

Кинетика выпечки бисквитного полуфабриката

А. Н. ДОРОХОВИЧ, Е. Г. БОНДАРЕНКО

Киевский технологический институт пищевой промышленности

Выпечка бисквитного полуфабриката — своеобразный процесс прогрева влажного коллоидного капиллярнопористого материала. Перенос тепла связан с переносом влаги в тесте. Эти два одновременно происходящих процесса влияют один на другой, и их соотношение определит ход технологического процесса.

Для исследования кинетики выпечки бисквитного полуфабриката в условиях радиационно-конвективного обогрева и для определения оптимального режима необходимо было установить влияние параметров паровоздушной среды (температуры и относительной влажности) на скорость прогрева заготовок.

Мука высшего сорта 300,4
Картофельный крахмал 74,2
Сахарный песок 370,94
Медальон 618,1
Желатин 9,7

Чтобы исследовать влияние температуры среды печкальной камеры на процесс выпечки бисквитного полуфабриката, тесто готовили по следующей рецептуре (в г):

Мука высшего сорта 300,4
Картофельный крахмал 74,2
Сахарный песок 370,94
Медальон 618,1
Желатин 9,7

В металлических формах заливали сбиту бисквитное тесто (масса 375 г, высота 34—35 мм).

Бисквитный полуфабрикат выпекали в лабораторной печи с электрическим обогревом и автоматическим регулированием температуры среды печкальной камеры с помощью электронного регулятора ЭРА-19 и датчика температуры.

Температура среды печкальной камеры, греющих поверхностей, центральных и поверхностных слоев заготовки фиксировалась на электронных автоматических потенциометрах ЭПП-09 при помощи медно-константановых термомпар.

Для характеристики качества выпеченного полуфабриката определяли влажность теста и полуфабриката через 1 и 24 ч после выпечки, толщину верхней и нижней корочки, сжимаемость мякиса через 1 и 24 ч после выпечки.

Для исследования влияния температуры среды печкальной камеры $t_{\text{ср.кв}}$ бисквитный полуфабрикат выпекали при 140, 150, 170, 190 и 200° С. Исследования показали, что наилучший

режим при $t_{\text{ср.кв}}$ 160—170° С. Уменьшение ее приводит к удлинению процесса выпечки. Увеличение $t_{\text{ср.кв}}$ несмотря на сокращение продолжительности выпечки, отрицательно сказывается на качестве полуфабриката: изделия получаются менее пористые, с грубой и плотной корочкой, темнокоричневой поверхностью.

На рис. 1 представлены температурные кривые, полученные при выпечке бисквитного полуфабриката при $t_{\text{ср.кв}}$ 150, 170, 190° С. Кривые 1, 2, 3 показывают температуру среды печкальной камеры (соответственно 190, 170 и 150° С), а кривые 4, 5, 6 — изменение температуры поверхностных слоев выпекаемого полуфабриката соответственно при $t_{\text{ср.кв}}$ 190, 170, 150° С. При температуре 190° С (кривая 4) в первые 4 мин выпечки поверхностные слои прогреваются со скоростью до 16 град/мин, затем она снижается до 8, а к концу процесса (13—20 мин) до 1,5—1 град/мин. В последние минуты выпечки температура поверхностных слоев достигает 167° С, что соответствует коричневой окраске выпекаемого полуфабриката.

При $t_{\text{ср.кв}}$ 170° С в первые 8 мин выпечки прогрев поверхностных слоев идет интенсивно — со скоростью 9—10 град/мин, затем скорость снижается до 4—5, а в последние минуты до 2—1 град/мин. К концу процесса температура поверхностных слоев составляет 153° С, что соответствует равномерной золотистой окраске полуфабриката.

При $t_{\text{ср.кв}}$ 150° С в первые 4 мин прогрев поверхностных слоев заготовки идет со скоростью до 8 град/мин, с 5 по 20 мин — скорость его уменьшается до 6—8 град/мин, с 20 по 28 мин — до 1 град/мин. К концу выпечки температура достигает 138° С, что соответствует бледно-золотистой окраске выпекаемого полуфабриката.

Кривые 7, 8, 9 показывают изменение температуры центральных слоев полуфабриката.

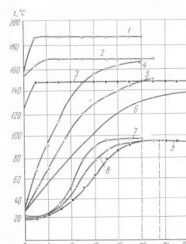


Рис. 1. Температурные кривые прогрета.

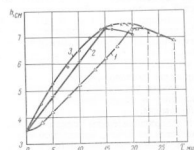


Рис. 2. Кривые роста бисквитного полуфабриката во время выпечки.

При 150, 170, 190° С в первые 4 мин центральные слои прогреваются со скоростью 1—1,5 град/мин, в последующее время скорость при различных температурах различна.

На рис. 2 представлены кривые роста бисквитного полуфабриката в процессе выпечки при температуре среды пекарной камеры 150, 170, 190° С (соответственно кривые 1, 2, 3).

При температуре выпечки 150° С заготовка растет по высоте равномерно до 20 мин со скоростью 2 мм/мин и достигает максимальной высоты 7,35 см. С 22 мин рост заготовки снижается до 0,75 мм/мин.

При $t_{\text{ср.ка}} = 170^\circ \text{С}$ (кривая 2) рост заготовки протекает равномерно со скоростью 2,5 мм/мин до 18 мин процесса. К этому моменту высота заготовки становится максимальной (7,5 см). С 20 мин она снижается со скоростью 0,6 мм/мин. К концу выпечки высота равна 7,2 см.

При температуре 190° С (кривая 3) высота заготовки увеличивается со скоростью 3 мм/мин до 14 мин, а до 16 мин — она постоянна и составляет 7,5 см, а затем уменьшается со скоростью 0,67 мм/мин и к концу выпечки равняется 7,0 см.

Анализ кривых прогрева центральных слоев и кривых роста бисквитного полуфабриката показал, что выпекаемые заготовки достигают максимальной величины при температуре центральных слоев 95—97° С. При дальнейшем (2—3 мин) прогреве температура центральных слоев и высота заготовки остаются постоянными, после чего высота выпекаемых заготовок снижается при постоянной температуре центральных слоев.

Опыты, закончивавшиеся к моменту, когда выпекаемые заготовки достигли своей максимальной высоты, показали, что в этом случае при охлаждении изделий наблюдается усадка: верхняя корочка становится неровной, морщинистой, с впадинами. Это объясняется тем, что физико-химические и коллоидные процессы, обуславливающие закрепление формы и структуры изделий, к этому моменту полностью не завершены и необходимо еще 3—4 мин для их окончания.

На прогрев тестовой заготовки и интенсивность влагоотдачи кроме температур, оказывая влияние и относительная влажность пекарной камеры.

Влагоудержание среды пекарной камеры складывается из влаги, подаваемой специально в печь, в зону увлажнения (если этого требует технологический процесс), и влаги, потерянной тестом в результате обезвоживания при выпечке.

Мы исследовали процесс гидротермической обработки бисквитных полуфабрикатов и выяснили, как увлажнение среды пекарной камеры в начале выпечки влияет на интенсивность прогрева и качество выпекаемого полуфабриката. Опыты проводили в лабораторных условиях в двух электрических печах.

В первой печи происходила гидротермическая обработка выпекаемых изделий при 100—140° С. Во второй шла доневка увлажненного полуфабриката при 165—170° С. При гидротермической обработке и последующей выпечке регистрировали температуру среды пекарной камеры, мокрого термометра, центральных и поверхностных слоев.

Приготовленное согласно рецептуре сбитое бисквитное тесто заливали в две одинаковые металлические формы на высоту 3,5 см. Одновременно их загружали в печь: первую заготовку — в печь, прогретую до 110—140° С с относительной влажностью 60—80%, а вторую (контрольную) заготовку — в печь, нагретую до 170° С без предварительного увлажнения.

В первой печи увлажнение проводили паром в течение 4—6 мин под давлением 0,1—0,15 МПа. Пар подавали из автоклава, установленного рядом с печью.

На рис. 3 представлены кривые, полученные при выпечке бисквитного полуфабриката с увлажнением среды пекарной камеры и без увлажнения. Кривые построены для условий, когда в зоне увлажнения температура среды была 110—120° С, а увлажнение продолжалось 6 мин. Доневка происходила при $t_{\text{ср.ка}} = 170^\circ \text{С}$; при этой же температуре выпекали и контрольный образец. Температурные кривые, полученные при увлажнении и без него, имеют существенные различия.

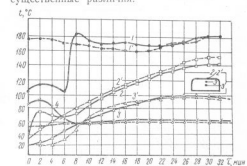


Рис. 2. Температурные кривые выпечки бисквитного полуфабриката с увлажнением и без увлажнения среды пекарной камеры.

1, T — температуры среды пекарной камеры; 2, T_c — температуры верхних слоев выпекаемых изделий; 3, T_p — температуры поверхностных слоев; 4 — температуры мокрого термометра.

Как видно из рис. 3, кривая 2, фиксирующая изменение температуры верхней поверхности заготовки при увлажнении, сразу резко растет и достигает максимума на второй минуте (80°С), затем падает. После пересадки заготовки температура растет до конца выпечки. Характерная вогнутость на кривой верхней поверхности заготовок была отмечена и при выпекке хлеба.

Кривая 2', регистрирующая изменение температуры поверхности без увлажнения среды пекарной камеры, возрастает менее интенсивно. На шестой минуте температуры верхних поверхностей выравниваются, далее температура верхней поверхности заготовки, выпеченной без увлажнения, несколько превышает температуру поверхности с увлажнением.

При выпекке в увлажненной среде кривая центра 3 растет быстрее, чем кривая 3' (без увлажнения). Более интенсивный рост температуры центра 3 — следствие сорбции пара массовой бисквитного теста. Отмечено также, как и в исследованиях выпечки хлеба с увлажнением, что наряду с ускорением прогрева изменяется характер кривой. Это свидетельствует о появлении положительного источника тепла внутри изделия.

Проведенные исследования показали, что увлажнение среды пекарной камеры в начале процесса не дает желаемого результата: значительной интенсификации выпечки не наблюдается, качество бисквитного полуфабриката, выпекаемого без увлажнения, лучше, чем при выпекке с увлажнением. Так, при увлажнении среды пекарной камеры рост заготовки мен-

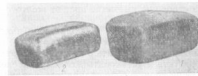


Рис. 4. Бисквитный полуфабрикат, выпеченный без увлажнения (1) и с увлажнением (2) среды пекарной камеры.

ше, верхняя корочка более плотная, во всех заготовках наблюдались подрымы. Отмечено, что, чем выше относительная влажность пекарной камеры, тем больше и глубже подрыма. Это объясняется тем, что образовавшаяся корочка затрудняет выход скопившихся газов из выпекаемых изделий. По ходу процесса выпечки газом накаливается больше, давление из на поверхности увеличивается и в более слабом месте (граница верхней корочки и боковой поверхности) образуются подрымы, что видно на рис. 4.

Мякши в бисквитных полуфабрикатах, выпеченных с увлажнением, менее пористый и эластичный, более жесткий. С увеличением относительной влажности мякши сильно уплотняется.

Проведенные исследования показали, что бисквитный полуфабрикат следует выпекать без увлажнения среды пекарной камеры при температуре 165—170°С.