Производство печеного хлеба

Этапы приготовления хлеба способом брожения можно разделить на три: приготовление теста, куда включают и подготовку сырья, обработку теста (его разделку) и выпечку (см. схему).

Подготовка основного сырья. Для получения теста нормальной консистенции и нужных исходных свойств необходимо, чтобы сырье отвечало требованиям хлебопечения и было соответствующим образом подготовлено. При этом учитывают, что тесто обладает плохой теплопроводностью, поэтому основные ингредиенты его (мука и вода) должны быть подготовлены так, чтобы после замеса теста получить нужную для брожения температуру (28—32°С).

Схема технологического процесса производства пшеничного хлеба безопарным методом

Подготовка муки состоит в следующем: 1) подогревании до 10—20°С; 2) просеивании через контрольные сита; 3) пропуске через магнитные аппараты и 4) валке. Мука, прежде чем пойти в дежу (так называют в хлебопечении емкости для замеса теста), должна иметь положительную температуру не ниже 10°С, так как заданная температура теста получается в результате применения достаточно теплой воды, но не горячей, использование которой приведет к завариванию муки (свертыванию белков и клейстеризации крахмала). Поэтому муку перед использованием ее в хлебопечении надо хранить в отапливаемом помещении. При больших запасах муки и малом расходе ее следует хранить в хороших неотапливаемых складах, но зимой часть муки за несколько дней до выпечки необходимо переносить в теплое помещение.

Перед использованием муку нужно обязательно просеивать. Мука, хранящаяся в мешках, может слеживаться (образуются комки, а иногда и более плотный монолит). Такую муку очень трудно промесить, соединить с водой и образовать тесто без непромешенных, оставшихся внутри сухих комков. При расшивке мешков в муку могут попадать куски шпагата, ниток или волокна от них и ткани мешка. Просеивание предупреждает возможность появления таких включений в тесте и хлебе, а также случайное единичное заражение вредителями. Кроме того, при просеивании происходит аэрирование частиц муки — насыщение их воздухом, а следовательно, и кислородом, который будет в начале брожения использован дрожжами для аэробного дыхания. Просеивают муку на специальных машинах — просевателях типа буратов или рассевов. При просеивании не отделяют части муки (отруби) и поэтому сита ставят более редкие, чем контрольное сито для муки данного выхода и сорта на мельнице. Муку пропускают и через магнитный аппарат.

Если на предприятии имеется несколько партий муки с различными хлебопекарными свойствами, для улучшения качества хлеба в рецептуру вводят муку двух или большего количества партий в определенных соотношениях. Этот прием называют валкой. Ее применяют и для изготовления комбинированных сортов хлеба (ржано-пшеничного, пшенично-ржаного и т. д.).

Строгие требования предъявляются к воде. Она должна соответствовать показателям питьевой. Вода влияет на вкус хлеба и брожение теста. Качество воды для нужд хлебопечения и возможность использования того или иного источника определяются органами санитарной инспекции. Она должна соответствовать нормам и по содержанию бактерий, так как многие из них сохраняются при выпечке.

В каждом хлебопекарном предприятии должно быть оборудование для подогрева воды. В сельских хлебопекарнях чаще всего воду подогревают в котлах-бойлерах, установленных в системе дымоходов хлебопекарных печей. Для получения заданной температуры теста (28—30—32°С) температуру воды при замесе определяют, учитывая температуру муки и ее удельную теплоемкость (0,4) и пользуясь специальными формулами.

Соль также должна соответствовать требованиям стандарта на пищевые цели. Подготовка соли состоит в ее предварительном растворении и фильтровании полученного раствора. Крупнозернистую соль перед растворением промывают. Если в мякише печеного хлеба обнаруживают кристаллы соли, то это свидетельствует о явном нарушении технологии: соль не растворяли в воде или она не была полностью растворена.

Количество соли, вводимой в рецептуру, составляет для большинства сортов хлеба 1,3—1,5% веса муки. Лишь в отдельные сорта хлеба ее вводят до 2,5% (городские батоны, соленую витушку и др.). Соль не только придает вкус хлебу. С хлебом человек получает значительную часть соли, необходимой в суточном рационе. Отмечено также, что соль улучшает (укрепляет) коллоидные свойства теста, снижает активность альфа-амилазы и повышает температуру клейстеризации крахмала. Все это улучшает качество хлеба, вырабатываемого из муки с повышенной автолитической активностью. Раствор соли поступает при замесе теста из специального солерастворителя через солемерный бачок.

Качество хлеба во многом зависит от степени и правильности его разрыхленности (пористости). При приготовлении теста основными разрыхлителями являются дрожжи. Их достоинство в том, что они размножаются как в аэробных, так и в анаэробных условиях. Хорошо распределенные в массе теста дрожжевые клетки выделяют углекислый газ, насыщают им тесто, А результате чего создается давление газа, приводящее к разрыхлению теста.

В хлебопечении применяют прессованные и сухие дрожжи (для производства которых создана дрожжевая отрасль промышленности), а также жидкие — закваски, которые готовят на хлебопекарных предприятиях в специальных цехах.

Основное свойство, которым должны обладать прессованные и сухие дрожжи — подъемная сила, т. е. способность их за установленное время обеспечить подъем (разрыхление) теста до определенного уровня. Методы исследования подъемной силы дрожжей и вообще оценки их качества изложены в соответствующем ГОСТе.

Прессованные дрожжи содержат 75% воды и поэтому нестойки при хранении. Их нужно систематически получать на дрожжевом заводе и хранить при низкой температуре (около 2—4°С). Если дрожжи были заморожены (для длительного хранения), то оттаивать их необходимо при низкой температуре. Расход прессованных дрожжей составляет от 0,5 до 2,5% веса муки в зависимости от способа приготовления теста, продолжительности его брожения и качества дрожжей.

Сухие дрожжи, приготовленные на специальных заводах, герметизированные в банках различной емкости, сохраняют хорошую подъемную силу в течение года и более. Перед введением в тесто сухие дрожжи размачивают, делая жидкую болтушку с добавлением муки и сахара.

Приготовление жидких дрожжей на хлебопекарных предприятиях требует микробиологического контроля, так как необходимо следить за составом развивающейся микрофлоры (дрожжей, молочнокислых бактерий и других микроорганизмов).

Разрыхление теста возможно и химическим путем. Так, углекислый аммоний распадается в тесте с выделением аммиака, углекислого газа и воды: (NH4)2CO3=2NH3+CO2+H2O. Известны пекарские порошки и более сложного состава. Однако химическое разрыхление не приводит к гидролизу компонентов муки в тесте. В нашей стране химическое разрыхление используют при приготовлении некоторых сортов пряников.

Приготовление теста. Необходимое количество ингредиентов для образования теста в хлебопечении исчисляют на 100 кг муки, что соответствует и выражению в процентах веса муки. При приготовлении пшеничного хлеба на 100 кг муки расходуют: воды 50—70 л, прессованных дрожжей 0,5—2,5% (или эквивалентно им дрожжей сухих и жидких), соли 1—2%. Количество воды устанавливают в зависимости от водопоглотительной способности муки.

Распространены два основных способа приготовления пшеничного теста— безопарный и опарный.

При безопарном способе все ингредиенты, входящие в рецептуру теста, в полном объеме вносят одновременно. При этом после замеса получается тесто густой консистенции, которое после созревания без всяких добавок основных ингредиентов пойдет в дальнейшую обработку. В связи с тем, что при безопарном способе тесто получается густой консистенции и в нем находится вся норма соли, развитие дрожжей происходит в менее благоприятных условиях и поэтому их вводят в большем количестве — обычно 1,5%. Брожение теста продолжается 3—31/2 ч.

При опарном способе приготовление теста ведется в два приема: сначала готовят жидкое тесто — опару, а затем на опаре замешивают тесто нормальной консистенции. В опару вводят 65— 75% всей полагающейся по рецептуре воды и 40—50% всей муки. Полностью вносят дрожжи. Соль обычно полностью или частично вводят при замесе теста. В связи с тем, что опара имеет более жидкую консистенцию, дрожжей при этом способе требуется примерно в два раза меньше (0,75%), чем при безопарном. Срок брожения опары 3—41/2 ч. Замешенное на опаре тесто бродит еще 1—11/2 ч. Таким образом, общий срок брожения теста при опарном способе значительно больше, чем при безопарном.

Каждый из приведенных способов имеет свои преимущества и недостатки. Бесспорные достоинства опарного способа состоят в том, что качество хлеба (особенно пшеничного из муки высшего и первого сортов) всегда лучше, чем при безопарном. При более длительном и двухступенчатом процессе брожения формируются лучшие пластические свойства теста, происходит сильный гидролиз компонентов муки и накапливаются вещества, придающие вкус и аромат хлебу.

Лучшая пористость мякиша, структура пор, их тонкостенность также характерны для опарного хлеба, так как в тесте интенсивнее проходят процессы набухания частиц муки, пептизация белков и т. д. Улучшению пластических и вкусовых свойств теста способствует и большее накопление молочной кислоты. При опарном способе корки хлеба получаются лучше окрашенными (розоватыми, светло-коричневыми), гладкими вследствие большего содержания в тесте декстринов и сахаров, а также образования комплексных соединений — меланоидинов.

Достоинство опарного метода заключается и в его большей технологической гибкости. Опытный пекарь по поведению опары может легко установить особенности теста и свойств муки, а в соответствии с этим внести коррективы в процессы брожения опары, замеса и приготовления теста. Поэтому в сельских местностях все белые сорта пшеничного хлеба рекомендовано выпекать при опарном способе приготовления теста.

Недостаток опарного способа состоит в том, что приготовление теста длится дольше по сравнению с безопарным, а поэтому требуется больше оборудования, особенно деж или других емкостей для брожения теста. Удваивается и число операций, связанных с дозировкой сырья и замесом (сначала опары, а затем теста). Потери сухого вещества муки при этом способе несколько больше, что уменьшает выход хлеба примерно на 0,5%. При низких хлебопекарных качествах муки (особенно из зерна, поврежденного клопами-черепашками) безопарный способ оказывается часто более предпочтительным.

В некоторых случаях как при опарном, так и при безопарном методах применяют прием, известный под названием заварки. 5—10% муки при непрерывном замешивании сначала обрабатывают водой с температурой 50—60°С, а затем кипятком (98— 99°С). При этом крахмал лучше клейстеризуется, т. е. образуются декстрины. Иногда заварку производят соленым раствором. Применяется также сбраживание остывшей заварки жидкими дрожжами или молочнокислыми бактериями.

Приготовление опары или теста на заварках обычно улучшает его физические свойства, улучшает окраску корок (они получаются более румяными), структуру мякиша, вкус и аромат хлеба. Содержание сахаров в хлебе увеличивается почти вдвое.

Особенности приготовления ржаного хлеба. Особенности химического состава зерна ржи и вырабатываемой из него муки обусловили применение специфической технологии приготовления ржаного теста. Отсутствие в ржаной муке связной клейковины, содержание в ней очень сильно набухающих пентозанов и слизей, часто активной альфаамилазы, способность белковых веществ значительно пептизироваться и переходить в вязкие коллоидные растворы и многое другое приводят к тому, что приготовить ржаное тесто с удовлетворительными пластическими свойствами за 1—2 приема нельзя.

Только многоступенчатое приготовление ржаного теста с многократным введением в него свежих порций муки в сочетании с общим длительным сроком брожения позволяет повысить его газоудерживающую способность и формоустойчивость. Этому способствует и накопление в тесте значительного количества молочной кислоты и повышение кислотности его среды.

В связи с этим ржаное тесто готовят на заквасках, сочетающих в себе комплекс молочнокислых бактерий и дрожжей. Расход дрожжей в пересчете на прессованные при приготовлении ржаного теста составляет всего примерно 0,06%.

Закваски в зависимости от их консистенции могут быть густыми (так называемые головки) и более жидкими (квасы и опары). Их готовят довольно длительное время. Используют часть старой закваски или все начинают заново. В результате общее время приготовления ржаного теста составляет 10—12 ч и более. Так, только приготовление кваса по полному разводочному циклу, начиная от дрожжевой закваски, достигает 10—11 ч. Поэтому подготовку заквасок выводят из основного производственного цикла и по мере их созревания на них замешивают тесто. Вес заквасок в приготовляемом тесте достигает 1/3 и более, а в готовом тесте всегда находится мука в различной степени гидролиза. Соль вносят при замесе теста.

Таким образом, в ржаном или пшеничном тесте, приготовляемом способом брожения, протекают многообразные микробиологические и биохимические процессы. Температура брожения теста (28—32°С) благоприятна для развития дрожжей (хотя это выше их оптимума) и молочнокислых бактерий, а также для проявления достаточной активности находящихся в муке ферментов. Следует отметить, что в процессе приготовления хлеба (особенно из ржаной муки) происходит потемнение теста, а затем и мякиша хлеба в результате деятельности фермента тирозиназы, окисляющей аминокислоту тирозин до темноокрашенных соединений — меланинов.

Кроме различных органических кислот и промежуточных продуктов брожения, в тесте накапливается этиловый спирт, который испаряется при выпечке.

Обработка теста. Ее начинают еще в период брожения. Скапливающийся в тесте углекислый газ распределяется в нем неравномерно, образуя крупные пузыри. Для лучшего разрыхления всей массы теста и его аэрации во время брожения проводят одну-две перебивки (обминки). Большая часть газа при этом удаляется, однако оставшаяся часть хорошо диспергируется, а накопление газа вновь происходит быстрее в результате перехода части дрожжевых клеток на аэробное дыхание.

Выбродившее (созревшее) тесто подвергается дальнейшей обработке.

Сначала его разделывают на куски нужного объема и веса с таким расчетом, чтобы получить после выпечки булки, буханки, батоны и т. п. с заранее заданным весом. Затем нарезанные куски округляют для улучшения структуры теста, а после предварительной расстойки им придают нужную форму.

Сформированное тесто проходит окончательную расстойку. В этот период в тесте продолжается брожение, и сформированный кусок, разрыхляясь, заметно увеличивается в объеме. Окончательную расстойку проводят при температуре 32—35°С.

Расстойка — очень ответственная процедура. При малом сроке расстойки тесто с хорошей газоудерживающей способностью не достигает нужного объема, а при выпечке эти свойства теста оказываются недостаточно использованными. Наоборот, передержка теста при расстойке приводит к его опаданию, если не в период расстойки, то при выпечке. Поэтому срок расстойки должен быть определен правильно. Длительность расстойки сформованного теста различная. Она колеблется от 25 до 120 мин в зависимости от свойств муки, рецептуры теста, веса кусков, условий расстойки (в формах или без них, температуры и т. п.) и многих других факторов.

Выпечка — заключительный этап приготовления хлеба в пекарных камерах различных конструкций. В процессе выпечки тесто превращается в хлеб с достаточно прочной, устойчивой формой. В зависимости от вида хлебных изделий выпечку ведут при температуре 210—280°С.

При выпечке в тесте и будущем хлебе протекают разнообразные теплофизические, коллоидные, микробиологические и биохимические процессы. Тесто плохо проводит тепло и температуру, сравнительно близкую к температуре пекарной камеры, приобретает только поверхность куска теста, где и образуется корка. Внутренняя часть будущего хлеба (его мякиш) только в последний период выпечки нагревается почти до 100°С, так как по мере прогревания мякиша из него испаряется влага, причем зона испарения углубляется постепенно.

Корки под действием высокой температуры пекарной камеры высыхают, однако не утолщаются и не подгорают, так как через них проходит испаряемая из мякиша влага. Действие высоких температур на поверхность теста вызывает декстринизацию крахмала и карамелизацию сахаров. Этим и объясняется окрашенность корок в желто-розовые и коричневые тона.

В тесте, посаженном в печь, продолжаются микробиологические процессы и деятельность ферментов. В результате дальнейшего газообразования и нагревания теста его объем увеличивается до тех пор, пока повышающаяся температура не остановит этих процессов. Считают, что деятельность бродильной микрофлоры замедляется при температуре выше 40°С и практически прекращается при 60°С, хотя часть ее (особенно молочнокислые бактерии) сохраняется и после выпечки хлеба. При более высокой температуре (70—80°С) инактивируются ферменты. При температуре 60—70°С тесто превращается в хлеб. В результате коагуляции белков стенки пор приобретают устойчивость, которая закрепляется на последующем этапе выпечки и при охлаждении хлеба.

Изучению процесса выпечки посвящено много исследований. Все это изложено в учебниках по технологии хлебопечения и монографиях. Здесь только отметим, что качество хлеба во многом зависит от режима выпечки. Так, если температура пекарной камеры недостаточна, то происходит медленное прогревание теста, иное перемещение в нем влаги, образование малопористых или совсем беспористых участков мякиша, изменение формы хлеба, корка остается бледной и т. д. При избыточной температуре возможно быстрое образование непроницаемой корки и отрыв ее от остальной части теста, в результате чего корка высыхает и пригорает, а мякиш хлеба деформируется.

Продолжительность выпечки зависит от веса изделий и сорта муки, из которого приготовлено тесто. Чем меньше по весу изделие, тем скорее оно пропекается. Например, выпечка мелкоштучных длится всего 8—12 мин, пшеничных батонов весом 0,5 кг — 15—17 мин при температуре 280—240°С. Хлеб весом 1 кг выпекается в течение 40—60 мин, а двухкилограммовые буханки — еще дольше.

Превращение теста в хлеб сопровождается потерей в весе, получившей название упека. Он образуется вследствие частичного испарения из теста воды (главным образом) и продуктов брожения (этилового спирта, углекислого газа, летучих кислот, альдегидов и т. д.). Величина упека колеблется от 6 до 14% и зависит от веса выпекаемого хлеба, рода изделий и режима выпечки. Упек прежде всего происходит в результате потери влаги в корке. Так, при выгрузке хлеба из печи влажность корки практически равна нулю, а влажность мякиша остается очень высокой. Чем меньше вес выпекаемого изделия, чем больший процент его веса и объема составляют корки, тем больше и величина упека. Конечно, и мякиш мелкоштучных изделий обладает меньшей влажностью, чем крупных. Существенное значение имеет и влажность воздуха в пекарной камере. При соответствующих режимах паровоздушной среды упек бывает меньше. Хлеб, выпеченный на поду, дает больший упек, чем хлеб такого же веса, выпеченный в формах.

За выпеченным горячим хлебом необходим заботливый уход. При небрежном обращении он легко сминается, теряет форму, структуру пористости и переходит в брак. Поэтому вынутый из печи хлеб размещают на специальные стеллажи для остывания. В процессе остывания часть влаги из мякиша переходит в корки, влажность которых повышается примерно до 12%.

Остывание хлеба сопровождается испарением влаги, т. е. усушкой, достигающей в первые 3—6 ч хранения 2—4%. Размеры усушки зависят от вида хлеба, его веса, температуры и влажности воздуха в хранилище. Чем ниже температура воздуха в хранилище, тем скорее он остывает и тем короче период усыхания. Относительная влажность воздуха в хранилище особенно влияет на величину усушки остывшего хлеба. При высокой влажности наблюдается и меньшая усушка.

Перевозка хлеба в торговую сеть должна быть организована так, чтобы не было его деформации и большой усушки. Поэтому для перевозки хлеба используют специальные автофургоны и повозки с выдвижными полками или стеллажами.

В связи с усушкой следует сказать несколько слов и очерствении хлеба, проявляющемся через 10—12 ч после его выпечки. Это явление изучается более 120 лет. Еще Буссенго установил, что черствение хлеба не связано с его усыханием. Действительно, достаточно нагреть в печи целый черствый хлеб, как он приобретает на короткое время свойства свежего и делается мягким. Однако вскоре его мякиш становится еще более крошащимся, сухим и плохо сжимающимся.

В основе черствения лежит изменение гидрофильных свойств основных компонентов мякиша — крахмала и белков. При хранении хлеба в его мякише происходит частичный переход крахмала в кристаллическое состояние, приближающееся к тому, в каком крахмал находился в тесте до выпечки. При этом влага из крахмала поглощается коагулированными белками хлеба. Нагревание хлеба временно восстанавливает картину, наблюдаемую при выпечке.

Имеется довольно много приемов, замедляющих черствение хлеба (применение химических добавок, хранение в замороженном состоянии или при повышенных температурах и др.).

Выход хлеба. Под выходом хлеба понимают его вес в килограммах, полученный из 100 кг муки и всего вспомогательного сырья, внесенного в рецептуру на 100 кг муки.

Выход хлеба зависит от очень многих факторов: влажности муки и ее водопоглотительной способности, метода приготовления теста и рецептуры, размеров упека и усушки и т. д. Поэтому выход хлеба колеблется в значительных пределах (120—150 кг на 100 кг муки) и нормируется для каждого сорта хлеба. Нормы необходимы для рационального использования сырья, организации технологического процесса, повышения качества хлеба и борьбы с потерями на различных этапах его производства. Рассчитывают выход по специальным формулам.

Процессы, протекающие при хранении комбикормов

Комбикорма — более сложные и трудные объекты хранения, чем зерно, мука и крупа. Объясняется это большим числом компонентов, входящих в их состав, и различными физическими, химическими и биологическими свойствами каждого компонента. Различные компоненты отличаются критической влажностью. Так, критическая влажность костной муки равна 8,7 %, муки из листьев люцерны — 14,9, жмыха и шрота из семян хлопчатника — 11,5 и 12,8 % соответственно. В зависимости от компонентов критическая влажность комбикормов составляет 10,0...14,5 %. В применении к комбикормам термин «критическая влажность» характеризует возможность активного развития микроорганизмов при ее достижении.

Микрофлора комбикормов в подавляющем большинстве состоит из микроорганизмов, населяющих зерновую массу. Но общая численность их в 1 г комбикорма может быть значительно больше, чем в зерновой массе, так как в рецептуру входят такие продукты, как отруби и травяная мука, чрезвычайно насыщенные микроорганизмами.

Комбикорма — благоприятная питательная среда для многих бактерий и особенно плесневых грибов. При наличии достаточного количества влаги (на уровне критической и более) и положительных температурах (10...20 °С и выше) плесени быстро развиваются, выделяют много тепла и служат основной причиной самосогревания. Обсемененность микрофлорой рассыпных комбикормов значительно выше, чем гранулированных. Объясняется это действием на микрофлору высоких температур в процессе гранулирования.

Порче комбикормов способствуют также клещи и насекомые. Все насекомые успешно размножаются в комбикормах во всех участках насыпи даже при низкой влажности. Вследствие большой скважистости рассыпных (56...58 %) и гранулированных (50...54%) комбикормов в насыпи обеспечивается запас воздуха (кислорода), необходимый для интенсивного развития как микроорганизмов, так и насекомых. Единственный фактор, ограничивающий развитие насекомых в комбикормах, — пониженная температура (ниже 10 °С).

Хранение комбикормов при пониженной температуре и влажности меньше критической значительно увеличивает срок безопасного их хранения. При низкой температуре не могут активно развиваться ни микроорганизмы, ни насекомые, а также менее интенсивно протекают в комбикормах и различные окислительные процессы, приводящие к потере их свежести.

Сложность хранения комбикормов объясняется также большой их сорбционной емкостью. Обладая гигроскопическими свойствами, комбикорма существенно изменяют свою влажность. Особенно быстро это происходит в рассыпных кормах. Сорбция и десорбция водяных паров наиболее интенсивно происходит в течение первых 3 сут и заканчивается через 10...14сут. В комбикормах на складе или в силосе процессы сорбции и десорбции интенсивно происходят в верхнем слое насыпи. Скорость проникновения влаги в насыпь зависит от гранулометрического состава комбикорма и его скважистости.

Для защиты от сорбционного увлажнения хранят комбикорма в сухих складах. Относительная влажность воздуха в них не должна превышать 70...75 %. Склады и силосы должны быть чистыми, не зараженными вредителями, хорошо проветриваемыми. Комбикорма, БВМД и АВМД хранят насыпью или в таре. При хранении насыпью допускается следующая высота загрузки: при влажности продукции до 13 % — до 4 м, более 13 % — до 2,5 м. Кратковременное (во избежание слеживания) хранение комбикормов, как рассыпных, так и гранулированных, возможно и в силосах различного сечения, высотой более 20 м.

Комбикорма, БВМД, АВМД и премиксы, упакованные в мешки, укладывают в штабеля высотой не более 14 рядов. Не допускается укладывать в штабеля продукцию в поврежденных и загрязненных мешках. В качестве тары наиболее распространены крафт-мешки. Все виды продукции хранят раздельно рассортированными строго по номерам рецептов.

Устойчивость комбикорма при хранении зависит от качества и числа компонентов, входящих в рецептуру. В соответствии с ГОСТ Р51850—2001 установлены сроки хранения различных видов продукции комбикормовой промышленности. Комбикорма для выращивания и откорма молодняка крупного рогатого скота, свиней в промышленных комплексах, а также птицы допускается хранить в течение 1 мес. со дня выработки, срок хранения других видов комбикормов в рассыпном и гранулированном виде, а также БВМД и АВМД — 2 мес. со дня выработки. Рекомендуемый срок хранения премиксов зависит от их влажности и способа упаковки: премиксы с влажностью до 10 % и от 10 до 13 % хранят соответственно 5 и 4 мес., упакованные в контейнеры — 3 мес.

При хранении продукции свыше указанных сроков ее проверяют на токсичность не реже 1 раза в месяц и не позднее 10 сут. до момента использования. Удлинить безопасный срок хранения комбикормов можно при хранении их в атмосфере азота, диоксида углерода, окиси углерода. Бескислородная среда значительно снижает потери каротина и тормозит окислительные процессы.

За состоянием комбикормов систематически наблюдают. Ежесуточно делают внешний осмотр хранящейся продукции. Определяют цвет, запах, если выявлены ухудшение состояния и неблагополучие в хранении. Измеряют температуру в хранилище и массе продукта. Если температура воздуха после двухнедельного хранения повышается на 5 °С, то определяют зараженность вредителями хлебных запасов, а также влажность и титруемую кислотность.

Сушка растительного сырья. Нормирование качества сушеных продуктов

Биохимическая основа процесса сушки. При сушке из плодов и овощей удаляется большая часть содержащейся в них влаги. Концентрация клеточного сока и, следовательно, его осмотическое давление увеличиваются во много раз. Вследствие этого развитие микроорганизмов становится невозможным. Биохимические процессы также прекращаются, так как ферменты инактивированы. В результате предварительного бланширования, обработки SО2 и последующей сушки продукт оказывается законсервированным.

Одно из важных преимуществ сушеных плодов и овощей по сравнению со свежими и консервированными другими способами — высокая экономичность перевозок. Транспортируют в основном сухие вещества продукта, подавляющая часть влаги балласта, с точки зрения перевозки, удалена. Следует однако иметь в виду, что при сушке могут происходить значительные изменения состава плодов и овощей, потеря витаминов, ухудшение органолептических показателей. Разработаны новые методы сушки, позволяющие получать продукты, почти полностью восстанавливающие свойства свежих при кулинарной обработке.

Процессы сушки плодов и овощей не могут быть сведены лишь к физическому процессу испарения влаги. При этом происходят и сложные физико-химические изменения, от которых зависит качество готового продукта. Влага, содержащаяся в плодах и овощах, связана с их тканями по-разному, В крупных межклетниках она удерживается слабо и испаряется при сушке со скоростью, близкой к испарению со свободной поверхности. В мелких капиллярах содержится гигроскопическая влага, удаляемая с трудом, так как она удерживается за счет адсорбирующей способности продукта. Химически связанная, или структурная, вода при сушке не удаляется.

В первый период по мере нагревания продукта скорость сушки увеличивается, происходит испарение влаги с его поверхности и из крупных межклетников наружных зон, т. е. идет внешняя диффузия. Затем температура продукта и скорость сушки устанавливаются на постоянном уровне. По мере испарения с поверхности объекта сушки выравниваются концентрации путем передвижения воды из внутренних зон продукта к периферии, или идет внутренняя диффузия влаги. Одновременно протекает и обратная диффузия влаги от более нагретых поверхностных зон к менее нагретым внутренним — термодиффузия, но преобладает внутренняя диффузия.

В период, когда скорость сушки устанавливается на постоянном уровне, интенсивность внешней и внутренней диффузии влаги стремятся поддерживать одинаковыми при помощи определенной для каждого вида плодов и овощей температуры. Чрезмерное повышение температуры теплоносителя (воздуха) может привести к неравномерности внешней и внутренней диффузии влаги, к пересушиванию и перегреванию наружных зон продукта и образованию на нем корочки и трещин. При этом происходят нежелательные изменения в химическом составе: образуются темноокрашенные соединения, изменяется вкус и аромат, разрушаются витамины С, Р, каротин.

Особенно большое значение имеет температура в заключительный период, когда удаляется гигроскопическая влага и влага набухания. Испарение с поверхности в это время уменьшается и не может компенсировать приток тепла с теплоносителем. В результате повышается температура продукта, что на заключительной стадии при убывающей скорости сушки становится причиной значительной деформации и усадки продукта, потери им набухаемости и развариваемости, аромата, изменения его цвета и вкуса. Иногда появляется горький привкус и происходит подгорание, обугливание продукта.

Для получения сушеных плодов и овощей высокого качества применительно к каждому виду определены оптимальные режимы сушки, при которых в единицу времени удаляется максимальное количество влаги и в то же время почти не изменяются свойства сырья, так что продукт после набухания при кулинарной обработке приобретает качества, близкие к исходным. Скорость сушки и качество сушеного продукта зависят не только от температуры и скорости движения теплоносителя, но также от особенностей строения и химического состава плодов и овощей, степени их измельчения, способов предварительной подготовки, нагрузки на единицу сушильной поверхности и особенно от метода высушивания. При правильной технологии в них после сушки сохраняются основные питательные вещества, а калорийность вследствие удаления большей части воды увеличивается в 9—10 раз. Средний химический состав и калорийность основных видов сушеных плодов и овощей приведены в таблице.

Основные показатели химического состава и калорийность сушеных плодов и овощей, полученных методом тепловой сушки (%)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Продукт | Сухие вещества | Углеводы | Азотистые вещества | Калорийность, кал/100 г |
| % сухой массы |
| Яблоки | 80 | 63,4 | 2,4 | 269,5 |
| Слива (чернослив) | 77 | 62,1 | 3,4 | 268,6 |
| Виноград (изюм) | 77 | 61,0 | 2,5 | 260,3 |
| Абрикосы | 87 | 68,6 | 8,2 | 294,4 |
| Картофель | 89 | 71,7 | 5,2 | 315,6 |
| Морковь | 86 | 53,0 | 7,4 | 247,6 |
| Лук | 86 | 53,0 | 11,8 | 265,7 |
| Зеленый горошек | 88 | 43,0 | 20,6 | 261,7 |

Методы сушки постоянно совершенствуются с целью получения сушеных продуктов высокого качества. Применяется сушка при пониженном давлении, в распылительных сушилках, в кипящем слое. Чрезвычайно перспективна сублимационная сушка, основанная на возгонке замерзшей влаги продукта при низком давлении. При этом в плодах и овощах практически без изменения сохраняются исходные вещества, а после набухания они приобретают свойства свежих.

Сырье и его подготовка. Для сушки могут быть использованы все виды плодов и овощей, но в основном производят сушеные яблоки, груши, абрикосы, сливы, виноград, картофель, капусту, морковь, свеклу, лук, зеленый горошек. Изготавливают также сухие порошки из томатного, яблочного и других соков. Значительная доля переработки грибов приходится на сушеный продукт. Общее требование к сырью — оно должно быть доброкачественным, стандартным. Плоды и овощи с дефектами — подмороженные, вялые, поврежденные вредителями, пораженные болезнями, в сильной степени поврежденные механически — отбраковывают. Для сушки предпочитают использовать сорта, отличающиеся высоким накоплением сухих веществ,— выход сушеной продукции в этом случае увеличивается, а время высушивания сокращается.

Подготовка сырья такая же, как и при производстве консервов тепловой стерилизацией. Сортированную и калиброванную продукцию моют. У многих овощей удаляют кожицу, чешуи, несъедобные части. Картофель и корнеплоды очищают на механических очистительных машинах с последующей дочисткой вручную; применяют также бланширование их паром и размягченную кожицу удаляют затем в моечных машинах. Сухие чешуи лука удаляют обжиганием в печах при высокой температуре, а луковицы затем промывают. У яблок и груш удаляют сердцевину — семенную камеру, а иногда и кожицу; у абрикосов, персиков — косточку. Некоторые плоды и овощи сушат без измельчения — это слива, вишня и зеленый горошек, но большинство из них измельчают на кружочки — яблоки, дольки — груши, пластинки или кубики — картофель, овощи — на специальных машинах-корнерезках, шинковальных машинах, измельчителях. Чем выше степень измельчения, тем быстрее высушивается продукция, ее легче брикетировать и впоследствии она лучше разваривается.

Важная операция подготовки сырья к сушке — бланширование. Вследствие инактивирования ферментов во время него цвет плодов и овощей при высушивании изменяется незначительно и потери витаминов уменьшаются. Кроме того, из-за размягчения тканей, образования сеточки, например, на кожице слив, частичного гидролиза гемицеллюлоз, протопектина и других физико-химических изменений в продукте при бланшировании высушивание его идет значительно быстрее. Картофель, морковь, свеклу, капусту бланшируют почти до готовности и для сушки берут уже почти вареную продукцию. Это дает возможность получить быстро-разваривающиеся сушеные овощи, требующие минимальной кулинарной обработки.

Бланширование осуществляют до или после измельчения. В последнем случае потери водорастворимых веществ значительно выше. Чтобы сократить потери питательных веществ, предпочтительнее бланшировать паром. Лук, чеснок, белые коренья, пастернака, петрушки, сельдерея, а также пряную зелень не бланшируют, так как это может привести к потере ими эфирных веществ, а следовательно, аромат и антибиотические свойства.

Некоторые виды плодов — абрикосы, персики, яблоки, груши, виноград — вместо бланширования обрабатывают сернистым ангидридом, сжигая серу или погружая их в раствор сернистой кислоты. Сернистый ангидрид инактивирует ферменты, благодаря чему при сушке не происходит потемнения плодов. Дозировки при обработке плодов и овощей SО2 строго регламентированы.

При сухой обработке SO2 на 1 т яблок сжигают 2 кг серы. Обработку осуществляют в специальных герметичных камерах или под съемными фанерными камерами, в которых подготовленные и измельченные плоды размещают в ящиках с прозорами или на лотках. Продолжительность ее от 5—10 мин до нескольких часов, в зависимости от особенностей сырья. При влажной обработке используют растворы сернистой кислоты 0,1—0,2 %-ной концентрации, в которых измельченные плоды выдерживают 1—2 мин.

#### Солнечная сушка

В ряде районов (Средняя Азия) хозяйства широко применяют солнечную сушку винограда, абрикосов, персиков, яблок, и других плодов, а также дынь и арбузов. В условиях безоблачной жаркой солнечной погоды удается высушить продукцию за несколько дней без затрат энергии на технологический процесс. Для солнечной сушки отводят специальные площадки с ровной поверхностью, плотным грунтом, а еще лучше — с плотным покрытием. При крупном производстве на площадках прокладывают рельсовые дороги. Подносы с подготовленными плодами устанавливают прямо на землю или на стеллажи высотой 30—40 см. При прокладке рельс или на площадках с твердым покрытием для установки и перемещения подносов удобно использовать вагонетки или тележки. На площадках устанавливают навесы для теневой сушки и камеры для обработки SO2. К площадке подводят воду.

Наиболее распространена солнечная сушка абрикосов. В Средней Азии для этой цели используют сорта Супхоны, Хурмаи, Исфарак, мелкоплодные — Бабаи, Крупноплодный Кандак и другие. Мелкоплодные сорта сушат целыми плодами, сушеный продукт из них называется урюк. У крупноплодных сортов из плодов удаляют косточки, после их сушки получается продукт, называемый курага резаная, если для удаления косточки плод разрезали по борозде, или курага рваная, если плод разрывали. Иногда косточку удаляют у подвяленных плодов выдавливанием, сушеный продукт в этом случае называется кайса.

Подготовленные и, если нужно, вымытые плоды раскладывают в один слой на деревянные подносы 90X60 см. Затем сырье обрабатывают SO2 в течение 1—5 ч, сжигая серу из расчета 2 кг/т. Обработанные плоды не темнеют при сушке, на них меньше садятся мухи, готовый продукт получается более высокого качества. Сушку продолжают до содержания штаги 16—18 %, в зависимости от условий для этого требуется 5—10 дней. Сначала плоды сушат на прямом солнце, во вторую половину срока их держат в тени. Подносы, составленные в штабеля, меняют местами, т. е. верхний переставляют вниз, нижний вверх, так чтобы каждый из них определенное время подвергался действию солнечных лучей, а затем оказывался в тени. Этим добиваются равномерной сушки всей партии.

Не менее широко распространена солнечная сушка винограда. Из бессемянных сортов — Кишмиш Белый Овальный, Кишмиш Черный, Кишмиш Розовый, Коринка Русская и других — получают сушеный продукт, называемый кишмиш; из сортов с семенами — Нимранг, Тайфи, Тербаш, Султани и других — изюм.

Подготовка винограда состоит в инспектировании гроздей, удалении поврежденных ягод, бланшировании в течение нескольких секунд в кипящем 0,3—0,4 %-ном растворе щелочи. После такой обработки грозди моют холодной водой, раскладывают на подносы в один слой и составляют в штабеля для сушки. Иногда, кроме бланширования, применяют обработку SO2 в камерах в течение 1 ч, сжигая серу из расчета 30—40 г/м3. Бланшированный и обработанный SO2 виноград значительно быстрее высыхает, качество готового продукта улучшается.

По мере сушки грозди переворачивают. При высушивании в тени качество винограда оказывается выше, так как влага удаляется равномернее, поэтому штабеля подносов затеняют циновками или матами. Заканчивают процесс при влажности продукта 18 %, он продолжается до 12 дней. Сушеный виноград для выравнивания влаги выдерживают в деревянных ларях до 10 дней. Ягоды отделяют от гребней и плодоножек, удаляют мусор и порченые экземпляры.

Плоды, высушенные в хозяйствах, обычно подвергают дополнительной заводской обработке: дезинсекции, очистке, калибровке, мойке, досушке. Готовый продукт упаковывают в ящики, выстланные пергаментом, многослойные мешки из крафт-бумаги, фанерные барабаны и отправляют на реализацию.

#### Тепловая техническая сушка

Тепловая сушка плодов и овощей осуществляется в сушилках разнообразных типов — шкафных, канальных. Наиболее распространены паровые ленточные. Процесс идет в них непрерывно, что дает возможность организовать поточное производство сушеной продукции.

Сушка в паровых ленточных сушилках. В России выпускают ленточные сушилки с поверхностью лент от 10 до 90 м2.

Схема 4-ленточной паровой сушилки ПКС-20 представлена на рисунке 1. Общая поверхность сушильных лент 20 м2, производительность — до 1 т в сутки в пересчете на сушеный картофель. Каждая лента сушилки натянута на барабаны — валы, которые приводятся в движение от электромотора. Скорость движения лент можно менять при помощи вариатора скоростей. Обычно она колеблется в пределах 0,05—0,3 м/мин. Движение нижней ленты медленнее, чем верхней, так как по мере высушивания продукции удаление влаги происходит труднее. Каждая лента обогревается трубчатыми паровыми калориферами, вмонтированными между барабаном.

Температура сушки на лентах регулируется. Подготовленные для сушки плоды и овощи подают транспортером на верхнюю ленту и равномерно распределяют на ней. Для ускорения сушки под лентами установлены ворошители. С верхней ленты продукция ссыпается на находящуюся под ней и, пройдя все слои полностью, высушивается. Свежий воздух подается снизу, нагревается калориферами, высушивает продукцию и удаляется через вытяжную трубу. Поступление воздуха/можно регулировать шибером в вытяжной трубе. Технология сушки плодов и овощей на ленточных сушилках во всех деталях определена в технологических инструкциях. Примерные показатели режима сушки на сушилке ПКС-20 некоторых плодов и овощей приведены в таблице.

Рис. 1. Паровая ленточная сушилка: 1 — ведущий барабан, 2 — наклонный транспортер, 3 — калорифер, 4 — ворошитель, 5 — вытяжная труба, 6 — шибер, 7 — вытяжной колпак, 8 — вытяжной барабан, 9 — лентоочиститель

Режим сушки плодов и овощей на сушилке ПКС-20

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Картофель | Морковь | Лук | Яблоки | Абрикосы без косточек |
| Нагрузка на одну ленту, кг/м2 | 19,5 | 13,4 | 12,7 | 7,5 | 10 |
| Скорость движения лент, м/мин: |  |  |  |  |  |
| 1 | 0,101 | 0,160 | 0,107 | 0,165 | 0,57 |
| 2 | 0,075 | 0,090 | 0,105 | 0,078 | 0,034 |
| 3 | 0,055 | 0,062 | 0,066 | 0,078 | 0,028 |
| 4 | 0,050 | 0,059 | 0,059 | 0,066 | 0,022 |
| Показатель вариатора скорости | 5 | 3,5 | 4,0 | 3,5 | Самое медленное |
| Температура воздуха над лентами, °С: |  |  |  |  |  |
| 1 | 50 | 58 | 58 | 60 | 75 |
| 2 | 64 | 64 | 60 | 66 | 68 |
| 3 | 60 | 62 | 56 | 60 | 60 |
| 4 | 54 | 60 | 44 | 40 | 55 |
| Продолжительность цикла сушки, мин | 300 | 228 | 234 | 200 | 510 |
| Производительность сушилки, кг/сут | 800 | 400 | 460 | 400 | 200 |

Высушенный продукт упаковывают и направляют на реализацию. Влажность готовой продукции из овощей не должна превышать 14%, картофеля—12, плодов — 20%. Однако получают сушеные плоды и овощи и с пониженной до 6—8 % влажностью.

Сушка в вальцовых сушилках. Вальцовые сушилки применяют для производства хлопьев из картофельного пюре. Это новый продукт переработки, требующий минимальной кулинарной обработки. Двухвальцовая сушилка, схема которой представлена на рисунке 2, состоит из двух вальцов-барабанов большого диаметра, обогреваемых изнутри паром. Барабаны вращаются в противоположные стороны. На них подается картофельное пюре, которое тонкой пленкой распределяется на их горячей поверхности. Температура и скорость вращения барабанов отрегулированы так, что за один оборот пленка пюре полностью высыхает до влажности 4—6 % и снимается уже в виде хлопьев с нижней стороны при помощи ножей. При такой технологии продукт может получиться с большим содержанием клейстеризованного крахмала, хлопья будут хрупкими и легко разрушаться, образуя много пылевидных частиц.

Рис. 2. Схема двухвальцовой сушилки:
1 — питающая труба, *2* — вальцы, *3* — ножи.

Рис. 3. Схема распылительной сушилки:
*1* — вентилятор, *2* — калорифер, *3* — смеситель воздуха, *4* — жидкий продукт, 5—разбрызгиватель, *6* — сушильная камера, *7* — вытяжной вентилятор, *8* — циклон, *9* — сборник готового продукта.

Более прочную картофельную крупку получают формованием смеси картофельных хлопьев и пюре с последующим выдерживанием в течение примерно 1 ч для выравнивания влаги и досушиванием, например, на паровых ленточных сушилках, но чаще на аэрофонтанных сушилках. В последних теплоноситель доводится до начальной температуры 110—130°С, что позволяет быстро, за несколько минут, высушить продукт. Досушиваемые гранулы подают в вертикальную трубу, по которой они увлекаются горячим воздухом снизу вверх и по пути высушиваются. В расширенной камере, где скорость и температура воздуха резко падают, высушенные гранулы отделяют дефлектором от потока, и они ссыпаются на дно. Отсюда хлопья направляют на фасовку.

Для производства картофельной крупки применяют также струйные мельницы, где вареный и дробленый картофель измельчается в вибрирующем потоке сжатого воздуха, скорость движения которого высока. Под напором потока горячего воздуха, создаваемого вентилятором, измельченные частицы плодов и овощей отрываются от несущей поверхности аппарата (от металлической' сетки из нержавеющей стали) и находятся при сушке во взвешенном состоянии. В таких условиях из-за увеличения поверхности испарения и интенсификации этого процесса продукция высушивается весьма быстро, а качество готового продукта оказывается высоким. Крупка имеет влажность 4—6 %, она значительно прочнее хлопьев и пригодна для длительных перевозок.

Процесс сушки в распылительных сушилках. В вальцовых сушилках можно сушить овощные и плодовые пюре, но чаще для этого применяют распылительные сушилки. В них тонкодиспергированный продукт в виде аэрозоля попадает в поток горячего воздуха, нагретого до 120—180 °С, и почти мгновенно высушивается. Кратковременность сушки обуславливает получение сушеных порошков высокого качества, из которых после восстановления образуются соки или пюре, близкие по свойствам к исходному сырью. Схема устройства распылительной сушилки представлена на рисунке 3. Воздух, нагретый в калорифере до температуры 120— 180 °С, подают вентилятором с большой скоростью в сушильную камеру, в которую поступает также распыленный при помощи форсунок или других устройств продукт. Малые капли его, охваченные горячим воздухом, быстро высыхают и увлекаются током воздуха в разделительную камеру. Здесь за счет центробежной силы, создаваемой в циклоне, высушенный порошок отделяется и собирается в сборниках, а насыщенный влагой воздух выбрасывается наружу.

Большой эффект при сушке дает применение вакуум-аппаратов. В них продукт можно высушивать при более низкой температуре, чем при атмосферном давлении. Благодаря этому качество его оказывается более высоким.

#### Сублимационная сушка

Сублимационная сушка основана совсем на иных принципах, нежели тепловая при атмосферном или отрицательном давлении. Если при тепловой сушке влага в продукте передвигается в жидкой фазе, что приводит к разной степени высушивания отдельных зон продукта, усадке и деформации, значительным изменениям химического состава и потерям вкусоароматических и биологически активных веществ, то при сублимационной она передвигается по тканям в виде пара. Наблюдается явление сублимации или возгонки, при котором влага из твердой фазы — льда переходит в газообразную — пар, минуя жидкую. Так как сублимационная сушка идет при температуре несколько ниже 0 °С, в продукте отмечаются лишь незначительные изменения химического состава, в нем хорошо сохраняются витамины, летучие ароматические вещества, цвет. Благодаря тому что влага удаляется в виде пара, почти нет усадки и деформации продукта, его структура сохраняется, лишь пространство, занимаемое водой, освобождается.

Сублимационную сушку ведут при низкой температуре и при высоком вакууме. В таких условиях из продукта интенсивно испаряется влага, благодаря чему его температура снижается до минус 5 °С и ниже, т. е. происходит его самозамораживание. Выделившаяся часть влаги отсасывается из сублиматора и в конденсаторе-вымораживателе превращается в лед. Для удаления из замороженного продукта оставшейся влаги необходимо подвести дополнительно энергию в виде теплой воды или инфракрасного облучения, токов высокой частоты, однако в таком количестве, чтобы возгонка происходила, но продукт оставался в замороженном состоянии. В этот период удаляется основная часть влаги. Продукты сублимационной сушки имеют влажность около 4—6 %, в некоторых случаях ее можно довести до 2 %.

В камере сублимационной сушки постоянно поддерживают высокий вакуум, и продукт в ней находится в замороженном состоянии одновременно к нему необходимо подводить тепло. В связи с этим установки сублимационной сушки технически сложны.

Подготовленный продукт загружают в сублимационную камеру на лотки с пустотелыми стенками, куда можно подать воду, нагретую до 40—70 °С. Камера соединена с высокопроизводительным вакуум-насосом, который создает в ней высокое разрежение порядка 133—400 Па. Воздух, удаляемый из камеры, осушается в конденсаторе-вымораживателе, в который вмонтирован испаритель-рефрижератор холодильной установки. Давление пара в вымораживателе всегда ниже, чем в камере, благодаря чему высушивание продукта происходит достаточно быстро.

Сублимационные сушилки оборудуются контрольно-регулирующей аппаратурой, которая обеспечивает поддержание необходимого режима сушки по температуре, давлению, подводу тепла и удалению влаги. Распространены сублимационные сушилки периодического действия, их устанавливают по нескольку штук и при поочередной загрузке обеспечивается непрерывность производства. В нашей стране созданы опытные образцы сублимационных сушилок непрерывного действия.

Скорость сублимационной сушки зависит как от особенностей строения и состава продукта, степени его измельчения и подготовки, так и от производительности установки. Быстро высушиваются жидкие и пюреобразные продукты, медленнее — твердые.

Сублимационной сушкой можно высушить и целые плоды и овощи, такие, как землянику, малину, плоды косточковых. Она позволяет сохранить качества продукта — форму, размер, химический состав, пищевые и вкусоароматические свойства. Такие важные свойства, как набухаемость и развариваемость у продуктов, высушенных сублимационной и обычной сушкой, несравнимы. Например, кубики моркови в первом случае сохраняют форму и размеры свежих. Они имеют блеклую тусклую поверхность, при измельчении превращаются в порошок, однако почти мгновенно поглощают воду в количестве, примерно соответствующем удаленной при сушке, и приобретают яркую натуральную окраску моркови. Такой продукт бывает готов к употреблению при варке за 3—5 мин.

По консистенции сублимированные плоды и овощи после восстановления почти не отличаются от свежих, но некоторые становятся кашицеобразными. Химический состав их пока изучен недостаточно. Установлено, что азотистые вещества, углеводы, кислоты, каротин не претерпевают заметных изменений. Хорошо сохраняется цвет ягод, например, земляники, малины. Аромат сохраняется, но, по-видимому, часть ароматических веществ разрушается. Содержание аскорбиновой кислоты составляет 80— 90 % первоначального, т. е. больше, чем при других способах консервирования. Например, свежий зеленый горошек после варки содержал 84 мг% аскорбиновой кислоты, а после сублимирования, последующего восстановления и варки — 77 мг%.

Способ сублимационной сушки применяют для консервирования таких биологических препаратов, как плазма крови, антибиотики, бактериальные удобрения. Благодаря высокой степени обезвоживания продукты после нее длительно и хорошо сохраняются при обычной и повышенной температуре, например в условиях тропиков.

Список литературы

1. Широков Е.П. Технология хранения и переработки плодов и овощей с основами стандартизации. – М.: Агропромиздат, 1988. – 319 с.: ил.
2. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов. Под ред. Л.А. Трисвятского. М., «Колос», 448 с. с ил., 1975.
3. Иванов А. Ф. и др. Кормопроизводство/А. Ф. Иванов, В. Н. Чурзин, В. И. Филин. — М.: Колос, 1996. — 400 с: ил.