80
Степень разжижения теста, ед. приб.	140	80	30	20	20	80

Из таблицы 1 видно, что добавки глютена в оптимальном количестве, доводящие содержание сырой клейковины в муке до 28%, оказывают улучшающее влияние на структурно-механические свойства теста. Тесто становится более стабильным. В некоторых пробах муки стабильность увеличивается более чем в 3 раза. Показатель, характеризующий эластичность, увеличивается во всех образцах на 20 ед. приб., что свидетельствует о том, что тесто становится более упругим. В большинстве образцов снижается степень разжижения теста. Это наиболее заметно для муки с первоначально низким содержанием клейковины.

Для этого образца степень разжижения теста снижается почти вдвое (со 140 до 80 ед. приб.). Отмечается общая тенденция – тесто с добавлением глютена укрепляется. Наряду с этим подтверждается вывод о том, что при добавлении в муку некоторого количества глютена возможно увеличение количества вносимой в тесто воды.

К одним из видов мучных продуктов питания, для которых существенным является количество и качество клейковины, относятся макаронные изделия.

Основным сырьем для производства традиционных видов макаронных изделий являются крупитчатые продукты помола зерна твердой и мягкой стекловидной пшеницы. Наряду с этим в макаронном производстве допустимо применение пшеничной хлебопекарной муки.

Макаронные изделия согласно действующему стандарту должны быть однотонного цвета, соответствующего сорту муки, иметь гладкую или с незначительной шероховатостью поверхность, стекловидный излом, прочность, обеспечивающую транспортирование и длительное (до 1 года) хранение, после варки изделий варочная вода должна быть достаточно прозрачной, изделия не должны терять форму, не склеиваться между собой, не разваливаться по швам.

Основным свойством муки, характеризующим возможность получения из нее макаронных изделий со стандартными показателями качества, является количество клейковины, которая выполняет функцию пластификатора и связующего вещества макаронного теста, позволяет формировать тесто, сохранять приданную ему форму и не терять ее в процессе варки. Кроме того, содержание клейковины оказывает влияние на скорость прессования, а следовательно, на производительность прессующего оборудования. Также необходимо отметить, что содержание клейковины в исходной муке определяет биологическую ценность макаронных изделий и обуславливает вкус сваренных изделий.

Исследованиями установлено, что с технологической точки зрения содержание в муке сырой клейковины, равное 28%, определяет оптимальное соотношение реологических характеристик теста (пластичность и прочность) и, следовательно, необходимый уровень качества макаронных изделий. Увеличение количества клейковины способствует повышению скорости прессования и, значит, производительности макаронного пресса, улучшает вкус сваренных изделий и повышает их белковую ценность. В связи с этим наиболее целесообразно для производства макаронных изделий применять муку с содержанием клейковины 30–32% и более.

Ухудшение снабжения мукомольных предприятий Республики Беларусь высококачественным зерном привело к нарушению обеспечения макаронных предприятий сырьем с необходимыми характеристиками. Применение муки с пониженным содержанием клейковины (24–26%) обуславливает производство макаронных изделий недостаточно высокого качества, в связи с этим улучшение свойств муки, применяемой в макаронном производстве, является актуальным.

Наиболее эффективным способом улучшения макаронных свойств муки является искусственное внесение в исходную муку сухой клейковины (глутена). В качестве исходного образца муки использовали товарную пшеничную муку высшего сорта с содержанием клейковины 26,0%. Дозировки вносимого в муку глютена определяли исходя из ранее выявленной закономерности повышения количества сырой клейковины в муке. Добавки глютена обеспечили содержание в исходной муке клейковины в количестве 28,0–32,0% и составили для муки пшеничной высшего сорта 0,80–2,30%.

Макаронные изделия изготавливали на макаронном прессе марки МП-1 в виде короткорезанных изделий «вермишель». Для приготовления макаронного теста использовали традиционные, принятые в отрасли, способы. Влажность макаронного теста во всех случаях составила 31%.

Органолептическая оценка макаронного теста показала, что с увеличением количества клейковины в муке повышается пластичность теста: начиная с содержания в муке

клейковины 30,0% улучшается состояние поверхности сырых изделий, их цвет становится более однородным, исчезают белесые полосы. Внесение глютена улучшает структуру сухих макаронных изделий. Так, макаронные изделия, изготовленные без добавления глютена или с его внесением до содержания в муке сырой клейковины 28,0%, имеют частично стекловидный излом, изделия, изготовленные из муки с содержанием клейковины 30,0 и 32,0% – стекловидный излом. Увеличение содержания клейковины в муке способствует также улучшению состояния поверхности всех образцов изделий, исчезновению белесых полос, обусловленных недостаточной пластичностью макаронного теста. По мере увеличения дозировок глютена цвет сухих изделий приобретает более насыщенный кремовый оттенок.

В таблице 2 представлены результаты исследований, характеризующие физико-химические свойства макаронного теста, сырых и высушенных макаронных изделий.

Таблица 2 – Влияние различных дозировок сухой пшеничной клейковины на физико-химические свойства макаронного теста, сырых и высушенных макаронных изделий из пшеничной хлебопекарной муки

Определяемый показатель	Дозировки глютена, %			
	0	0,8	1,5	2,3
Содержание сырой клейковины в муке, %	26,0	28,0	30,0	32,0
Влажность теста, %	31,0	31,0	31,0	31,0
Скорость прессования, см/с	0,09	0,10	0,12	0,15
Влажность макаронных изделий, %	11,0	11,5	11,5	11,5
Кислотность макаронных изделий, град	1,7	1,7	1,9	2,2
Продолжительность варки до готовности, мин	8,0	9,0	10,0	10,0
Коэффициент увеличения массы изделий	1,6	1,7	1,9	2,0
Потери сухих веществ, %	7,2	6,9	6,5	6,3

Из таблицы 2 видно, что повышение пластичности теста способствует увеличению скорости его прессования, причем для макаронного теста, изготовленного из пшеничной муки высшего сорта, скорость прессования в исследуемом диапазоне по сравнению с контрольным образцом увеличивается на 67% и составляет 0,15 см/с. Для теста, изготовленного из пшеничной муки первого сорта, увеличение скорости прессования составляет 50% по сравнению с контролем.

Необходимо отметить, что добавление глютена не оказывает влияние на такие показатели качества сухих макаронных изделий как вкус, запах, влажность и приводит к незначительному, не превышающему норму, повышению значения показателя кислотности.

Другим важным потребительским свойством являются варочные свойства. Эти свойства изделий обуславливают наличие в муке клейковины, которая при варке макаронных изделий образует прозрачную денатурированную белковую решетку, которая предохраняет переход клейстеризованного крахмала в варочную воду. Таким образом, варочные свойства макаронных изделий характеризуют их потребительские качества. Установлено, что внесение в муку глютена обеспечивает упрочнение структуры изделий, приводит к некоторому увеличению продолжительности варки изделий до готовности, необходимой для денатурации белка и клейстеризации крахмала, содержащихся в изделиях. Из таблицы видно, что повышается коэффициент увеличения массы изделий по отношению к контролю на 25%. Это связано с увеличением гидратационной способности муки, обогащенной глютеном.

С увеличением количества вносимого в муку глютена макаронные изделия приобретают упругость и не склеиваются в процессе варки. При этом варочная вода становится более прозрачной, количество сухих веществ, переходящих в варочную воду, по

отношению к контролю уменьшается на 14% и составляет 6,2–6,3%, что характеризует макаронные изделия по данному показателю как изделия хорошего качества.

Следует отметить, что после варки макаронные изделия, изготовленные с добавлением глютена, обеспечивающим содержание клейковины в муке 30,0 и 32,0%, имеют выраженный белковый вкус и приятный аромат.

Важными потребительскими свойствами макаронных изделий является их цвет и варочные свойства. Цвет макаронных изделий должен соответствовать цвету муки, из которой они изготовлены, традиционно считается, что предпочтительным является золотисто-желтый, янтарный цвет. Такой цвет имеют изделия, изготовленные из продуктов размолта твердой пшеницы, содержащей красящие каротиноидные пигменты. Эти пигменты практически отсутствуют в муке из мягкой пшеницы, поэтому макаронные изделия, изготовленные из нее, гораздо светлее.

Наряду с этим, цвет макаронных изделий зависит от хода технологического процесса: наличия вакуумирования, условий проведения сушки, температурно-влажностного режима приготовления теста и др. Так, из теста, имеющего недостаточную пластичность, получаются макаронные изделия с шероховатой поверхностью. Наличие шероховатости обуславливает хаотичное отражение лучей света от поверхности изделий, и цвет их кажется белым. Если поверхность изделий гладкая, то лучи света проникают на большую глубину, и пигменты участвуют в избирательном поглощении. Поэтому цвет таких изделий воспринимается более насыщенно-желтым. Кроме этого цвет макаронных изделий могут определять добавки, вносимые при приготовлении теста.

Исследования показали, что внесение глютена при производстве макаронных изделий из хлебопекарной муки целесообразно с точки зрения улучшения их качества и повышения производительности прессующего оборудования. Ощутимое улучшение качества макаронных изделий происходит при внесении глютена в количестве, обеспечивающем содержание сырой клейковины в муке не менее 30,0%. Наряду с этим дополнительное внесение белка обуславливает повышение пищевой ценности макаронных изделий.

### **Заключение**

Применение СПК позволяет повысить содержание сырой клейковины в муке нестандартной, выработанной из зерна 4-го класса, до уровня требований ГОСТ 26574-85 «Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия». При теоретическом расчете количества СПК, необходимого для внесения в муку пшеничную хлебопекарную, следует учитывать, что на каждый процент внесения СПК количество клейковины в муке увеличивается на 2,0–2,6%. Использование СПК в муке пшеничной хлебопекарной улучшает физические свойства теста, позволяет увеличить количество вносимой при замесе воды за счет увеличения водопоглотительной способности. Установлены оптимальные дозировки глютена, обеспечивающие общее содержание клейковины в муке в интервале от 28 до 32%, что обеспечивает существенное улучшение показателей качества полуфабрикатов и готовых макаронных изделий.

### **Литература**

1. Мартыанова, А. Влияние сухой пшеничной клейковины на хлебопекарные свойства муки / А. Мартыанова, Е. Пищерица // Хлебопродукты. – 2002. – №8. – С. 14–17.
2. Дубцова, Г.Н. Применение сухой пшеничной клейковины / Г.Н. Дубцова // Хлебопечение в России. – 2002. – №6. – С. 12–13.
3. Черных, В. Реологические характеристики пищевых продуктов / В. Черных, А. Максимов // Хлебопродукты. – 2005. – №1. – С. 36–37.

*Поступила в редакцию 14.02.2007*