Галеты — мучные кондитерские изделия, вырабаты­ваемые из пшеничной муки с применением дрожжей и хими­ческих разрыхлителей, с добавлением или без добавления раз­личного вида сырья.

Галеты являются разновидностью печенья. В зависимости от состава и назначения галеты подразделяют­ся на три вида:

* простые без жира и сахара;
* улучшенные с жиром;
* диетические с жиром и сахаром.

Простые галеты подразделяются на галеты из пшеничной муки I сорта, из пшеничной муки II сорта и из пшеничной обойной муки.

Диетические галеты подразделяются на галеты с повышен­ным и пониженным содержанием жира.

Крекер — сухое печенье, вырабатываемое из дрожжевого теста с жиром.

В зависимости от способа приготовления и рецептурного со­става крекер делят на группы:

* — с жиром или с жиром и жировой прослойкой на дрож­жах и химических разрыхлителях или только на дрожжах;
* — с жиром или с жиром и жировой прослойкой на дрож­жах и химических разрыхлителях или только на дрожжах, с вкусовыми добавками (тмин, анис, большое количество соли и др-);
* — без жира на дрожжах и химических разрыхлителях или только на дрожжах.

***Замес дрожжевого теста.***Галеты и крекеры готовят на дрожжевом тесте.

Для производства галет применяется опарная технология, а для крекера — опарная и безопарная.

Опарный способ приготовления теста состоит в том, что приготовление теста ведут в две стадии: на первой стадии го­товится опара, на второй — тесто.

Опара представляет собой жидкое тесто из муки, воды и дрожжей. Процесс приготовления опары состоит в следующем: муку в количестве 20—50% общего количества, воду, сахар и измельченные дрожжи тщательно перемешивают в течение 5— 7 мин до получения однородной массы влажностью 52—60% и оставляют на брожение при температуре 30—32 °С в тече­ние 1—1,5 ч для простых галет и 8—10 ч для крекера.

Готовность опары определяют по увеличению объема в

— 3 раза и по началу уменьшения максимального объема.

Процесс дрожжевого брожения состоит из двух фаз. В на­чале под воздействием амилолитических ферментов на крахмал и декстрины муки образуется мальтоза. В результате последу­ющего расщепления мальтозы ферментом мальтазой образу­ются две молекулы глюкозы. Наряду с этим сахараза дрож­жей расщепляет сахарозу на глюкозу и фруктозу. Таким об­разом, на первой стадии брожения происходит образование глюкозы и фруктозы, которые являются питательной средой для размножающихся дрожжевых клеток.

Вторая стадия брожения характеризуется образованием ди­оксида углерода (углекислого газа) и спирта благодаря дей­ствию фермента зимазы дрожжей на фруктозу и глюкозу. Собственные сахара муки, а также сахара, образующиеся в результате действия амилолитических ферментов, играют важ­ную роль в начале брожения теста, а затем брожение теста протекает за счет добавленного к нему сахара.

Во время брожения опары и теста накапливается молоч­ная кислота, которая влияет на процессы набухания и пептизации белковых веществ теста и вкус изделий.

При приготовлении теста для галет в опару обычно добав­ляют молочную кислоту. Это обусловлено тем, что при корот­ком брожении опары и теста, а также при наличии гидрокар­боната натрия (двууглекислой соды), который нейтрализует кислоты, в процессе брожения накапливается недостаточное количество молочной кислоты.

Оптимальная температура для брожения опары и теста 32—34 °С. Повышение температуры выше указанных пределов нежелательно, так как в противном случае фермент зимаза инактивируется и жизнедеятельность дрожжей снизится.

Для сокращения продолжительности созревания опары и замеса теста, а также улучшения качества изделий (увеличе­ние набухаемости и пористости, снижение плотности, усиление интенсивности окраски поверхности) применяют очищенный ферментный препарат Амилоризин П10х, который наиболее эффективен при использовании муки с содержанием клей­ковины 30—40% среднего и сильного качества.

Ферментный препарат применяют в производстве в виде водного раствора, который готовят только на одну смену (7— 8 ч). Навеску ферментного препарата тщательно растирают в- ступке с небольшим количеством воды до кашицеобразного состояния с постепенным добавлением воды. Затем раствор переносят в бачок вместимостью 5—10 л из нержавеющей ста­ли и добавляют остальную воду. Соотношение ферментного препарата и воды должно быть не менее 1 ; 10 (на 100 г пре­парата 1 л воды). Ферментный препарат должен быть пол­ностью растворен. Для лучшего растворения препарата бачок желательно снабжать механической мешалкой. Раствор фер­ментного препарата добавляют в опару перед загрузкой муки..

При производстве галет и крекеров желательно использо­вать препараты, стандартизированные по ферментативной ак­тивности, что позволяет дозировать их по массе, Следует при­менять препарат с осахаривающей способностью (ОС) 200 ед. и протеолитической способностью (ПС) не менее 16 ед. на 1 г сухого вещества. При этом если ферментный препарат по оса­харивающей способности соответствует 200 ед., то расход его\* на 100 кг муки составит 3—7,5 г в зависимости от качества муки. При другой осахаривающей способности дозировка пре­парата соответственно меняется.

При использовании ферментного препарата Амилоризин П10х порядок загрузки сырья следующий: сначала перемеши­вают с водой измельченные дрожжи, затем добавляют сахар и раствор ферментного препарата, после чего загружают муку и всю смесь тщательно перемешивают. Продолжительность созревания опары сокращается до 30—40 мин для галет и до 1—2 ч — для крекера. После созревания опары в месильную машину загружают сначала опару, а затем все остальное сырье и в последнюю очередь химические разрыхлители и муку.

Продолжительность замеса теста зависит от частоты вра­щения лопастей месильной машины, свойств муки и темпера­туры сырья. Замес галетного теста продолжается в течение

50 мин, а при использовании ферментного препарата со­кращается до 15—30 мин.

Замес крекерного теста продолжается 40—60 мин, а при использовании ферментного препарата — 25—35 мин.

Оптимальная влажность теста для галет простых из муки I и II сортов 33—34%, из обойной пшеничной муки — 35— 36%. Влажность теста для галет улучшенных 30—31 %, для дие­тических— 26—31%. Влажность теста для крекера в среднем

31% в зависимости от сорта изделий (для изделий с вку­совыми добавками разрешена более высокая влажность теста)..

Температура теста в конце замеса должна быть 32—35 °С.

**Вылеживание, прокатка и формовка теста.**

В процессе замеса тесто подвергается сильному меха­ническому воздействию, в результате чего в нем возникают внутренние напряжения, которые обусловливают деформацию тестовых заготовок при формовании.

**Вылеживание.** Для ликвидации внутренних напряжений в тесте, повышения его пластичности, обеспечения ряда биохими­ческих и микробиологических процессов (в основном при из­готовлении дрожжевого теста) тесто после замеса подвергает­ся вылеживанию.

На ряде кондитерских фабрик применяются специальные камеры для вылеживания теста, в которых созданы оптималь­ные температура и относительная влажность воздуха. Вылежи­вание теста в таких камерах способствует резкому улучшению качества теста и готовой продукции.

При отсутствии специальных камер вылеживание теста осуществляется в помещении цеха на столах или в дежах. Для этого тесто помещают в дежу или укладывают на стол, накрывают брезентом или плотным полотном и оставляют ле­жать в течение определенного времени. Брезент используется для сохранения температуры теста и предотвращения образо­вания на его поверхности корочки, которая ухудшает состояние поверхности печенья. При хранении теста в помещении с вы­сокой относительной влажностью воздуха (80—90%) корочка не образуется.

Тесто на столах следует укладывать тонким слоем, в про­тивном случае может произойти его самосогревание и, как следствие, преждевременное разложение карбоната аммония (углекислого аммония).

При вылеживании дрожжевого теста для галет и крекеров происходит ряд процессов, вызываемых в тесте дрожжами и приводящих к его созреванию. Основными из них являются процесс спиртового брожения, размножения дрожжевых клеток, коллоидные, физические и биохимические процессы.

*В процессе спиртового брожения* зимазный комплекс фер­ментов дрожжей обеспечивает превращение моносахаров в спирт и диоксид углерода. Используемые в производстве дрож­жи могут сбраживать все основные сахара теста — глюкозу, фруктозу, сахарозу и мальтозу.

Глюкоза и фруктоза сбраживаются непосредственно. Саха­роза предварительно превращается сахаразой в глюкозу и фруктозу. Скорость этого превращения сахарозы очень вели­ка: уже через несколько минут после замеса теста вся содер­жащаяся в нем сахароза превращается в глюкозу и фрук­тозу.

Количество диоксида углерода, выделившегося в тесте при сбраживании сахаров, составляет примерно 70% от теоретически возможного.

На скорость спиртового брожения в тесте влияет и ряд дру­гих факторов: температура, величина pH, присутствие в тесте ряда витаминов и минеральных соединений.

Например, увеличение температуры теста с 25 до 35°С уд­ваивает скорость брожения и газообразования в тесте.

Оптимальной для брожения и для дыхания дрожжей явля­ется кислая реакция среды в пределах pH 4—6.

Наличие и количество в тесте ряда витаминов, минераль­ных и азотсодержащих соединений также существенно влияют на скорость брожения.

Прессованные дрожжи в количестве 1 г содержат обычна около 10 миллиардов дрожжевых клеток. Увеличение количества дрожжевых клеток в опаре или тесте сказывается на ско­рости брожения. Размножение дрожжевых клеток может быть ускорено обогащением питательной среды витаминами и от­дельными минеральными солями, например хлоридом аммония и сульфатом кальция.

В процессе брожения происходит увеличение кислотности опары и теста, вызванное накоплением продуктов, имеющих кислую реакцию.

В выброженном тесте присутствуют молочная, уксусная, янтарная, яблочная, муравьиная, лимонная и некоторые дру­гие органические кислоты.

Нарастание кислотности теста в процессе его приготовле­ния на прессованных дрожжах в основном обусловлено накоп­лением в тесте молочной кислоты. Значительную роль играет также накопление уксусной кислоты. На долю остальных кис­лот приходится обычно менее 10% кислотности теста.

*Коллоидные процессы*, происходящие при замесе теста, продолжаются в процессе вылеживания теста. Продолжают интенсивно раз­виваться процессы набухания и пептизации белков теста и слизей муки, увеличивается гидрофильность (хорошо впитывается вода) коллоидов теста засчёт постепенного повышения кислотности теста, накопле­ния спирта.

В процессе вылеживания происходит увеличение объема теста, вызванное разрыхлением пузырьками диоксида углерода (углекислого газа), накапливающегося в результате спиртово­го брожения. Вследствие увеличения теста в объеме при его брожении происходит дальнейшее вытягивание и растягивание клейковины клеток из набухших частичек муки.

Последующее слияние этих клеток при механических опе­рациях прокатки теста обеспечивает создание в тесте струк­турного губчатого клейковинного каркаса, обусловливающего газоудерживающую способность теста в процессе выпечки. **В результате этого печенье приобретает тонкостенную равномер­ную пористость.**

Температура теста в процессе вылеживания обычно увели­чивается на 2—3°С по сравнению с начальной температурой теста сразу после замеса.

Обусловлено это экзотермичностью (выделение теплоты) процесса и незначительным адсорбционным связыванием вла­ги, продолжающимися при брожении теста.

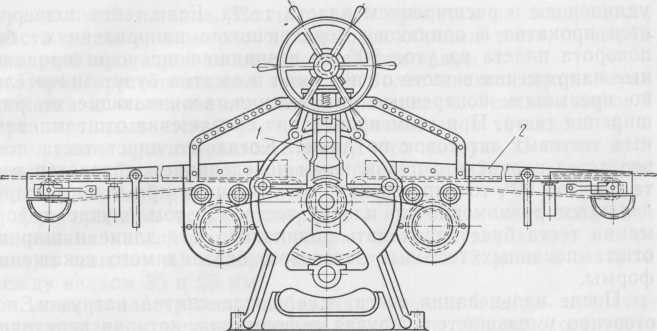
Процесс спиртового и кислотного брожения теста представ­ляет собой целую цепь сложных биохимических процессов, обус­ловленных взаимодействием комплекса ферментов дрожжей и кислотообразующих бактерий теста и ферментов муки.

При этом в тесте содержатся растворимые продукты, не­обходимые для дрожжей и кислотообразующих бактерий, а из клеток дрожжей в тесто выделяются основные и побочные про­дукты брожения.

Наряду с этим вещества, входящие в состав теста, испыты­вают комплекс превращений, обусловленных действием фер­ментов муки и продуктов, выделяемых дрожжами и кислотооб­разующими бактериями теста. В результате этого состав и свойства теста непрерывно меняются.

**Прокатка теста**. Это операция превращения бесформенных кусков теста в тестовую ленту, из которой затем можно осу­ществлять формование изделий.

Для прокатки теста применяются двухвалковые реверсив­ные машины или ламинатор.



**Двухвалковая реверсивная машина для прокатки теста:**

**1 — валки; 2 — транспортер**

В процессе прокатки тесто, обладающее упругоэластичными свойствами, испытывает внутренние напряжения, возникающие в нем под воздействием обработки на двухвалковой прокаточной машине или ламинаторе. В результате упругая деформа­ция частично переходит в пластическую, что сопровождается частичной релаксацией упругих напряжений.

В процессе многократной прокатки тесто испытывает де­формацию сдвига и сжатия. Вследствие этого в тесте возника­ют продольные и поперечные напряжения, сопровождающиеся удлинением и расширением пласта теста. Если тесто подверга­ется прокатке в одинаково чередующихся направлениях без поворота пласта на угол 90°, то возникшие при этом продоль­ные напряжения в тесте от вытяжки и сжатия будут значитель­но превышать поперечные напряжения, возникающие от рас­ширения теста. При этом происходит сокращение отштампован­ных тестовых заготовок по длине. Когда же пласт теста под­вергается прокатке с правильным чередованием поворотов тес­та на угол 90°, то напряжения, возникающие при этом, распре­деляются равномерно по пласту теста. В этом случае дефор­мация теста будет проходить одинаково по длине и ширине отштампованных тестовых заготовок, без видимого искажения формы.

После вальцевания теста, т. е. после снятия нагрузки, по­степенно уменьшается упругая деформация, которая переходит в пластическую. В это же время происходит выравнивание внутренних напряжений.

При прокатке теста также происходит равномерное распре­деление воздуха, захватываемого тестом во время перемеши­вания. При этом избыток воздуха удаляется, благодаря чему тесто приобретает мелкопористую структуру.

Многократная прокатка и складывание пласта способству­ют улучшению слоеного теста, что придает характерную хруп­кую и слоистую структуру затяжному печенью, крекеру и га­летам.

В зависимости от применяемой технологии используются различные схемы прокатки теста. При использовании добавок- улучшителей (ферментных препаратов, пиросульфита натрия) схема прокатки теста упрощается.

Схема прокатки затяжного теста без добавок-улучшителей из муки высшего сорта на двухвалковой реверсивной машине предусматривает пять последовательных стадий прокатки и вылеживания пласта теста: предварительная прокатка, первое вылеживание, первая лицевая прокатка, второе вылеживание, вторая лицевая прокатка.

После замеса тесто кусками массой не более 35 кг сначала прокатывается на подготовительной двухвалковой машине пять раз (считая прокатку в одном направлении за один раз), из которых первые три раза — с постепенным уменьшением зазо­ра между валками (90, 70, 50 мм). Перед четвертой прокаткой пласт теста складывают вдвое по длине ленты и пропускают еще 2 раза (зазор 80 и 60 мм). После этого тесто вылежива­ется на столе в течение 2—2,5 ч и вновь прокатывается 4 раза в направлении, перпендикулярном первым прокаткам. При этом оно пропускается через валки с постепенным уменьшени­ем зазора, причем после первой прокатки пласт теста склады­вается вдвое.

Прокатанное тесто вторично подвергается вылеживанию в течение 30 мин, а затем прокатывается 5 раз на лицевой двухвалковой машине. После первой прокатки на поверхность пласта теста равномерно насыпаются обрезки теста, а перед четвертой прокаткой тесто складывается вдвое.

Перед приготовлением теста из более низких сортов муки прокатка и вылеживание теста упрощаются. Тесто из муки I сорта прокатывается 3 раза, вылеживается в течение, 1 ч, а затем вновь прокатывается 5 раз. Тесто из муки II сорта про­катывается 2 раза, вылеживается в течение 30 мин, а затем прокатывается 5 раз.

При прокатке куски крекерного и галетного теста после вы­леживания массой до 35 кг подаются на двухвалковую ревер­сивную машину и подвергаются прокатке 2 раза с зазором между валком 35 и 25 мм.

Затем к пласту теста добавляют обрезки и вновь прокаты­вают с зазором между валками 30—35 мм. После этого тесто складывают вдвое, поворачивают на угол 90° и прокатывают между валками с зазором 35 мм. Пласт теста вновь склады­вают, поворачивают на угол 90° и пропускают через валки.

После лицевой прокатки тесто прокатывается на шлифую­щих валках, назначение которых состоит в постепенном умень­шении толщины тестовой ленты перед формованием на штамп- машине. Скорость тестовой ленты между первой и второй па­рами шлифующих валков регулируется так, чтобы тестовая лента не набегала на вторую пару валков и в то же время не была натянута. В первом случае тестовая лента будет нерав­номерной плотности, а во втором — чрезмерно растягиваться, что приведет к искажению формы тестовых заготовок.

Толщина тестовой ленты после прохождения первой пары шлифующих валков 7—10 мм, после второй пары валков —

4,0 мм.

Тестовая лента перед штампованием должна быть ненатя­нутой, свободной, с небольшой складкой. Это достигается сни­жением скорости движения промежуточного транспортера. Тестовая лента, поступившая на штампование в натянутом ви­де, будет иметь искаженную форму.

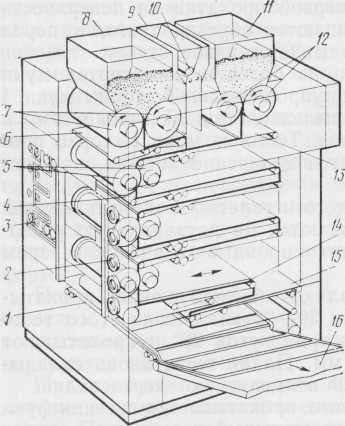
В процессе прокатки к свежему тесту добавляют тестовые обрезки, поступающие со штамп-машины для вторичной пере­работки. Следует стремиться к тому, чтобы разница в темпе­ратуре между тестом и обрезками была небольшой.

При приготовлении теста с использованием добавок-улучшителей (пиросульфита натрия, ферментного препарата Протосубтилина Г10х и др.) стадии предварительной прокатки и вылеживания теста ликвидируются.

Тесто после замеса сразу же поступает на прокатку, где оно прокатывается с добавлением обрезков 8 раз и подается на формование.

В последние годы широко используется в промышленности ламинатор, который позволяет непрерывно прокатывать ленту теста для затяжного, галетного и крекерного теста.

Ламинатор (рис. 29) со­стоит из нескольких пар гладких или рифленых вал­ков и системы транспорте­ров, смонтированных на об­щей станине, снабженной регулировочными устройст­вами и контролирующими приборами.

**                                                                    Рис. 29. Схема тестовальцующей маши­ны — ламинатора**

Ламинатор работает сле­дующим образом. Тесто по­ступает в приемные ворон­ки 8 и 11. В одну из воро­нок можно подавать обрез­ки тестовой ленты после штампования из нее изде­лий. Дном обеих воронок служат рифленые или глад­кие валки 7 и 12, обеспечи­вающие предварительное вальцевание двух лент те­ста, поступающего на гори­зонтальные транспортеры 6 и 13.

После первого вальцевания тесто подается на транспортер 4 для вылеживания. Вальцевание и вылеживание теста в ла­минаторе выполняют трижды, затем производят его многократ­ное слоение.

Правый барабан транспортера 15 и левый барабан транс­портера 14 совершают возвратно-поступательное движение, в результате которого тесто укладывается слоями на транспор­тер 1, расположенный под прямым углом к транспортерам 14 и 15. Многослойная лента теста, полученная на ламинаторе, поступает на транспортер 16, затем на калибрующие валки и формование. Частоту вращения валков и скорость транспорте­ров регулируют с пульта управления 3, расположенного возле ламинатора, зазор между валками — вращением штурвалов 2.

Одним из эффективных способов улучшения качества кре­кера является введение жировой прослойки (жиромучной сме­си) между слоями теста при складывании и прокатывании.

Жировая прослойка представляет собой смесь жира и муки в различном соотношении, в которую могут быть введены раз­личные вкусовые добавки: лук, перец, тмин и т. п.

От вида жира, соотношения жира и муки, а также от со­отношения между жировой прослойкой и тестом зависит каче­ство крекера.

Наилучшее качество крекера достигается при использова­нии жировой прослойки с соотношением жира и муки (1:1)-\*-(1:2) и при добавлении ее в тесто в количестве 10% к мас­се теста. При прокатке теста с жировой прослойкой на лами­наторе она подается рифленым валком 10 из приемной ворон­ки 9 на ленту теста, поступающего из-под валков 12, и покры­вается сверху тестом, которое поступает из-под валков 7. Та­ким образом, на вальцевание между валками 5 поступает лен­та теста с жировой прослойкой.

**Формование теста*.*** Формование теста осуществляется на различном оборудовании.

В настоящее время наиболее распространенным типом обо­рудования для формования упругопластично-вязкого теста (за­тяжного, галетного, крекерного) являются штамп-машины легкого типа.

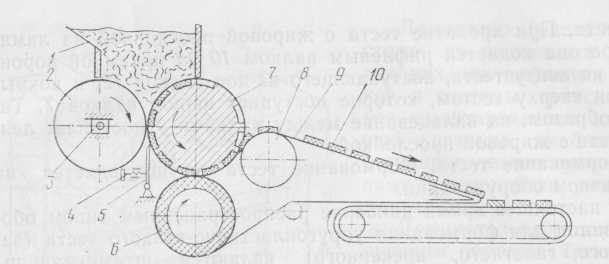
Процесс формования на этих машинах складывается из следующих операций: получение тестовой ленты толщиной

4 мм при помощи двух пар шлифующих валков, выруб­ка заготовок геста с помощью штампующего механизма, воз­врат специальным транспортером обрезков и др. На современ­ных агрегатах тестовые заготовки формуют без остановки дви­жения тестовой ленты. При этом тестовая лента сопровожда­ется штампом, который передвигается в горизонтальном на­правлении со скоростью, соответствующей скорости движения тестовой ленты. После вырубки первой порции тестовых заго­товок штамп возвращается для вырубки следующей порции заготовок. Штамп работает с частотой 150—200 ударов в ми­нуту. Таким образом, он совершает движение не только в вер­тикальной плоскости, производя вырубку заготовок, но и в го­ризонтальной, благодаря чему тестовая лента может совер­шать непрерывное движение. Обрезки, остающиеся после вы­рубки заготовок, специальным транспортером возвращаются к лицевой вальцевальной машине или воронке ламинатора.

Штампующий механизм состоит из ряда стальных или бронзовых матриц, имеющих форму стакана с заостренными кромками. Внутри матриц находятся пуансоны, через отверс­тия в которых проходят трафареты с надписью, выполненной в виде острых, режущих кромок; и шпильки, прокалывающие заготовку. Количество необходимых проколов тестовой заго­товки шпильками зависит от вида теста: для галетного 3 про­кола на 1 см2 поверхности заготовки, для затяжного 1, а для крекерного 1 прокол на 2 см2 поверхности заготовки. Проколы способствуют выходу водяных паров из тестовой заготовки при выпечке. Это препятствует образованию вздутий (пузырей) на поверхности выпеченного изделия.

Толщина тестовых заготовок для затяжного печенья 3,0—мм, для галет и крекеров — 2,5—3,5 мм.

В последние годы для затяжного, крекерного и галетного теста стал применяться роторный способ формования. При этом способе вырубка заготовок производится вращающимся рото­ром из предварительно прокатанного пласта теста. На формую­щем роторе укреплены режущие матрицы, в корпусе которых

**                                                        Рис. 30. Схема ротационно-формующей машины**

укреплены трафареты с ножами и шпильками для прокалыва­ния заготовок теста.

Для формования пластичного теста типа сахарного преиму­щественно применяют ротационные машины. Такие машины имеют ряд преимуществ: высокая производительность, сравни­тельная простота конструкции и обслуживания; отсутствие при их использовании обрезков теста; сравнительно небольшая занимаемая площадь; отсутствие ударных нагрузок при их ра­боте. Однако следует учитывать, что при использовании этих машин влажность теста должна находиться в следующих пре­делах: 14—17,5%, температура — не выше 28°С.

На рис. 30 представлена схема ротационной машины. Тесто из загрузочной воронки 1 попадает между вращающимися на­встречу друг другу рифленым валом 2 и формующим рото­ром 7.

Зазор между ними можно регулировать в зависимости от сорта и свойств теста. Для этого подшипник 3 рифленого вала 2 способен перемещаться в горизонтальной плоскости. Это позволяет регулировать величину давления вдавливания теста в выгравированные формы ротора 7. Одним из основных рабо­чих органов машины является нож 5, расположенный в щели между рифленым валом 2 с формующим ротором 7. Нож 3 прижимается к поверхности ротора при помощи регулирующе­го винта 4. Нож очищает поверхность формующего ротора от теста таким образом, что оно остается только в выгравирован­ных на его поверхности углублениях. От правильного положе­ния ножа в значительной степени зависит качество формова­ния. Выемка отформованных заготовок из форм производится с помощью транспортерной ленты 9, которая прижимается к формующему ротору с помощью ведущего барабана 6 и на­правляющего, покрытого резиной ролика 8. При этом отфор­мованные заготовки 10 извлекаются из форм, поступают на транспортерную ленту 9 и направляются на выпечку.

Для выработки печенья различной формы формующие ма­шины комплектуют несколькими формующими роторами, на поверхности каждого из которых выгравированы различные комплекты рисунков. При смене ассортимента ротор заменяют. На ротационных машинах можно формовать также тесто для песочно-выемного сдобного печенья.

**Выпечка печенья**

В технологическом процессе производства печенья, кре­кера и галет выпечка является одной из основных операций.

Во время выпечки происходят сложные физико-химические и коллоидные изменения в тесте, предопределяющие качество готовых изделий.

С теплофизической точки зрения выпечка — процесс гигротермический, для которого характерны перенос теплоты и уда­ление влаги в коллоидных капиллярно-пористых материалах под влиянием высокой температуры.

Выпечка изделий осуществляется в печах, в которых чаще всего теплота передается от греющих поверхностей и паровоз­душной смеси к тестовым заготовкам. В процессе теплообмена тестовых заготовок с греющими поверхностями печи и паро­воздушной смесью пекарной камеры происходит послойный прогрев теста.

Поверхностные слои тестовых заготовок примерно через минуту достигают температуры около 100 °С, в то время как температура внутренних слоев теста за этот же промежуток времени не превышает 70°С. По мере прогрева теста темпера­тура поверхностных слоев неуклонно повышается, но с мень­шей интенсивностью и к концу выпечки достигает 170—180°С. Температура центральных слоев теста также повышается и к концу выпечки достигает 106—108°С.

Наряду с изменением температуры теста в процессе выпеч­ки происходит изменение влажности теста. Обезвоживание теста может до определенного предела происходить неравно­мерно и характеризуется тремя периодами. В первом периоде происходит интенсивный прогрев теста, благодаря чему ско­рость влагоотдачи возрастает и носит переменный характер. К концу первого периода разность во влажности внешних и центральных слоев теста все более увеличивается в результате обезвоживания поверхностных слоев теста.

Во втором периоде выпечки влагоотдача происходит с по­стоянной скоростью. Влага испаряется при температуре, превышающей 100 °С, с постепенным углублением зоны испа­рения внутри теста печенья, что сопровождается резким увели­чением объема печенья.

В третьем периоде выпечки скорость влагоотдачи постепен­но снижается, а зона испарения достигает центральных слоев теста печенья. Этот период характеризуется частичным удале­нием связанной влаги и образованием корочки.

В первом и втором периодах происходит прогревание теста с испарением влаги из поверхностных слоев при отсутствии миграции влаги от внутренних слоев к поверхностным, что ха­рактерно для процесса выпечки. При этом количество влаги в центральных слоях несколько увеличивается в результате миг­рации влаги от периферийных к центральным слоям теста пе­ченья. В третьем периоде происходит миграция влаги от внут­ренних слоев к поверхностным, что характерно для процесса сушки.

Каждому периоду выпечки должна соответствовать опти­мальная температура среды пекарной камеры. Так, в первом периоде температура пекарной камеры должна быть невысо­кой, чтобы на поверхности тестовых заготовок преждевременно не образовалась корочка, препятствующая испарению влаги и подъему изделий. Во втором периоде процесса выпечки тепло­обмен должен быть увеличен, поэтому температура среды пе­карной камеры должна быть максимальная. В третьем периоде температура среды должна быть снижена, так как процесс ха­рактеризуется уменьшением скорости влагоотдачи. Увеличение температуры среды в этом периоде выпечки может привести к обугливанию поверхности изделий.

Увеличение толщины тестовых заготовок удлиняет процесс выпечки, так как он происходит при более низкой температу­ре среды. С увеличением толщины тестовых заготовок увели­чивается сопротивление прохождению теплоты через тесто и поэтому влагоотдача теста замедляется. При сравнительно мед­ленной влагоотдаче более высокая температура среды способ­ствует преждевременному образованию корочки, что препятст­вует обезвоживанию тестовых заготовок. В результате получа­ется сырое, недопеченное печенье. Увеличение продолжитель­ности выпечки в этом случае приведет к обугливанию поверх­ности печенья.

На продолжительность выпечки влияет плотность теста: хорошо разрыхленное тесто выпекается быстрее, чем плотное.

В процессе выпечки происходят физико-химические измене­ния теста. Особенно значительные изменения претерпевают белки и крахмал муки, играющие основную роль в образова­нии структуры изделий. При прогреве теста до температуры 50—70 °С белковые вещества теста подвергаются денатурации и коагуляции. При этом освобождается вода, поглощенная при набухании, а крахмал набухает и частично клейстеризуется.

Освобожденные и скоагулированные белки клейковины и частично клейстеризованный крахмал образуют пористый ске­лет, на поверхности которого адсорбируется жир в виде тонких пленок. При температуре 60 °С карбонат аммония разлагается с выделением газообразных веществ — аммиака и углекислоты. Гидрокарбонат натрия разлагается при температуре 80—90 °С с выделением углекислоты. При повышении температуры теста давление и объем образующихся газообразных продуктов уве­личиваются, в результате чего изменяется объем тестовых за­готовок, а поры в тесте значительно увеличиваются.

В разрыхлении теста большую роль играют пары воды, об­разующиеся в тесте в процессе выпечки.

В процессе выпечки происходят постепенное обезвоживание поверхностных слоев и образование корочки на поверхности тес­та. Очень важно, чтобы образование корочки происходило не сразу, а постепенно, так как ее появление препятствует увели­чению объема тестовых заготовок. Поэтому процесс выпечки вначале ведут при невысокой температуре с увлажнением сре­ды пекарной камеры, что способствует образованию тонкой корочки в более поздний период.

При выборе оптимального режима выпечки необходимо учи­тывать влияние параметров паровоздушной среды пекарной ка­меры на коллоидные и физико-химические процессы, протекаю­щие в тесте, которые предопределяют в итоге получение изде­лий со строго определенными качественными показателями. Наряду с этим необходимо обеспечить оптимальные условия для теплообмена в пекарной камере, позволяющие наиболее производительно и экономично вести процесс.

Рекомендован следующий оптимальный режим выпечки печенья.

Вначале процесс выпечки должен происходить при высо­кой относительной влажности (60—70%) и сравнительно низ­кой температуре (не выше 160 °С) среды пекарной камеры, способствующие благоприятному протеканию кол­лоидных и физико-химических процессов в оптимальных усло­виях.

Высокая относительная влажность среды пекарной камеры, достигаемая искусственным увлажнением, интенсифицирует прогрев теста, который способствует денатурации белков и частичной клейстеризации крахмала, а также разложению хи­мических разрыхлителей с выделением газообразных продук­тов, разрыхляющих тесто.

Невысокая температура в сочетании с высокой относитель­ной влажностью среды пекарной камеры исключает возмож­ность образования корочки на поверхности изделий в первом периоде выпечки. Эластичная пленка, образующаяся на по­верхности изделий, не оказывает значительного сопротивления расширяющимся газам внутри тестовых заготовок, что способ­ствует постепенному подъему изделий и, следовательно, обра­зованию пористой структуры.

Второй период выпечки характеризуется постепенным увеличением температуры среды пекарной камеры до 250— 300 °С, которая поддерживается во второй зоне печи.

Относительная влажность среды пекарной камеры может быть снижена, поэтому увлажнения пекарной камеры в этой зоне выпечки не производят.

Во втором периоде выпечки продолжаются и в основном завершаются коллоидные и физико-химические процессы в тесте, связанные с денатурацией и коагуляцией белка, частич­ной клейстеризацией крахмала и разложением химических разрыхлителей.

Третий период выпечки характеризуется постоянной температурой, сниженной до 250 °С. В этом периоде происходит окончательная фиксация структуры изделий с образованием корочки на их поверхности и завершается процесс удаления избытка влаги.

Продолжительность выпечки печенья обычно колеблется в пределах 4—5 мин. При оптимальном режиме длительность выпечки сокращается до 3,5 мин.

Для выпечки галет и крекеров обычно применяется пере­менный температурный режим с обязательным увлажнением среды пекарной камеры. Первые 4 мин температура среды пе­карной камеры постепенно повышается с 230 до 270 °С, затем постепенно снижается до 205 °С. Общая продолжительность процесса выпечки для простых галет 7—10 мин, диетических галет и крекеров 5—7 мин. Более продолжительная выпечка галет по сравнению с печеньем объясняется тем, что влажность и толщина тестовых заготовок этих изделий выше, а макси­мальная температура среды пекарной камеры ниже.

Для выпечки мучных кондитерских изделий используются печи различных конструкций, которые классифицируются па способу обогрева пекарной камеры:

а) жаровые, аккумулирующие теплоту стенками пекарной камеры в процессе непосредственного сгорания в ней топлива;

б) канальные, где теплоносителем является газ, образую­щийся при сгорании топлива и передающий теплоту в пекар­ную камеру через стенки каналов;

в) с пароводяным обогревом, где теплоотдающей поверх­ностью являются трубки Перкинса;

г) туннельные с непосредственным сжиганием газа в пе­карных камерах при помощи горелок или обогреваемые элект­ричеством при помощи теплоотдающих поверхностей в виде элементов сопротивления.

По конструкции пекарного пода различают печи со стацио­нарным, выдвижным и конвейерным подом.

Наиболее механизированными являются печи с конвейер­ными подами, которые также подразделяются на следующие основные типы: цепные, люлечные, карусельные, а также лен­точные.

Типовым оборудованием для выпечки печенья и галет яв­ляются туннельные газовые печи непрерывного действия с кон­вейерными цепными или ленточными подами.

В случае использования туннельных печей с конвейерными цепными подами листы с тестовыми заготовками устанавлива­ются на цепные конвейеры, которые продвигаются вдоль печи и обогреваются двумя рядами горелок, расположенных над и под конвейером.

Однако ЭТИ печи В последние ГОДЫ вытесняются более СО' вершенными туннельными газовыми печами непрерывного дей­ствия с перфорированными или сетчатыми стальными лентами, в которых тестовые заготовки укладываются непосредственно на ленту пекарной камеры. Предпочтение отдается одноленточ­ным печам.

Газовые туннельные печи обладают еще и тем преимущест­вом, что нагрев пекарной камеры до рабочей температуры осу­ществляется за 2—3 ч, в то время как в канальных кирпичных печах на это требуется 2—3 сут. Охлаждение этих печей в случае срочного ремонта производится также в минимально короткое время.

В настоящее время широко внедряются электрические пе­чи, которые обладают рядом преимуществ перед другими кон­струкциями печей.

**Охлаждение печенья**

Для придания изделиям некоторой механической проч­ности, позволяющей производить съем изделий с трафаретов или печных лент, готовые изделия охлаждают. Изделия, выпе­каемые на трафаретах, охлаждают до температуры 50—70 °С на неподвижных или вращающихся стеллажах, после чего ста­новится возможным снять изделия с трафаретов без наруше­ния формы изделий.

При выпечке изделий на перфорированных или сетчатых стальных лентах предварительное охлаждение до температуры 50—70 °С производят на выступающей из печи части транспор­тера. Изделия приобретают некоторую прочность, что позво­ляет производить механический съем их со стальных лент пе­чи на охлаждающий транспортер для окончательного охлаж­дения за счет теплоотдачи в окружающую среду.

Охлаждать изделия следует при сравнительно мягком ре­жиме, чтобы избежать в них перенапряжений, приводящих нередко к образованию трещин. Слишком низкая температура охлаждающего воздуха может вызвать образование трещин в изделиях. Различная влажность в поверхностных и внутренних слоях изделий приводит к интенсивному перераспределению влаги внутри изделий после выпечки, в результате чего проис­ходит изменение линейных размеров отдельных слоев изделий, что также приводит к растрескиванию готовых изделий.

Рекомендуются следующие оптимальные условия охлажде­ния печенья: температура среды 20—25 °С, скорость охлажда­ющего воздуха 3—4 м/с. Наиболее целесообразно охлаждать изделия на транспортере закрытого типа с принудительной циркуляцией воздуха.

Вначале изделия охлаждаются в камере на выступающей из печи части транспортера до 50—70 °С, а затем при помощи ножей, плотно прилегающих к транспортеру, изделия легко, без деформации отделяются от транспортера и передаются на второй охлаждающий транспортер закрытого типа, где произ­водится окончательное охлаждение изделий при тех же пара­метрах до температуры 32—40 °С.

Охлаждение изделий сопровождается дополнительным уда­лением влаги за счет теплоты, аккумулированной изделиями во время выпечки. Так как запас теплоты в изделиях ограни­чен, то по мере охлаждения изделий удаление влаги замедля­ется, а затем совершенно прекращается. При этом на интен­сивность охлаждения печенья большое влияние оказывает скорость охлаждающего воздуха. Наиболее интенсивная усуш­ка происходит в первую минуту, при этом с увеличением ско­рости охлаждающего воздуха усушка снижается. Это объясня­ется тем, что при увеличении скорости охлаждающего воздуха быстрее снижается температура изделий и поэтому замедляет­ся удаление из них влаги.

Удаление влаги из печенья при охлаждении без принуди­тельной циркуляции воздуха происходит медленнее, а размеры усушки увеличиваются из-за сохранения изделиями высокой температуры в течение более продолжительного времени.

Слишком низкая температура охлаждающего воздуха мо­жет вызвать образование трещин на изделиях.

На растрескивание печенья влияют также содержание клей­ковины, количество жира в рецептуре, толщина печенья, усло­вия выпечки. Чем выше содержание клейковины в муке, тем меньше растрескивается печенье. Изделия, приготовленные с большим количеством сахара без жира, подвержены растрес­киванию. Жир и яйца оказывают пластицирующее влияние и поэтому предотвращают появление трещин в изделиях. С уве­личением толщины изделий растрескивание и образование ло­ма, как правило, уменьшаются. Недовыпеченное печенье в большей степени растрескивается, так как повышенное коли­чество неравномерно распределенной влаги в изделиях вызы­вает перенапряжения. Растрескивание обычно обнаруживается в процессе хранения изделий в фасованных пачках и ящиках.

**Упаковка и хранение печенья**

***Упаковка.***Печенье упаковывают в пачки весом нетто 50, 100, 150, 200 и 250 г, фасуют в коробки, а для внутриго­родского потребления — в бумажные или целлофановые паке­ты. Упаковку обычно производят в два слоя бумаги: подвертку и красочную этикетку из писчей бумаги. Иногда применяют третий слой из картона или бумаги, а также вставки в виде картонных донышек, которые придают пачке жесткость.

Упаковывать печенье в пачки можно и без этикеток, если оно завернуто в целлофан с рисунком; при использовании цел­лофана без рисунка на пачку наклеивается марка с товарным знаком или пачка склеивается бумажной этикетировочной лентой. Печенье можно завертывать в один слой бумаги (перга­мент, подпергамент или пергамин) и художественно оформлен­ную бандероль. Завертку печенья чаще всего осуществляют на машинах-полуавтоматах.

В коробки печенье фасуется весом нетто 400—500 г, реже до 1500 г. Для этой цели используют картонные, фанерные или жестяные коробки, которые перед укладкой печенья выстила­ют упаковочным материалом.

Печенье в пачках, коробках и пакетах укладывают в ящики дощатые, фанерные или из гофрированного картона. Для внутригородских перевозок используют также ящики бумажно­литые.

Ящики должны быть плотно упакованы, так как наличие свободных мест приводит к лому печенья во время транспорти­рования. Поэтому после упаковки свободные места заполняют бумажной стружкой, подушечкой из оберточной, гофрирован­ной бумаги или древесной стружкой из лиственных пород.

Печенье развесное укладывают рядами на ребро непосред­ственно в ящики. При этом ящики внутри должны быть выло­жены упаковочным материалом, а между каждым рядом пе­ченья прокладывают полоску из картона или плотной бумаги. Каждый горизонтальный слой выстилают пергаментом, подпергаментом, пергамином, парафинированной или оберточной бу­магой. Такая укладка печенья в ящики предотвращает обра­зование лома печенья во время транспортирования.

Сахарное и затяжное печенье мелких размеров, а также затяжное печенье круглой и овальной формы и печенье, фор­муемое на машинах типа ФАК и ФПЛ, упаковывают в ящики насыпью.

Печенье, отправляемое в районы Крайнего Севера, или\* печенье специального назначения упаковывают в жестяные герметически запаянные коробки, а также в тесовые ящики с предварительной упаковкой в парафинированные гофрирован­ные ящики или полиэтиленовые мешки.

Сдобное печенье фасуют в коробки, пачки, жестяные банки, пакеты и ящики.

В коробки из картона, жести, фанеры или из полимерных; материалов печенье фасуют весом нетто до 2 кг. Перед уклад­кой печенья коробки выстилают пергаментом, парафинирован­ной бумагой, подпергаментом, пергамином или покрывают цел­лофаном. Укладка печенья в коробки производится рядами на- ребро или плашмя, лицевой поверхностью в одну сторону или насыпью. Коробки оклеивают художественно оформленной этикеткой, перевязывают цветной бумажной или шелковой лентой. Если коробка склеена наглухо этикеткой или заверну­та в целлофан, перевязывать ее лентой не обязательно.

Сдобное печенье крупных размеров можно фасовать в пач­ки весом нетто до 300 г. При этом печенье укладывают верх­ней поверхностью в одну сторону. Укладка печенья верхней поверхностью в разные стороны допускается при фасовке пе­ченья на автоматах, при использовании стеккеров.

Фасовку печенья в пачки производят в два слоя бумаги: первый слой — пергамент, подпергамент или пергамин, вто­рой — художественно оформленная этикетка из писчей бумаги.

При завертке очень хрупких изделий или изделий с боль­шим содержанием жира используют также внутреннюю допол­нительную обертку из картона или бумаги и картонные встав­ки в виде донышек.

Для внутригородского потребления сдобное печенье фасуют в пакеты весом нетто до 300 г, которые заклеиваются маркой с изображением товарного знака или обвязываются лентой.

В жестяные банки печенье фасуют насыпью или укладыва­ют весом нетто до 1500 г. Банки предварительно выстилают бумагой, и после фасовки в них печенья оклеивают этикеткой. Если банки изготовлены из литографированной жести, то окле­ивать их этикетками не следует.

В ящики фанерные или из гофрированного картона печенье укладывают рядами или насыпью весом нетто не более 4 кг. Для предотвращения образования лома печенья во время транспортирования в ящики вставляют вкладыш по периметру и крестовину из фанеры или картона, делящую ящик на четы­ре части. В фанерные ящики вкладыш не вставляют. Предва­рительно ящики выстилают бумагой. При укладке печенья ря­дами каждый ряд прокладывают полоской картона или бума­ги, а каждый горизонтальный слой листом бумаги.

Коробки, пачки и пакеты с печеньем укладывают в ящики дощатые или фанерные весом нетто не более 12 кг, а для внутригородских перевозок — в ящики из гофрированного кар­тона или бумажнолитые весом нетто не более 7 кг. Ящики до­щатые или бумажнолитые следует предварительно выстилать бумагой.

На этикетках коробок, пачек и пакетах указываются пред­приятие, продукция, вес нетто, дата выработки и срок хране­ния. На ящиках с печеньем маркировку производят этикетками или нанесением четкого оттиска по трафарету или штампом не смывающейся краской.

***Хранение.*** Печенье, галеты и крекеры хранятся длительное время. Сроки их хранения зависят во многом от условий хра­нения и упаковки, которые должны обеспечить сохранение качества изделий.

Под воздействием влаги, воздуха, света и температуры ка­чество изделий меняется. В свою очередь, влажность изделий меняется в зависимости от изменения относительной влажнос­ти окружающего воздуха.

В складских помещениях необходимо поддерживать определенную относительную влажность воздуха. Стандартные ус­ловия хранения предусматривают относительную влажность воздуха в пределах 70—75%. Повышение влажности может привести к чрезмерному увлажнению печенья и его заплесневению. При более низкой относительной влажности воздуха происходит усушка печенья, что ведет к изменению массы фа­сованных изделий.

Стандартными условиями хранения печенья предусмотрена также температура складского помещения, которая должна быть не выше 18°С. Это вызвано, тем, что жиры под воздейст­вием повышенной температуры легко окисляются.

Ящики с печеньем укладывают штабелями высотой не бо­лее 2 м, желательно на деревянные стеллажи, отстоящие от пола на 0,25 м. Это обеспечивает хорошую обтекаемость шта­беля воздухом и возможность уборки помещения, что очень важно для предохранения изделий от различных вредителей. Между каждыми двумя рядами ящиков оставляют промежуток не менее 0,5 м, между отдельными штабелями, а также шта­белем и стеной оставляют проход не менее 0,7 м.

Печенье обладает большой гигроскопичностью и очень лег­ко воспринимает различные посторонние запахи. Поэтому не следует хранить изделия около водопроводных труб, раковин и батарей и вместе с другими продуктами, имеющими сильный запах.

Сроки хранения печенья зависят от вида печенья, содер­жания в нем жира, а также от района транспортирования. Срок хранения сахарного и затяжного печенья — 3 мес; при отправ­лении этого продукта в районы Крайнего Севера и труднодо­ступные районы — 6 мес.

Хранение сдобного печенья осуществляется в следующие сроки: 45 дней — печенье с содержанием жира до 10%; 30 дней — печенье с содержанием жира 10—20%; 15 дней — пе­ченье с содержанием жира более 20%.

Для смесей сдобного печенья срок хранения устанавлива­ется по виду печенья с большим содержанием жира.

Гарантийные сроки хранения крекера также различны. В зависимости от группы крекера и вида используемого жира крекеры хранятся от 1 до 6 мес.

Срок хранения галет зависит от их вида и применяемой упаковки.

Простые герметически упакованные галеты хранятся 2 года.

Простые развесные галеты из муки I, II сортов и обойной пшеничной — 6 мес; улучшенные — 3—6 мес; диетические — от 3 нед до 3 мес в зависимости от содержания жира в рецеп­туре.

Печенье, галеты и крекеры транспортируют в чистых, су­хих, не зараженных амбарными вредителями вагонах, судах и автомашинах. Не допускается перевозка печенья совместно с продуктами, обладающими специфическим запахом. При пере­возке, погрузке и выгрузке изделия должны быть надежно защищены от воздействия атмосферных осадков.

При точном соблюдении технологического режима по­лучаются изделия стандартного качества. Требования к каче­ству печенья, галет и крекеров определены ГОСТами на эти виды изделий.

Печенье должно иметь правильную форму без вмятин, по­вреждений углов и краев, ровную поверхность без вздутий и вкраплений, с ясным отпечатком штампа.

Поверхность галет и крекера должна быть гладкой, с про­колами, без пятен и посторонних вкраплений. На поверхности крекера и галет допускаются отдельные пузыри.

Изделия должны иметь равномерную окраску и неподгоре­лую поверхность. При этом допускается более темная окраска выступающих частей рельефного рисунка, узора и уголков, а также нижней части.

Вкус и запах изделий должны быть свойственны каждому виду, без посторонних привкусов.

Физико-химические показатели должны соответствовать тре­бованиям действующего ГОСТа на каждый вид изделия.