

Тема: Процессы, происходящие при хранении хлеба и влияние различных факторов на размер усушки.

Хранение хлеба:

Хранение хлеба является завершающим этапом его производства и технологической схемы. Хранение хлеба осуществляется в хлебохранилищах в течение 6-10 часов и более при температуре равной 18-25⁰С относительной влажности воздуха 75%.

При хранении хлеба происходит два основных процесса:

- усыхание;
- очерствение хлеба.

При выходе хлеба из печи влажность его корки составляет 0%, а температура поверхности 140⁰С. В этот момент протекают следующие процессы: перераспределение влаги за счет разности температуры поверхности хлеба и окружающей среды. Процесс переноса тепла в этом случае протекает от центральных слоев к периферии, влажность корки при этом достигает 14-16%.

Технологической характеристикой хранения хлеба является усушка – потеря массы при хранении и составляет 3-4%. Чем меньше усушка, тем эффективнее работает предприятие.

Скорость теплообмена, а значит, подвод тепла к корке и влаги, и потери ее с поверхности будут зависеть от выравнивания температуры между центральными и поверхностными слоями. Поэтому, если быстро охладить хлеб и создать условия, препятствующие переходу влаги от корки в окружающую среду, усушка будет меньше.

При хранении хлеба влажность мякиша постепенно снижается. При дальнейшем остывании и хранении слой мякиша, смежный с коркой, теряет влагу значительно быстрее, чем центральная его часть.

Продолжительность хранения может привести к образованию твердого подкоркового слоя, неподдающимся деформации при легком нажатии на поверхность хлеба. Температура остывающего после выхода из печи хлеба является фактором, обуславливающим испарение влаги с ее поверхности и перемещение влаги внутри хлеба, то есть определяющим скорость усыхания хлеба.

Все время усыхания подразделяется на 2 периода:

- период переменной скорости усыхания;
- период постоянной скорости усыхания;

В первом периоде скорость усыхания хлеба уменьшается в результате снижении температуры хлеба и температурного градиента в нем. Во втором периоде, температура хлеба равна температуре окружающей среды и почти

постоянна, поэтому усыхание протекает с постоянной скоростью, обусловленной свойствами хлеба, формой, размерами и параметрами окружающей среды во время хранения, тем больше усыхание.

Чем выше влажность воздуха, тем меньше усушка, и наоборот. Охлаждение хлеба длится 3-4 часа, в течение которых теряется 2,5-3% его массы. Для снижения потерь необходимо сократить длительность первого периода.

Параллельно с процессом усушки протекает процесс очерствения, при котором корка становится менее эластичной, мякиш – жестким. При очерствении хлеба в процессе хранения в его мякише происходит частичный обратный переход крахмала из аморфного состояния в кристаллическое. При этом структура крахмала уплотняется, уменьшается его растворимость, происходит частичное выделение влаги, поглощенной при клейстеризации. Скорость, степень и характер изменений в структуре и степени клейстеризации крахмала зависит от влажности хлеба. При влажности продуктов ниже критической величины процессы, обуславливающие очерствение, практически не происходят.

Факторы, влияющие на очерствение хлеба:

При добавлении к пшеничной муке ржаной, процесс очерствения замедляется. Очерствение можно замедлить за счет добавления в тесто жировых продуктов, сахара и другого сырья, удерживающего влагу, а также замораживанием продукта и упаковку во влагонепроницаемую обертку. В практических целях для снижения очерствения необходимо соблюдение норм отправки готового хлеба в торговую сеть, не создавать больших запасов в эксплуатации, использовать быстрое охлаждение.

Остывание и усыхание хлеба:

Температура корки хлеба в момент выхода из печи достигает на поверхности 180°C , на границе с мякишем – около 100°C , а в среднем примерно 130°C . Влажность корки в этот момент близка к нулю, температура мякиша близка к 100°C , а влажность его на 1-2% превышает исходную влажность теста.

Общие сведения об остывании и усыхании хлеба:

Попадая в хлебохранилище, в котором температура обычно равна $18-25^{\circ}\text{C}$, хлеб начинает быстро остывать, теряя в массе от усыхания. Остывание начинается с поверхностных слоев хлеба, постепенно перемещаясь к центру мякиша хлеба.

Таким образом, в начальном периоде хранения хлеба имеет место градиент температуры, способствующий перемещению влаги по направлению от центра мякиша к корке. Отметим, что температура мякиша остывающего хлеба по истечении трех часов его остывания становится несколько ниже температуры окружающего пространства. Причина этого заключается в том, что процесс испарения влаги из хлеба продолжается, хотя и замедленно, даже после охлаждения хлеба до температуры помещения. Тепло, расходуемое на

испарение, берется из части мякиша, прилегающего к корке, а не из воздуха, отделенного от мякиша, коркой, имеющую значительно меньшую теплопроводность, чем мякиш.

Сразу же после выхода его из печи, начинается его усыхание (усушка) вследствие испарения части влаги и очень небольшой доли легколетучих компонентов хлеба. Наряду с этим происходит и перераспределение влаги в хлебе. Корка в момент выхода хлеба из печи практически почти безводна, но она быстро остывает, и влага из мякиша в результате разности концентрации и температуры во внутренних и внешних слоях хлеба устремляется в корку, повышая ее влажность.

Остывание корки и увлажнение ее до 12-14% происходит в зависимости от температуры в хлебохранилище, массы штуки хлеба и условий ее складывания обычно за первые 2-4 ч. хранения хлеба после выпечки.

Влажность корки 12-14%, примерно соответствующая равновесной, сохраняется при дальнейшем хранении хлеба. Влажность мякиша хлеба при его хранении постепенно снижается. При дальнейшем остывании и хранении хлеба, слой мякиша смежный с коркой, теряет влагу значительно скорее, чем центральная его часть. Длительное хранение хлеба в течение нескольких суток может привести к тому, что подкорковый слой мякиша вследствие значительной потери влаги станет твердым, не поддающимся деформации при легком нажатии на поверхность хлеба.

Факторы, влияющие на усыхание хлеба:

1. Температура воздуха: температура воздуха в хлебохранилище резко влияет на скорость остывания, а в связи с этим и на усыхание хлеба. Чем ниже температура воздуха, тем скорее хлеб остынет до температуры окружающего пространства и тем короче будет первый период усыхания хлеба, в пределах которого интенсивность усыхания хлеба наибольшая. Низкая температура воздуха замедляет усыхание хлеба и во втором периоде усыхания – периоде постоянной скорости этого процесса.

2. Относительная влажность воздуха: чем выше влажность воздуха, тем медленнее должна идти усушка. Влажность воздуха влияет на процесс испарения влаги с поверхности материала. Чем выше относительная влажность воздуха, тем меньше разность парциальных давлений паров на поверхности хлеба и в воздухе, и тем меньше скорость усыхания хлеба.

3. Скорость воздуха: в первый период усыхания хлеба целесообразно смывание хлеба воздухом, движущимся со скоростью 0,3-0,5 м/с. Это приводит к ускорению охлаждения хлеба, сокращению длительности первого периода усыхания и в результате этого к некоторому снижению потери в массе хлеба.

4. Влажность и упек хлеба: доказано, что чем выше влажность хлеба, тем выше, при прочих равных условиях, его усушка.

5. Способ выпечки хлеба (в формах или на поду): подовый хлеб, как правило, имеет упек более высокий, а влажность более низкую, чем формовой хлеб того же развеса. Поэтому усушка формового хлеба больше по сравнению с подовым.

6. Объем и масса хлеба: работа по изучению заварок, показали, что удельный объем хлеба (разрыхленность, пористость) является фактором, влияющим и на упек, и на усушку. Чем больше удельный объем хлеба, тем выше его усушка. Установлено также, что чем больше масса штуки хлеба, тем меньше усушка.

Изменения качества хлеба при хранении:

Хлеб в момент выхода из печи имеет среднюю температуру корки около 130°C , а центра $95-98^{\circ}\text{C}$. Корка хлеба в этот момент практически обезвожена и поэтому тверда и хрупка. Как уже отмечалось, влажность быстро остывающей корки в первые часы хранения хлеба повышается до 12-15% благодаря перемещению влаги из мякиша. В результате повышения влажности корка хлеба становится мягкой, эластичной и как бы резинообразной.

Эти свойства корки тем резче выражены, чем тоньше корка и чем выше ее влажность. При длительном хранении не завернутого хлеба корка опять становится более твердой и хрупкой в результате постепенного высыхания. При длительном хранении это происходит и с подкорковым слоем мякиша. Мякиш хлеба (особенно хлеба крупного по массе) остывает значительно медленнее корки, сохраняя в течение 1-3ч. после выхода из печи температуру в центральной части, превышающую $50-60^{\circ}\text{C}$. В этот промежуток времени в мякише хлеба продолжают некоторые процессы, происходящие при выпечке.