



Переработка зерна в муку.

Мука — пищевой продукт, получаемый в результате измельчения зерна различных культур. Во всех странах, где печеный хлеб является одним из основных продуктов питания, огромное количество зерна пшеницы и в меньшей степени ржи перерабатывают в муку — основное сырье для хлебопечения, производства макаронных и кондитерских мучнистых изделий. В небольших количествах вырабатывают муку из ячменя, кукурузы, овса, гречихи, гороха, сои и сорго для нужд кулинарии, пищевой, текстильной и других отраслей промышленности.

Производство муки — одно из древнейших на земном шаре. Первоначальными орудиями для получения муки были камни, между которыми человек вручную растирал зерно («зернотерки»), или ступки из камня, в которых зерно измельчали ударными усилиями, позднее, используя силу животных, ветра или воды, человек стал получать муку, растирая зерно между специально обработанными камнями — **жерновами и насечками** на их рабочей части. Зерно, попадая в центральную часть жерновов, из которых один вращающийся, измельчается. Первобытные способы получения муки с применением зернотерок сохранились в наши дни у населения многих стран Африки, Азии и Латинской Америки.

Развитие науки и техники привело к созданию высокопроизводительных измельчающих машин (вальцовых станков), сортирующих и просеивающих машин (рассевов), использованию транспортирующих устройств механического и пневматического действия и др. С ростом населения городов производство муки стало носить промышленный характер. Наряду с мелкими предприятиями, оснащенными жерновами и расположенными главным образом в сельской местности, появились промышленные, с использованием паросилового хозяйства, водяных турбин и электроэнергии.

Орудия, а позднее и **комплекс машин**, которыми человек стал измельчать зерно в муку, получили название мельниц. Такое название сохранилось и за целыми предприятиями, ведущими помол зерна. Большинство заводов имеет производительность 250—500 т муки в сутки. С развитием государственного мукомолья почти исчезли в сельском хозяйстве мельницы производительностью от одной до нескольких тонн муки в сутки. Государство практически полностью обеспечивает население страны мукой и печеным хлебом.

Для измельчения зерна в муку требуются значительные усилия, однако этот процесс может быть довольно просто выполнен применением тех или иных машин ударного или истирающего действия. При этом получится темная по цвету мука, хлеб из которой окажется также темноокрашенным, поскольку при таком способе измельчения все части зерна, в том числе и его темноокрашенные оболочки, попадают в муку. Если ее просеять через довольно густое (частое) шелковое или капроновое сито с мелкими ячейками, то легко убедиться, что она состоит из различных по размерам частиц. При этом крупные частицы, оставшиеся на сите, как правило, содержат и оболочки. Прощедшая через сито мука более светлая, однако и в ней находятся оболочки. Поэтому мякиш хлеба из такой муки все-таки будет серым.

Для получения белого хлеба (со светлым мякишем) необходимо выработать муку только из эндосперма, т. е. уметь в процессе измельчения возможно полнее отделять оболочки. Этого достигают, используя неодинаковую прочность различных частей зерновки — хрупкость ее эндосперма и большую прочность оболочек и зародыша. Таким образом, для возможно полного отделения оболочек от эндосперма быстрое интенсивное измельчение зерна неприемлемо. Только при постепенных и многократных механических воздействиях можно сохранить частицы оболочек более крупными и выделить в виде мелких частиц



содержимое эндосперма. При этом после каждого измельчения полученный продукт необходимо сортировать, выделяя из него частицы, достигшие величины, свойственной муке.

Неоднородная прочность структуры зерновки даже в пределах эндосперма позволяет при правильно поставленном процессе измельчения и сортирования частиц получать муку из разных частей эндосперма (внутренней и периферийной), отличающуюся по химическому составу, свойствам и питательности вследствие неравномерного распределения веществ в зерне. На основании этого на мукомольных заводах применяют несколько видов помола и получают различные выходы и сорта муки.

Выходом муки называют количество ее, полученное из зерна в результате его помола. Выход выражают в процентах к массе переработанного зерна. Он может быть 100 %-ный (практически 99,5 %-ный), когда все зерно превращено в муку. Однако при таком выходе мука может иметь пороки в качестве: хруст, измененный вкус, худший цвет. Поэтому муку такого выхода не вырабатывают. Кроме того, **получают односортную муку** из смеси зерна пшеницы и ржи: пшенично-ржаную (70 % пшеницы и 30 % ржи) с выходом 96 % и ржано-пшеничную (60 % ржи и 40 % пшеницы) с выходом 95%.

Односортные выходы пшеничной муки — 96%-ный и 85%-ный. Кроме того, муку с выходом 70 % получают на опытных лабораторных мельницах для мукомольно-хлебопекарной оценки сортов пшеницы. Отмеченная неоднородная прочность структуры частей зерновки позволяет в зависимости от схемы помола получать муку в пределах общего установленного выхода (70—72—78 %) в виде одного или нескольких сортов.

Так, удлиняя схему технологического процесса, т. е. последовательного измельчения зерна и сортирования образующихся продуктов с использованием большего числа машин, можно при общем выходе муки 78 % выпустить два или три сорта ее.

Так, при трехсортном помоле получают крупчатку или муку высшего сорта, а остальное — муку первого и второго сортов. При помоле зерна твердой пшеницы для макаронной промышленности в пределах 78 %-ного выхода получают особую крупчатую муку высшего, первого и второго сортов.

Описанные выходы и сорта муки вырабатывают и в других странах. Общий выход муки ниже 70 % получают редко, так как в нормально выполненном зерне пшеницы содержание эндосперма достигает 81—85 %. Нужно только уметь правильно организовать технологический процесс, обеспечивающий наибольшее отделение эндосперма. Кроме муки, в процессе помола образуются побочные продукты: различной ценности отходы, содержащие то или иное количество зерна и семян сорняков, мучная пыль, отруби и т. д.

Виды помолов

Мука различных выходов и сортов отличается по питательности и усвояемости, вкусу.

Мука высшего и первого сортов содержит меньше белков, чем обойная и второго сорта. Однако усвояемость ее значительно лучше. Зато мука обойная и второго сорта наряду с большим содержанием белков и меньшим — углеводов содержит больше витаминов группы В, минеральных веществ и каротина (провитамина А), клетчатки

По рекомендациям Института питания Академии медицинских наук, рационе питания человека должен быть как черный, так и белый хлеб из ржаной и пшеничной муки. Для получения муки,



соответствующей требованиям государственного нормирования и в количествах, отвечающих выходам, применяют различные виды помолов с использованием разнообразных машин.

Поэтому **помолом** называют совокупность процессов и операций, проводимых с зерном и образующимися при его измельчении промежуточными продуктами. Схемы помолов, характеризующие взаимосвязь машин и движение продуктов, принято изображать графически. Степень сложности схем зависит от вида помола и производительности мельницы. Чем проще ведется измельчение зерна, тем проще и схема помола.

Все помолы подразделяют:

- разовые
- повторительные

Первые названы так потому, что зерно превращается в муку после однократного его пропуска через измельчающую машину. К машинам такого типа относятся жерновые поставы и дробилки (например, молотковые).

При разовых помолах с обязательной предварительной очистке зерна получают обойную муку установленного выхода.

Более светлую муку (серую «сеяную») можно получить отсеиванием на густы (частых) ситах. Повторительные помолы состоят в том, что все количество муки получают за несколько пропусков через измельчающие машины. Последовательные механические воздействия на зерно обеспечивают постепенное его измельчение, при котором более хрупкий, чем оболочки, эндосперм скорее превращается в муку.

Краткое описание технологического процесса на мукомольных заводах

Мукомольные заводы, вырабатывающие в сутки сотни, а некоторые из них тысячу и более тонн муки, имеют *склады и элеватор для зерна*, склады для хранения готовой продукции.

Процесс производства на них полностью механизирован. Для очистки, измельчения зерна, сортирования продукции, для их перемещения *мукомольные заводы* расходуют много энергии и поэтому имеют свое энергетическое хозяйство (электросиловое, паросиловое или дизельное). В технологическом процессе широко используется принцип самотека. *Зерно* или *промежуточные продукты*, поднятые на верхний этаж мельницы механическим (нориями) или пневматическим транспортом, при помощи распределительных устройств попадают на машины и затем по гравитационным (самотечным) трубопроводам направляются к машинам, расположенным этажом ниже. Поэтому мукомольные заводы имеют 5-7 этажей с поэтажным размещением машин.

Для получения стандартной по качеству муки *зерно* перед помолом подвергают очистке и кондиционированию. Подготовительное, или зерноочистительное, отделение современных предприятий занимает примерно 2/3 всей производственной площади. Подготовка зерна осуществляется в два этапа.

Первый этап — очистка зерна от сорной примеси в сепараторах, триерах, дуаспираторах, очистка от минеральной примеси в камнеотборочных машинах, мойка зерна в моечных машинах и отволаживание (отлежка) его в емкости в течение 8—20 ч, в зависимости от исходной влажности и стекловидности.



Второй этап — дополнительная очистка зерна в сепараторах, дуаспираторах, щеточных машинах, увлажнение его на увлажняющих машинах и отволаживание в течение 1—2 ч. При увлажнении и отволаживании улучшаются физические и биохимические свойства зерна. В подготовленном таким образом зерне оболочки становятся менее хрупкими, более эластичными и легче отделяются от эндосперма.

Передача зерна сверху вниз с машины на машину осуществляется по *принципу самотека*, а наверх поднимается нориями. По пути движения зерна для отделения ферропримесей предусматривается магнитная защита (устанавливаются магнитные аппараты).

Подготовленное к помолу *зерно* из зерноочистительного отделения поступает в размольное. На первом этаже размещены вальцовые станки, рабочими органами которых является пара валков, вращающихся на встречу друг другу с разными скоростями, соотношение которых: 1,5 и до 1 : 2,5. Скорость верхнего (быстровращающегося валка) 6 м/с. Зерно попадает на рабочие валки через питающее устройство, состоящее из двух вращающихся валиков и заслонки, равномерно распределяющей сыпь продукта по длине валков. В результате различных скоростей движения рабочих валков и их рифленной поверхности зерно, проходящее между ними, разворачивается и раскалывается.

Процесс, при котором происходит постепенное разворачивание зерна, выкрошивание из него крупок, состоящих из эндосперма со сросшимися оболочками, и частичное измельчение эндосперма до состояния муки называется *драным*. В этом процессе участвуют 4—6 систем вальцовых станков (I драная, II драная и т. д.). Причем чем больше номер системы, тем мельче нарезка рифлей у валков и тем тоньше мелющая щель, т. е. расстояние между валками.

Образующиеся после каждой драной системы продукты имеют разные размеры и различное содержание эндосперма. Получаются следующие продукты: **мука**, **крупка** (мелкая, средняя и крупная), **дунсты** (среднее между мукой и мелкой крупкой). Для разделения по размеру их направляют на просеивающие машины, называемые *рассевами*. Они расположены на 4 этаже мельницы, и продукт после вальцовых станков попадает на них с помощью пневматического транспорта.

Каждый *рассев представляет собой* шкаф, разделенный на 4 или 6 частей (секций). Секция состоит из набора ситовых рамок и сборных днищ и имеет каналы для выпуска продуктов. На *рассевах* драного процесса получают 5 фракций, из них 2 просеиваются через сита (первый и второй проходы), а 3 получают сходами с сит (верхний, второй и третий). Верхний и второй сходы с каждого *рассева* направляют на вальцовые станки драного процесса последовательно с первого на второй, со второго на третий и т. д.

Крупки и дунсты направляются на машины, сортирующие их по качеству. Такими машинами являются *ситовейки*, расположенные на 3 этаже размольного отделения. Ситовейки сортируют поступающие на них продукты с помощью наклонно установленных ситовых рам, имеющих возвратно-поступательное движение, и потока воздуха, проходящего через сита и сортируемые продукты. Наиболее добротные продукты, содержащие в основном эндосперм, направляются на вальцовые станки, в которых происходит домалывание их в *муку*. Размолоть крупки и дунет, удается при последовательном измельчении с отсеиванием готовой муки на размольных **вальцовых станках**.

Этот процесс называется *размольным* и осуществляется на 7—8 системах. Иногда для более интенсивного размалывания применяют дополнительно *измельчающие машины*, называемые *энтолейторами*, которые устанавливают после *вальцовых станков*.



Крупки с частицами оболочки направляют на шлифовочные станки, имеющие валки без рифлей, а затем снова для отсева на ситовейки. Процесс обработки крупки, оболочки, называется шлифовочным. В этом участвуют 3—4 **вальцовые системы**. Товарный продукт, именуемый манной крупой, является одной из средних крупок. После ситовеек он не домальвается, а идет в склад готовой продукции. Отбирают манной крупы 2-3 %.

Всю муку, полученную с рабочих рассевов, направляют на контрольные для предотвращения попадания посторонних предметов, оболочек зерна и др. После контрольных рассевов муку передают в склад для бестарного хранения или затаривают в мешки.

Технологический процесс на мукомольном заводе сопровождается выделением пыли. Для улавливания ее применяют **систему аспирации**. Зерновая и мучная пыль при определенной концентрации в воздухе взрывоопасны.

Показатели качества муки

Качество муки всех выходов и сортов нормируется стандартами и имеет довольно большое число показателей, которое можно разделить на две группы:

1. Показатели, характеристика и числовое выражение которых не зависят от выхода и сорта муки, т. е. по этим показателям к любой муке предъявляются единые требования: запах, вкус, хруст, влажность, зараженность вредителями хлебных запасов, наличие вредных примесей и металлопримесей;
2. Показатели, нормируемые различно для муки разных выходов и сортов: цвет, зольность, крупнота помола, количество и качество сырой клейковины (последнее только для муки из пшеницы).

К показателям качества муки первой группы предъявляют следующие требования:

Свежесть. Мука должна обладать слабым специфическим мучным запахом. Другие запахи (сортированные или разложения) свидетельствуют о той или иной **степени дефектности муки**. Свежая мука имеет пресный вкус, при продолжительном разжевывании он становится сладковатым в результате воздействия амилаз слюны на крахмал. Горький, кислый и сладкий вкус характерен для муки, полученной из дефектного зерна или испортившейся при хранении.

Хруст — дефект, не допустимый в муке. Он появляется вследствие выработки ее из зерна, недостаточно очищенного от минеральных примесей, или помола на неправильно установленных или плохих жерновах. Иногда хруст появляется после перевозки мешков с мукой в неочищенных кузовах автомашин или размещения муки в плохо очищенных складах. Хруст проявляется при разжевывании муки. Этот дефект передается и печеному хлебу.

Влажность. Влажность муки не должна превышать 15 %. При большей влажности мука плохо хранится, легко прокисает, плесневеет и самосогревается. Очень низкая влажность муки также нежелательна. Мука с влажностью 9—13 % при хранении быстрее прогорает.

Зараженность вредителями хлебных запасов. Мука не должна иметь признаков заражения, так как это полуфабрикат, направляемый непосредственно на приготовление печеного хлеба. При обнаружении в муке любого из вредителей в любой стадии развития ее считают нестандартной.

Вредные примеси допускаются в муке в строго определенных пределах — не более 0,05 %, в том числе горчачка или вязеля (отдельно или вместе) 0,04 %. Примесь семян триходесмы с едой не допускается.



Каждый вид вредных примесей в муке можно выявить. Однако в связи со сложностью некоторых анализов правилами ведения технологического процесса предусматривается проверка содержания вредных примесей после очистки зерна перед его размолотом. Если вредных примесей больше допустимых норм, зерно в размол пускать нельзя.

Металлопримеси обнаруживаются в муке при плохой очистке зерна или износе рабочих органов машин (рифлей у вальцов, металлических сит и т. д.). Поэтому все промежуточные продукты помола и готовую муку на мельнице пропускают через магнитные установки для отделения **ферропримесей**. На 1 кг муки допускается до 3 мг пылевидной **металлопримеси** с размером частиц до 0,3 мм и массой каждой частицы руды или шлака не более 0,4 мг. Частицы игольчатой и пластинчатой форм не допускаются.

Количество проросших зерен нормируется при пуске зерна в размол и не должно превышать 3 %. Причины этого подробно описаны при характеристике дефектов зерна.

Методы определения качества муки описаны в **ГОСТ 9404—60**. Запах, вкус и хруст муки определяют сенсорно, остальные показатели выявляют приборами. Так, цвет муки определяют на цветомерах, влажность — высушиванием в сушильном шкафу, металлопримеси — специальными магнитами, крупноту помола — на наборе сит, зольность — сжиганием навески муки в муфельных печах и т. д.

Нормирование показателей качества муки обязывает фермеров, агрономов, руководителей колхозов и совхозов при направлении зерна в размол на местные предприятия правильно подбирать партии его. На помол можно отправлять только такие партии, из которых будет выработана мука, соответствующая **требованиям государственного нормирования**.

Особое внимание следует обращать на содержание в зерне вредных и минеральных примесей. Не следует забывать и о подборе партий по хлебопекарным признакам (количеству и качеству сырой клейковины). В связи с этим необходимо знать технические возможности мельницы, на которой будет произведен помол (наличие зерноочистительного отделения и степень его оснащенности машинами, возможные выходы и сорта муки).

При длительном хранении штабель полезно через несколько месяцев переложить, т. е. верхние мешки переместить вниз, а нижние — вверх. Это предупреждает слеживание муки. За хранящимися партиями муки необходимо вести наблюдение и прежде всего проверять, не произошло ли **заражение муки вредителями**, которых нужно искать на поверхности мешков. Поэтому периодическое обметание их жесткой щеткой и проверка сметок, лучше через лупу, дает представление о том, имеются вредители или нет.

Виды круп

Второй по значимости продукт питания (после муки), вырабатываемый из **зерна злаковых культур**, а также гречихи и гороха, — **крупы**.

Физиологические нормы питания человека, разработанные в нашей стране, предусматривают введение в **рацион питания** людей различных круп, в среднем на душу населения 9—13 кг в год, т. е. примерно 24—35 г в день. Среди них предпочтение отдается крупам из гречихи, риса и бобовых. Преимущество этих круп объясняется повышенной биологической ценностью их белков.

Все крупы богаты **крахмалом**. Они являются и высококалорийными продуктами. Особенно необходимы крупы в рационе питания детей и больных при многих заболеваниях.



Переработка зерна в крупы ведется на специальных государственных крупяных заводах или в крупяных цехах при других предприятиях (мелькомбинатах, пищевых комбинатах и т. д.), а также 5 колхозах и совхозах.

Предприятия малой мощности (до нескольких тонн в сутки) называются крупорушками, так как в основу приготовления крупы положен **процесс обрушивания зерна**, т. е. отделения от него цветковых пленок. В нашей стране вырабатываются следующие виды и сорта круп:

- из гречихи — ядрица, первого и второго сортов, продел;
- из риса — рис шлифованный и полированный (высший, первый и второй сорта), рис дробленый (получается как побочный продукт в результате раскалывания зерен риса при обработке);
- из гороха — горох лущеный, полированный (целый и колотый);
- из проса — пшено шлифованное (высший, первый и второй сорта);
- из овса — крупа недробленая, крупа плющенная (высший и первый сорта), хлопья и толокно;
- из ячменя — крупа перловая (шлифованная) пяти номеров, крупа ячневая трех номеров (дробленая);
- из твердой пшеницы — крупа «Полтавская» и крупа «Артек»;
- из кукурузы — крупа шлифованная пяти номеров, крупа для хлопьев (крупная) и кукурузных палочек (мелкая).

Кроме того, как уже отмечалось, при помолах пшеницы вырабатывают манную крупу из мягкой пшеницы (марка М), смеси мягкой (80 %) и твердой (20 %) пшеницы (марка МТ), а также из одной твердой пшеницы (марка Т).

Качество крупы зависит не только от химического состава и физических свойств зерна. Существенное значение имеют степень очистки зерна от примесей и способы обработки очищенного зерна.

Крупа — готовый продукт, который подвергается только кулинарной обработке, и поэтому присутствие в ней каких-либо примесей резко отражается на качестве пищи. Не меньшее влияние на пищевую ценность и внешний вид оказывает и организация технологического процесса.

Показатели качества крупы

Качество круп и методы определения его нормированы стандартами. К обязательным показателям при оценке круп относятся сенсорные (цвет, запах и вкус). В крупах не должно быть вредителей. Влажность разных круп должна быть в пределах 12—15,5 %. Строго нормируется содержание различных примесей, особенно вредных, испорченного и битого ядра, мучели, металлопримесей и необрушенных (нешелушенных) зерен. От содержания их зависят сорт крупы и соответствие ее требованиям государственного нормирования.

Определяют также **кулинарные достоинства крупы**. В эту оценку входят цвет, вкус и структура сваренной каши, продолжительность ее варки и **коэффициент разваримости**, под которым понимают отношение объема каши (в мл) к объему крупы (в мл), взятой для варки.

В зависимости от сортовых особенностей сырья, способов его обработки и ассортимента круп коэффициент разваримости их различный и колеблется обычно в следующих пределах: пшеница — от 4 до 5,2; крупа из гречихи — от 3,2 до 4; риса — от 4,3 до 5,2; перловых круп — от 5,5 до 6,6; овсяных — от 3,3 до 4,1.



Хранение крупы

Крупы надо хранить в чистой, плотной и незараженной таре (мешках). При отправке зерна на крупорушку сразу же подготавливают и тару. Крупы фасуют и в мелкую тару (бумажные мешки). **При хранении крупы** нужно защищать ее от увлажнения и вредителей хлебных запасов. Ее можно хранить в одном складе с мукой.

Крупы, выработанные на крупорушках без применения гидротермической обработки, менее стойки при хранении. Это особенно относится к пшени и крупам из овса, которые быстро прогорают. Особенно быстро (в течение нескольких недель) прогорают в теплое время года крупы, выработанные из зерна, подвергшегося хотя бы самым **начальным стадиям самосогревания**, прорастания или плесневения.