

мирующей нагрузки клейковины уменьшался соответственно на 3,1; 6,8; 10,1; 13,5; 20,3%, что свидетельствует об усилении прочностных характеристик клейковины теста. Механизм такого действия ПСС корня скорцонеры на реологические свойства клейковины, возможно, объясняется электростатическим взаимодействием между белками клейковины и пектиновыми веществами скорцонеры с образованием белково-полисахаридных комплексов сложного состава.

В результате проведенных исследований установлено, что использование ПСС корня скорцонеры принципиально возможно в производстве хлебобулочных изделий. Применение данной добавки перспективно в

технологии получения лечебно-профилактических продуктов, обогащенных инулином и пектином, и позволит расширить ассортимент функциональных продуктов питания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Донченко Л.В., Фирсов Г.Г. Пектин: свойства, производство и применение. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.
2. Пучкова Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 264 с.

Кафедра технологии пищевых производств

Поступила 23.11.07 г.

664.696:664.644.7

## КИНЕТИКА НАБУХАНИЯ ЗЕРНОВЫХ ХЛОПЬЕВ

Т.В. ЯКОВЛЕВА, Н.Т. ШАМКОВА, Ю.А. РЕЗНИК

Кубанский государственный технологический университет

Зерновые хлопья – питательный, легко усваиваемый зерновой продукт быстрого приготовления [1–3], являющийся ценным сырьем для производства широкого ассортимента кулинарных изделий. Формирование требуемых потребительских свойств кулинарной продукции на основе зерновых хлопьев обуславливает необходимость изучения их функционально-технологических свойств, наиболее важным из которых является набухание. Скорость процессов, приводящих к изменению физико-химических свойств, консистенции и массы хлопьев, во многом зависит от интенсивности проникновения в них воды и скорости распространения ее в продукте.

В процессе получения зерновые хлопья подвергаются гидротермической обработке, при которой происходят денатурация белков и деструкция крахмала. Структура крахмального зерна изменяется, оно распы-

ляется с образованием полости. Свойства крахмала различного сырья отличаются, существует определенная зависимость между микроструктурой крахмальных зерен и их способностью набухать [1, 4, 5].

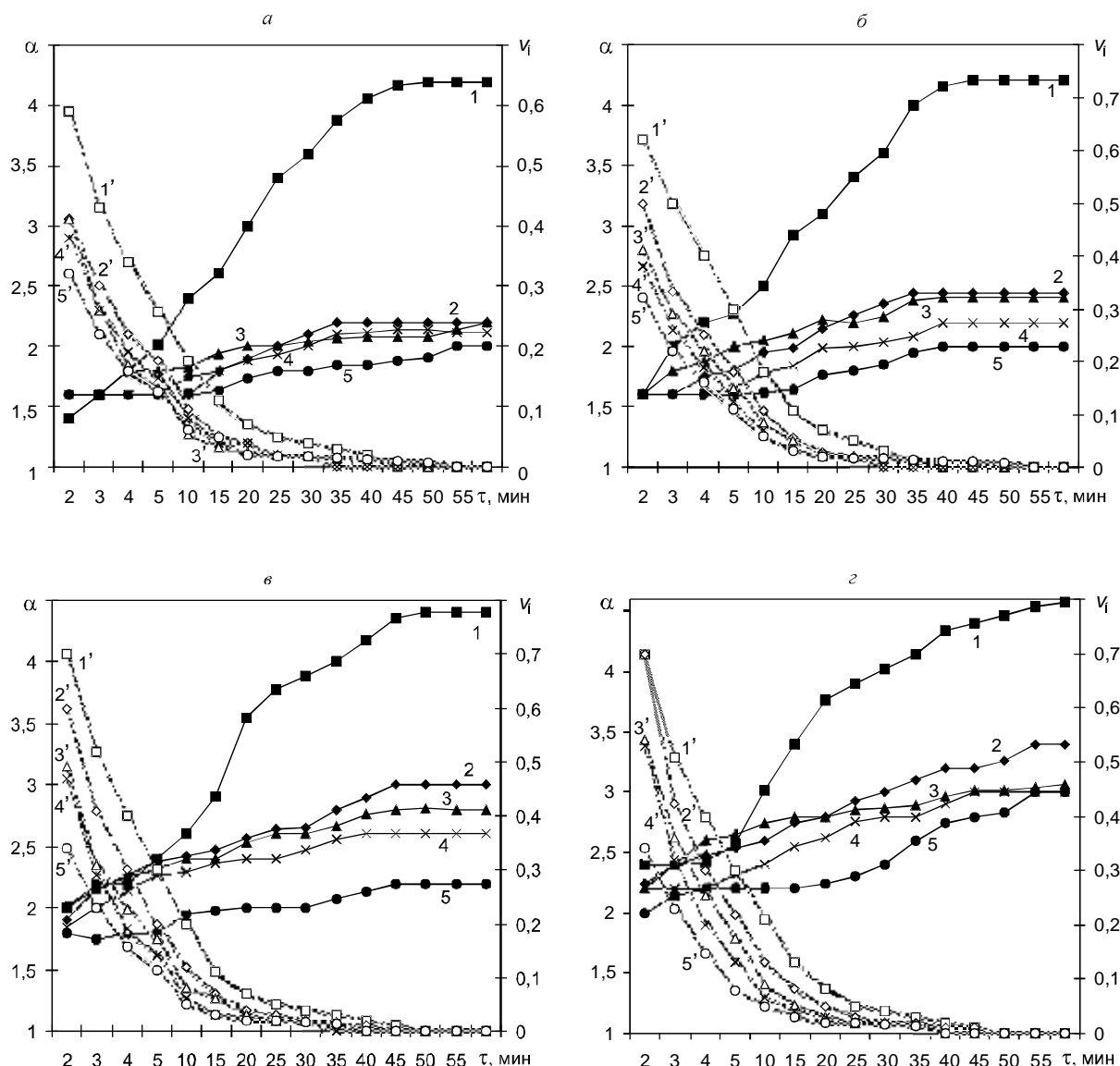
Цель работы – исследование кинетики набухания различных видов зерновых хлопьев: определение степени набухания или водопоглотительной способности, скорости набухания и ее константы [6]. Константа скорости набухания  $K_n$  и степень набухания за время  $\tau \alpha_\tau$  характеризуют кинетику процесса, а предельная степень набухания  $\alpha_\infty$  – его конечный результат.

В качестве объектов исследования использовали рисовые, пшеничные, пшеничные, гречневые и комбинированные (7 злаков) зерновые хлопья, пищевая ценность которых (на 100 г) приведена в таблице. Дисперсионной средой являлась вода.

При изучении влагопоглотительной способности хлопьев 5 г сухой навески помещали в центрифужную пробирку, добавляли 50 мл дистиллированной воды и выдерживали на водяной бане при температуре, °С: 30,

Таблица

Показатель	Зерновые хлопья				
	пшеничные	рисовые	пшеничные	гречневые	комбинированные
Белки, г	10,7	7,0	12,2	12,6	10
Жиры, г	2,8	1,0	1,8	3,3	2,3
Углеводы, г	66,0	74,0	65,0	69,0	67,4
Пищевые волокна, г	6,15	3,0	6,35	5,76	5,83
Витамины, мг:					
В <sub>1</sub>	0,14	0,08	0,13	0,10	0,14
В <sub>6</sub>	0,40	0,54	0,34	0,22	0,34
РР	1,60		1,40	4,20	1,90
Е	0,10		0,40	1,20	0,93
Минеральные вещества, мг:					
калий	37,2	100,0	280,7	298,6	217,0
натрий	8,43	12,0	25,7	14,6	14,3
фосфор	110,0	150,0	220,0	230,0	239,0
кальций	2,78	8,0	15,8	4,93	10,4
железо	1,02	1,0	2,08	1,52	1,45



50, 70, 90 ± 1. Затем пробирки центрифугировали в течение 5 мин, центрифугат сливали и в остатке определяли содержание влаги.

Степень набухания  $\alpha$ , характеризующую увеличение массы и объема хлопьев, определяли по формуле

$$\alpha = (m - m_0) / m_0 = m_{ж} / m_0,$$

где  $m_0, m$  – масса хлопьев до и после набухания;  $m_{ж}$  – масса поглощенной жидкости.

Изменение степени набухания с течением времени определяет скорость набухания  $v_n$ :

$$v_n = \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau_2 - \tau_1} = \frac{\Delta\alpha}{\Delta\tau} = \frac{\partial\alpha}{\partial\tau} = K_n (\alpha_\infty - \alpha_\tau),$$

константа скорости набухания определяется по формуле

$$K_n = \frac{1}{\tau} \ln \frac{\alpha_\infty}{\alpha_\infty - \alpha_\tau} = \frac{2,3}{\tau} \lg \frac{\alpha_\infty}{\alpha_\infty - \alpha_\tau}.$$

Результаты определения степени и скорости набухания зерновых хлопьев (1 – гречневые, 2 – комбинированные, 3 – пшеничные, 4 – рисовые, 5 – пшениные; номера без индекса обозначают степень набухания  $\alpha$ , номера с индексом «'» – скорость набухания  $v_n$ ) в зависимости от температуры и продолжительности процесса приведены на рисунке (а – 30°C, б – 50°C, в – 70°C, г – 90°C).

Установлено, что изменение степени набухания при различных температурах для всех хлопьев носит аналогичный характер: с увеличением продолжительности процесса степень набухания возрастает, но с разной интенсивностью. Это, вероятно, является следствием различий химического состава хлопьев, так как

известно, что увеличение их объема связано с качественной и количественной составляющими содержащегося в них белково-крахмального комплекса [2, 3, 7–9]. Повышенная степень набухания гречневых хлопьев может быть результатом более высокого содержания в них белка, в сравнении с другими видами хлопьев.

Влагопоглощительная способность зависит от вида хлопьев, с повышением температуры она увеличивается. Установлено, что при 30°C наименьшая степень набухания в среднем составляет 1,4–1,6, а наибольшая – 2,0–4,2; при 50 °C эти показатели 1,6–2,0 и 4,2; при 70°C – 1,8–2,0 и 2,2–4,4; при 90°C – 2,0–2,4 и 3,0–4,6 соответственно.

Скорость набухания возрастает с повышением температуры и снижается с увеличением продолжительности процесса. Так, в начальный период набухания она составляет для гречневых хлопьев при 30°C 0,6, а при 90°C – 0,7. Для пшеничных, рисовых, пшеничных соответственно 0,48 и 0,53; 0,38 и 0,53; 0,32 и 0,34. С ростом температуры увеличивается и константа скорости набухания. В начале набухания пшеничных хлопьев  $K_n = 0,3$  при температуре 30°C, а при 90°C – 0,66. Для гречневых, рисовых, пшеничных, комбинированных соответственно 0,18 и 0,25; 0,38 и 0,66; 0,23 и 0,55; 0,32 и 0,52.

Независимо от температуры, наибольшая скорость наблюдается в начале набухания, а затем постепенно уменьшается и в определенный момент времени становится равной нулю.

Конечному результату процесса соответствует предельная степень набухания  $\alpha_{\infty}$ . Исследуемые образцы имеют различную предельную влагопоглощительную способность, зависящую от температуры и продолжительности процесса. При 30°C  $\alpha_{\infty}$  пшеничных хлопьев

2,0, а при 90°C – 3,0. Для гречневых, рисовых, пшеничных и комбинированных эти показатели соответственно 4,2 и 4,58; 2,1 и 3,0; 2,2 и 3,0; 2,2 и 3,4. Таким образом, с повышением температуры увеличивается количество поглощаемой жидкости, причем максимальной водопоглощительной способностью обладают гречневые хлопья.

Полученные результаты необходимо учитывать при производстве кулинарной продукции на основе крупяных хлопьев. Регулирование температуры и продолжительности процесса набухания позволяет управлять свойствами крупяных масс.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Козьмина Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М.: Колос, 1976. – 374 с.
2. Иунихина В., Мельников Е. Крупа и продукты быстрого приготовления // Хлебопродукты. – 2006. – № 1. – С. 30–32.
3. Технологии переработки продукции растениеводства / Под ред. Н.М. Личко. – М.: Колос, 2000. – 552 с.
4. Толстогузов В.Б. Новые формы белковой пищи (Технологические проблемы и перспективы производства). – М.: Агропромиздат, 1998. – 303 с.
5. Производство быстрорастворимой крупы и зерновых хлопьев // Хлебопродукты. – 1998. – № 12. – С. 20–21.
6. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1989. – 464 с.
7. Бабич М., Лукьянчук И., Евдокимова Г. Пищевая ценность зерновых хлопьев и технологическая линия для их производства // Хранение и переработка зерна. – 2001. – № 12.
8. Линниченко В. Современные технологии крупы и хлопьев // Хлебопродукты. – 1999. – № 1. – С. 15.
9. Жистин Я.М. Технология крупяного производства. – М.: Заготиздат, 1952. – 431 с.

Кафедра технологии и организации питания  
Поступила 23.03.07 г.

664.71:633.31/37

## ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МУКИ ИЗ ЗЕРНА БОБОВЫХ

И.А. МАХОПИНА, О.В. ЕВДОКИМОВА, А.А. ЩИПАНОВА,  
П.Г. РУДАСЬ, С.Г. ФУКС

Кубанский государственный технологический университет  
Орловский государственный технический университет

Продукты переработки зерна бобовых культур как источники белка стали традиционными при производстве мясных продуктов. Лидирующее место занимают импортные соевые концентраты и изоляты, поскольку погодные-климатические условия не позволяют в необходимых масштабах выращивать сою даже в южных регионах России.

В последние годы большое внимание среди бобовых культур стали уделять люпину (*Lupinus L.*). Сорты люпина условно делят на горькие с высоким содержанием алкалоидов и низкоалкалоидные (сладкие). Последние отличаются высоким содержанием белков – 35–50%.

Цель исследования – изучение возможностей использования низкоалкалоидного зерна люпина как заменителя соевых добавок при производстве сосисок.

Исследовали функционально-технологические свойства муки, полученной обойным способом из семян сладкого люпина сорта Кристалл. Предварительно семена люпина подвергали модификации методом индуцированного автолиза, который частично воспроизводит ферментативные процессы, происходящие при прорастании семян, и приводит к увеличению пищевой ценности, улучшению функциональных свойств и инактивации антиалиментарных факторов. В качестве контроля использовали муку из бобов немодифицированного люпина, а также муку соевую дезодорированную обезжиренную (ГОСТ 3898–56), вырабатываемую ООО «Кубаньмельпрод». Мука содержала 43,2% белка и 24,9% липидов.