

Таблица 1

Содержание твердых частиц загрязнений в водонефтяной эмульсии после ее очистки в динамическом баке-отстойнике в зависимости от угла наклона пластин и расстояния между ними

Угол наклона, град	Расстояние между пластинами	Содержание механических загрязнений, % (масс)	Максимальный размер частиц, мкм
45	2	0,30	25
	3	0,27	30
	4	0,29	30
	5	0,29	30
30	2	0,28	25
	3	0,29	30
	4	0,30	30
	5	0,31	30
15	2	0,31	30
	3	0,28	30
	4	0,31	30
	5	0,32	30

ных экспериментов выбран угол наклона пластин 45°. Полученные результаты при начальном содержании нефтепродукта в эмульсии 90 г/л приведены в табл. 2.

Проведенные экспериментальные исследования позволяют сделать вывод, что очистка нефтепродукта от твердых частиц и эмульгированного в ней нефтепродукта с помощью динамического бака-отстойника позволяет удалить значительное количество твердых загряз-

УДК 664.854:634.22+664.864.039.5:634.22

Г.Г. Юсупова, доктор с.-х. наук

Р.Х. Юсупов, доктор техн. наук

Т.А. Толмачева, канд. биол. наук

Э.И. Черкасова, канд. с.-х. наук

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

РЕГУЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ УГЛЕВОДНО-АМИЛАЗНОГО КОМПЛЕКСА ЭНЕРГИЕЙ СВЧ-ПОЛЯ

Качество пшеничной муки регламентируется четырнадцатью обязательными показателями. Одним из наиболее важных является число падения. Число падения (ЧП) — показатель, характеризующий хлебопекарные свойства пшеничной муки и активность α -амилазы.

Определяя ЧП муки, можно судить о состоянии крахмала и активности расщепляющих крахмал ферментов — амилаз. Они расщепляют крахмал с образованием декстринов и мальтозы [1].

Содержание нефтепродукта в водонефтяной эмульсии при ее очистке в динамическом баке-отстойнике в зависимости от расстояния между пластинами

Расстояние между пластинами, мм	Содержание нефтепродукта в эмульсии, г/л	Эффективность отделения нефтепродукта, %
2	56	37,8
3	55	38,
4	55	38,9
5	50	44,4

нений с размером частиц более 25...30 мкм и отделить свыше трети нефтепродукта. Очищенная в динамическом баке-отстойнике жидкость может повторно использоваться для технических целей, однако для достижения установленных норм предельно допустимого содержания в ней нефтепродукта требуется применение дополнительных устройств.

Список литературы

1. Чугаев Р.Р. Гидравлика. — Л.: Энергия, 1975. — 600 с.
2. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. — М.: Наука, 1969. — 742 с.
3. Южный Э.М. К микроскопическому определению размеров капель масляных туманов // Коллоидный журнал. — 1958. — Т. 4. — № 4. — С. 507–510.
4. Кузнецов М.Е. Обезвоживание дизельного топлива в нефтехозяйствах колхозов и совхозов статическими сепараторами: дис. ... канд. техн. наук. — М., 1984. — 160 с.

ГОСТ Р 52189–2003 «Мука пшеничная. Общие технические условия» устанавливает значения числа падения для различных сортов муки. Стандартом установлена нижняя граница допустимых значений числа падения, верхний предел этого показателя не нормируется.

Низкие значения ЧП (ниже 150 с) свидетельствуют о повреждении зерен крахмала. Тесто из такой муки получается расплывчатое. При значении ЧП от 150 до 180 с тесто получается излишне

липким и вязким. При выпечке мякиш выглядит не пропеченным, липким, имеет темный цвет. Пористость его крупная, неравномерная. Корка интенсивно окрашена, имеет красноватый оттенок, иногда может иметь бледную окраску. Вкус хлеба сладковатый. У подовых хлебобулочных изделий форма расплывчатая. Верхний предел ЧП стандартом не регламентируется.

Слишком высокие значения ЧП характерны для хлеба низкого качества. Высокие значения ЧП свидетельствуют о том, что активность собственных ферментов, влияющих на процессы брожения и формирования оптимальных для дальнейшей обработки теста реологических свойств, в муке понижена.

Причиной пониженной активности ферментов может служить высушивание зерна при слишком высокой температуре. Под действием амилаз крахмал муки расщепляется до сахаров, доступных для питания дрожжей. Если в муке понижена активность амилаз, то крахмал муки оказывается недоступным для сбраживания дрожжами. Такую муку характеризуют как муку с пониженной сахарообразующей способностью. Известно, что сахара обеспечивают не только питание дрожжей, но и участвуют в формировании аромата хлеба и синтезе меланоидинов, придающих цвет корке. В условиях недостаточного питания дрожжи слабо развиваются и выделяют мало углекислого газа и органических кислот. Объемный выход готового продукта уменьшается. Хлебобулочные изделия получаются пресноватыми на вкус, со слабо выраженным ароматом, бледными корками и быстро черствеют.

ЧП от 230 до 330 с обеспечит выработку большинства сортов и видов хлебобулочных изделий хорошего качества.

Чем выше активность амилаз, тем быстрее крахмальный клейстер становится жидким.

С целью проведения корректирующих мероприятий и для улучшения качества муки применяют различные физические, химические и биологические воздействия.

В России и за рубежом проведены исследования интенсификации термических процессов путем использования высокочастотного поля. При этом нагрев продукта происходит по всему объему, независимо от толщины и коэффициента теплопроводности. Материал поглощает значительное количество тепловой энергии за весьма короткие промежутки времени. Для тепловой обработки пищевых продуктов используют электромагнитные поля дециметрового диапазона. Это позволяет получать высокую скорость нагрева обрабатываемых изделий [2].

Электрическая энергия поглощается структурными элементами продукта — молекулами, электронами, ионами, которые приобретают колеба-

тельное движение, преобразуемое благодаря внутреннему трению частиц в вязкой среде в теплоту. Таким образом, применение токов СВЧ представляет собой один из особых вариантов тепловой обработки пищевых продуктов. Специфика этого нагрева заключается в том, что, поскольку электрическая энергия поглощается одновременно всем объемом продукта, продукт разогревается быстро и не от периферии к центру, как при обычных способах передачи теплоты, а одновременно и равномерно по всему объему. Находящиеся в сантиметровом диапазоне длины электромагнитных волн в поле СВЧ малы (например, для частоты 2375 МГц длина волны составляет 12,6 см), поэтому использование СВЧ иногда называют применением микроволновой энергии [3].

Основным фактором, определяющим темп возрастания температуры при диэлектрическом нагреве, является скорость нагрева, °С/с. Скорость нагрева — это нагрев на 1 °С в единицу времени. При этом форма изделия должна обеспечивать нагрев изделия по всему объему, а масса продукта с учетом его диэлектрических характеристик — трансформацию всей колебательной мощности в теплоту.

Особенностями действия электромагнитного поля принято считать следующие.

Энергия электромагнитного поля поглощается за счет колебания ионов и релаксации дипольных молекул, в значительной мере переходит в тепловую. В дециметровом диапазоне возможно избирательное поглощение молекулами воды в биомембранах, а также резонансное поглощение водородными атомами, релаксации внутриклеточных органелл Максвелла–Вагнера и дипольных молекул белка, релаксации зарядов на мембранах. Поглощение энергии поля приводит к разрыву водородных и молекулярных связей, нарушению гидрофобного белка — липидного взаимодействия в биомембранах, изменению гидратации молекул. Наблюдаются структурные изменения, а именно внутримолекулярные перестройки и денатурация. В зависимости от интенсивности воздействия тепловой эффект может вызывать повреждения структур, нарушение физиологических процессов и даже гибель клеток и организма.

Появлению новых областей применения СВЧ-полей способствует ряд специфических свойств электромагнитных колебаний этого диапазона частот, которые позволяют создать неосуществленные ранее технологические процессы или значительно их улучшить.

С целью исследования влияния энергии СВЧ-поля на число падения муки пшеничной проведены экспериментальные исследования.

Определение числа падения проводили в соответствии с Международными стандартами ИСС

107, ISO 3093–82 и ГОСТ 27676–88 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения». Число падения муки определяли по методу Хагберга–Пертена с помощью лицензированного прибора ПЧП-3.

Число падения измеряется в секундах и представляет собой время, в течение которого опускается шток прибора ПЧП-3.

Число падения является показателем активности α -амилазы в муке, чем менее активна α -амилаза, тем выше показатель числа падения. Под воздействием α -амилазы крахмал муки гидролизует, что сопровождается разжижением теста и как следствие уменьшением вязкости и увеличением скорости движения штока прибора ПЧП-3. Поэтому скорость движения штока связана с активностью фермента и характеризует динамику ферментативной реакции между крахмалом муки и α -амилазой. Чем выше активность α -амилазы в муке, тем быстрее будет разрушаться крахмал и тем более низким будет число падения.

Основу исследований составляла методика активного планирования технологического эксперимента [4].

Схема опыта включает 10 вариантов, в том числе один контрольный. Эксперименты проводились в трехкратной повторности (табл. 1, 2). Варьировалось сочетание двух режимных параметров: время обработки (экспозиция) и мощность. Впоследствии от мощности расчетным путем переходили к параметру «скорость нагрева v , °C/с».

Режимные параметры соответствовали следующим значениям: минимальные — (экспозиция составляла 10 с; скорость нагрева — 0,4 °C/с); средние (экспозиция — 35 с; скорость нагрева — 0,6 °C/с); максимальные (экспозиция — 60 с; скорость нагрева — 0,8 °C/с). Масса навески составляла 400 г. Исходная влажность исследуемых образцов муки составляла 10 %.

При нагреве воздействием энергией СВЧ-поля температура муки зависит от его исходной влажности [5]. В тоже время влажность муки меняется в зависимости от экспозиции и мощности установки. В табл. 1, 2 представлены экспериментальные данные по влиянию энергии СВЧ-поля на влажность и число падения.

На основе анализа полученных результатов установлено, что интенсивный нагрев в зависимости от экспозиции, приводит к различным потерям влаги: от 1 до 0,4 %. Сочетание средних режимов снижает влажность муки на 0,4 %.

Слабая скорость нагрева при разной экспозиции не дает высоких значений температуры муки и, следовательно, не происходит потеря влаги.

При определении значений показателя числа падения для расчета навески необходимо знать влажность муки. Исходная влажность данной муки составляла 10 %, а показатель «число падения» соответствовал значению 350 с. Значения числа падения выше 300 с свидетельствуют о низкой активности альфа-амилазы. При этом хлебный мякиш может оказаться сухим, а объем буханки может быть недостаточным. Значения числа падения 200...300 с говорят об оптимальном уровне активности альфа-амилазы в муке пшеничной. В данном случае хлебный мякиш будет обладать хорошими характеристиками.

Анализ данных, представленных в табл. 1, показывает, что воздействие на муку средними режимами приводит к снижению значения показателя числа падения, что позволит получить хлебобулочные изделия высокого качества с хорошими характеристиками хлебного мякиша. Значения показателя «пористость» превышают значения аналогичного показателя в контрольном варианте.

При воздействии на муку жесткими режимными параметрами происходит увеличение значений этого параметра. Число падения увеличивается на 8 с или 2,3 %. При этом снижаются показатели качества. Мякиш в испытуемых образцах выглядит уплотненным, с неравномерной пористостью, сухим и не эластичным с повышенной крошковатостью. Вкус и запах хлебобулочных изделий не ярко выражены.

Аналогичные результаты были получены при обработке муки 1-го сорта. Результаты исследований влияния воздействия энергии СВЧ-поля на по-

Таблица 1

Влияние воздействия энергии СВЧ-поля на показатель «Число падения» муки пшеничной высшего сорта

Вариант	Режимы воздействия			Влажность муки, %	Среднее значение числа падения S , %
	Время обработки t , с	Скорость нагрева v , °C/с	Температура нагрева, °C/с		
1	60	700	85	9,0	358 (2,3)
2	60	100	35	9,6	327 (-6,5)
3	10	700	37	10	331 (-5,4)
4	10	100	29	10	275 (-21,4)
5	35	400	45	10	351 (0)
6	35	700	50	9,6	304 (-13)
7	35	100	29	10,0	322 (-8)
8	60	400	54	9,6	280 (-20,6)
9	10	400	28	10,0	353 (0,86)
10	—	—	—	10,0	350

Таблица 2

Влияние воздействия энергии СВЧ-поля на показатель «Число падения» муки пшеничной I сорта

Вариант	Режимы воздействия			Влажность муки, %	Среднее значение числа падения С, %
	Время обработки τ, с	Скорость нагрева ν, °С/с	Температура нагрева, °С		
1	90	700	0,9	86	346(3,3)
2	90	100	0,4	36	342(2,0)
3	10	700	3,17	31	319(-4,7)
4	10	100	2,88	29	324(-3,3)
5	50	400	1,1	50	326(-2,7)
6	50	700	1,3	60	314(-6,2)
7	50	100	0,7	33	307(-8,3)
8	90	400	0,67	61	305(-9)
9	10	400	3,38	34	320(-4,5)
10	—	—	—	—	335

чение 40 мин, выпечка — в печи «Щебекенская» в течение 50 мин при температуре 210...220 °С.

При жестких режимах обработки (скорость нагрева 0,8 °С/с и экспозиции 90 с) наблюдались: уменьшение объема хлеба, бледная корка, плотный неэластичный мякиш со слабо развитой пористостью. Эти режимы отрицательно влияют на структурно-механические свойства клейковины: уменьшается активность амилотических ферментов; снижается сахарообразующая способность муки, при этом в ходе технологического процесса увеличивается продолжительность окончательной расстойки.

Пористость хлеба оставляет 66 %, что ниже контрольного образца на 2 %.

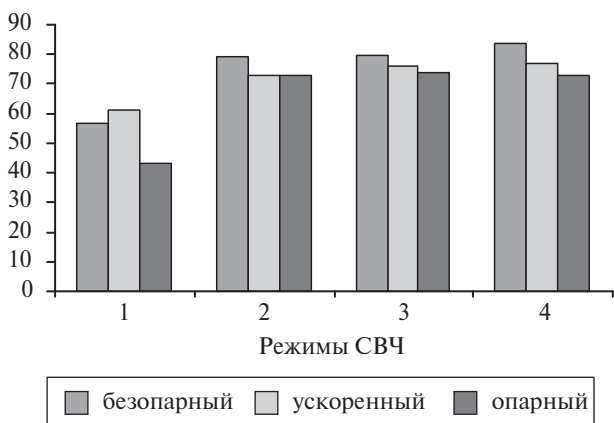
При обработке муки на режимах (скорость нагрева 0,4...0,6 °С/с и экспозиция 30...60 с) продукция по качеству не отличается от контроля. Хлеб имеет сухой, эластичный мякиш, с развитой пористостью. По объему и пористости показатели выше контрольных образцов (рисунок).

При обработке (скорость нагрева 0,6 °С/с и экспозиции 60 с) продукция по качеству превышает контроль, хлеб имеет мякиш эластичный, с развитой пористостью, по объему и пористости выше контрольного. Активность альфа-амилазы не изменяется, объемный выход хлеба выше контрольного образца.

Таким образом, полученные результаты подтверждают эффективность обработки энергией СВЧ-поля с целью регулирования ЧП, повышая при этом качество муки высшего и 1-го сортов и хлебобулочных изделий.

Список литературы

1. Техническая биохимия / В.Л. Кретович, Л.В. Метлицкий, М.А. Бокучева [и др.]. — М.: Высшая школа, 1973. — 456 с.
2. Рогов И.А. Электрические методы обработки пищевых продуктов. — М.: Агропромиздат, 1988. — 272 с.
3. Жорина Л.В. Змиевский Г.Н. Основы взаимодействия физических полей с биологическими объектами. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.
4. Пен Р.В. Статистические методы моделирования и оптимизации процессов целлюлозно-бумажного производства. — Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1982. — 212 с.
5. Юсупова Г.Г., Косован А.П., Юсупов Р.Х. Микробиологический контроль пищевых продуктов из зерна. — М.: Московская типография № 2, 2010. — 422 с.



Пористость хлеба при разных способах тестоприготовления:
1 — жесткий; 2 — мягкий; 3 — средний режим;
4 — контроль

казатель «Число падения» муки пшеничной I сорта приведены в табл. 2.

Сочетание жестких режимных параметров увеличивает число падения на 3,0...3,5 %. Режимные параметры, создающие температуру нагрева до 60...63 °С снижают число падения на 2,0...9,0 %, т. е. снижают активность альфа-амилазы, что позволяет получить качественные хлебобулочные изделия.

Метод пробной лабораторной выпечки, моделирующий технологический процесс, является одним из важнейших методов исследования. Этот метод позволяет выявить влияние воздействия энергии СВЧ-поля на технологические свойства муки.

Тестоготовилось по разным способам: опарный, безопасный и ускоренный. Расстойка тестовых заготовок проводилась в шкафу «Винклер» в те-