

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СБИВАНИЯ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕЗДРОЖЖЕВОГО ТЕСТА

Обеспечение населения свежим хлебом во многом зависит от его доставки с хлебозаводов в магазины. Следует отметить, что особую ценность представляют бездрожжевые, диетические и лечебно-профилактические сорта хлебобулочных изделий, производство которых на сегодняшний день налажено не повсеместно. В связи с этим предприятиям необходимо организовывать доставку свежей продукции даже в отдаленные от производства регионы. В таких случаях предусматривается использование специализированного автотранспорта с контейнерами либо упаковки продукции в газовые среды. Однако перечисленные мероприятия требуют существенных денежных затрат, что является экономически не выгодно многим производителям.

Значительно эффективнее данную проблему можно решить, используя интенсивную технологию производства сбивных бездрожжевых изделий с применением повышенных температур замеса. Она является ресурсосберегающей, поскольку позволяет производить диетическую продукцию с меньшими затратами на сырье, оборудование, производственные площади, а также снизить общепроизводственные и прочие цеховые расходы. Такая экономия денежных средств обусловлена получением теста механическим способом. Известно, что он состоит из двух основных стадий – смешивания всех рецептурных компонентов и последующего сбивания полуфабриката под давлением сжатого воздуха. Повышение температуры при замесе и сбивании теста позволяет интенсифицировать структурообразование пенообразного полуфабриката, а также клейстеризацию и гидролиз крахмала, что в конечном итоге способствует увеличению сроков хранения хлеба.

Термическая обработка существенно влияет на активность биохимических процессов, что происходит наряду с изменением формы их молекул [1]. В структуре теста уменьшается содержание свободной влаги, оно теряет способность течения и приобретает пенно-пористую структуру. Кроме того, изменяется способность взаимодействия этих полимеров с основным растворителем – водой. Зависимость структурно-механических свойств теста от температуры является целью настоящих исследований.

Для проведения опытов в лабораторных условиях использовали экспериментальную установку периодического действия. Смешивание рецептурных компонентов (муки пшеничной I сорта, соли поваренной пищевой, лимонной кислоты и воды питьевой температурой 30, 40, 50 и 60°C) осуществляли при температуре воды в рубашке 30, 40, 50 и 60°C соответственно в течение 8 мин. Затем через штуцер под избыточным давлением 0,4 МПа вводили атмосферный воздух и сбивали еще в течении 5 мин с увеличением числа оборотов месильного органа в 1,8 раза.

Сбивное бездрожжевое тесто готовили влажностью 54%. Упруго-вязко-пластичные характеристики оценивали на модернизированном приборе Б.А. Николаева при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Кривые изменения деформации во времени снимали методом тангенциального смещения пластинки. Длительность нагрузки системы составляла 240 с при массе груза 51,5 г и напряжении сдвига 55,4 Па.

Влияние температуры сбивания на структурно-механические свойства пенообразного полуфабриката приведено в табл. 1.

Выявлено, что с повышением температуры до ее некоторого предела модуль упругости – эластичности сдвига и вязкость понижаются, после чего при дальнейшем увеличении ее вновь возрастают. Низкие значения продолжительности периода релаксаций внутренних напряжений обусловлены отсутствием структурной пространственной сетки клейковинного каркаса в тесте. Достаточно высокий показатель эластичности объясняется значительной активностью гидролитических ферментов муки, в тесте образуется значительное количество низкомолекулярных соединений – пластификаторов структуры [1].

При увеличении температуры сбивания от 20 до 30°C наблюдается снижение модуля упругости – эластичности сдвига и относительной упругости. Это свидетельствует об улучшении в этом интервале температуры упруго-эластичных свойств теста, его пластификации.

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ВГТА Г.О. Магомедова, канд. техн. наук, доц. ВГТА Е.И. Пономаревой.

Таблица 1

Наименование показателя	Изменение показателей при температуре теста, °С				
	20	30	40	50	60
Модуль упругости – эластичности сдвига E , 10^{-2} Па	13	11	15	18	35
Вязкость η , 10^{-4} Па·с	45	33	28	46	72
Продолжительность периода релаксаций внутренних напряжений η/E , с	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02
Относительная эластичность, %	74	79	83	76	47
Относительная пластичность, %	63	67	74	65	52
Относительная упругость, %	26	21	17	24	53

Дальнейшее увеличение температуры до 40°C приводит к изменению в обратном направлении перечисленных характеристик: модуль сдвига, относительные пластичность и эластичность структуры заметно увеличиваются, а вязкость и отношение вязкости к модулю сдвига снижаются. Это явление свидетельствует, по видимому, о начальном периоде денатурации белков, разрушении части водородных связей – начале изменения конформации глобулярной формы их молекул в фибриллярную [1]. Однако повышение относительной пластичности и эластичности свидетельствует о преобладании массовой доли набухших белковых молекул, чем денатурированных. При этом наблюдается увеличение содержания водорастворимых соединений, которые пластифицируют пенную структуру и одновременно с усилением теплового движения снижают вязкость.

Относительная эластичность существенно зависит от процессов денатурации белков и клейстеризации крахмала; с увеличением температуры теста до 60°C она убывает. Это объясняется развитием обоих указанных процессов, понижающих эластичность белков и увеличивающих набухание частиц крахмала. Относительная пластичность теста при 50°C заметно уменьшается, что следует объяснить увеличением почти в 1,5 раза модуля сдвига в связи с более интенсивным процессом клейстеризации крахмала и активной денатурацией белковых веществ пшеничной муки.

Замес и сбивание теста при 60°C вызывают увеличение модуля сдвига, вязкости и относительной упругости. Пенная структура теста при данной температуре разрушается, что и отражается на изменении этих показателей. Однако значения относительной пластичности позволяют сделать предположение о том, что денатурированная и гидролизованная система обладает некоторой пластичностью.

Результаты исследований показали, что замес и сбивание бездрожжевого теста при температурах выше 30°C сопровождаются протеканием в тесте основных процессов, характерных для начального периода выпечки при традиционном способе приготовления хлеба: клейстеризация, гидролиз крахмала и денатурация белков. Наиболее активно они протекают и заканчиваются при температуре сбивания от 50 до 60°C.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николаев, Б.А. Структурно-механические свойства мучного теста [Текст] / Б.А. Николаев. – М. : Пищевая промышленность, 1976. – 247 с.