

Технология переработки отходов растениеводства и животноводства

1. Растительное сырьё в биотехнологическом производстве
2. Промышленные отходы в биотехнологическом производстве
3. Отходы животноводства в биотехнологическом производстве

Для выращивания микроорганизмов могут использоваться различные виды сырья: отходы древесного и сельскохозяйственного растительного сырья, сульфитные щелоки, жидкие и газообразные углеводороды, метиловый и этиловый спирты, отходы сельского хозяйства, пищевой, рыбной и мясоперерабатывающей промышленности. К используемым отходам сельского хозяйства, плодо- и лесоперерабатывающей промышленности относятся: хлопковая и рисовая шелуха, кукурузная кочерыжка, подсолнечная лузга, гузапай (стебли хлопчатника), солома, оболочка какао-бобов, скорлупа кокосовых орехов, кожура фруктов, овощей, листья, жмых, мякина, выжимка плодов и овощей, капустная и картофельная мезга, навоз, кора, хвоя, опилки, древесное волокно, листья, щепы, ветки, обрезки древесины, городские отходы, старая бумага, картон, сточные воды.

Различный состав сырья, неодинаковые количественные и качественные характеристики источников углерода, азота и других необходимых для жизнедеятельности микроорганизмов соединений дают разный выход биомассы микроорганизмов из 1 кг абсолютно сухого сырья (в кг): отходы древесного и сельскохозяйственного сырья 0,18-0,22, сульфитные щелоки 0,01-0,02, н-парафины 0,80-1,00, газообразные углеводороды 0,80-1,00, метанол 0,40-0,45, этанол 0,45-0,50, свекловичная меласса 0,22-0,26, молочная сыворотка 0,02-0,03.

1. Растительное сырьё в биотехнологическом производстве

Растительное сырьё - древесные отходы лесного хозяйства и побочные продукты земледелия, составляют традиционную углеводную базу для биотехнологических процессов.

Составными частями растительной массы являются углеводы в виде целлюлозы, гемицеллюлозы, пентозанов, крахмала, сахаров, пектина, а также масла, жиры, воски, нуклеиновые кислоты, лигнин, хитин, смолы, белковые вещества, витамины, соли и т.д.

Древесное сырьё. Представляет собой многолетние растительные ткани, содержащие целлюлозу, лигнин, пентозаны, гемицеллюлозы и др. вещества..

Целлюлоза - наиболее важный субстрат для получения белка. Растительные, особенно древесные отходы содержат около 5% целлюлозы, что в мировом масштабе превышает 2 млн. т. в год. Это весьма перспективное сырьё, но микробная клетка способна утилизировать только продукт деградации целлюлозы - глюкозу или пентозы и органические кислоты, образующиеся при гидролизе гемицеллюлозных субстратов и пентозанов. Поэтому древесное сырьё подвергают предварительной обработке:

измельчают и гидролизуют. Полисахариды древесины при высоких температурах в присутствии кислот или щелочей переходят в низкомолекулярные усвояемые микроорганизмами соединения, но процесс требует значительных энергетических затрат и ведет к образованию нежелательных побочных продуктов. Кроме того, древесина - продукт дефицитный, так как в мире ее больше используется, чем создается.

Растительные отходы сельского хозяйства. Кукурузная кочерыжка, подсолнечная лузга, рисовая и хлопковая шелуха, солома, стебли хлопчатника (гузапай) и др.

Хлопковая шелуха представляет собой твердую оболочку семян хлопчатника, покрытую короткими волокнами хлопка. Это отход хлопкоочистительных и маслобойных заводов. Состав хлопковой шелухи зависит от сорта хлопчатника. Она содержит 36-48% целлюлозы, 20-31% - лигнина и 21-28% пентозанов.

Средний выход шелухи при шелушении хлопковых семян 31,4% их массы, что составляет в нашей стране 1,2 млн. т в год. При получении кормовых дрожжей хлопковую шелуху гидролизуют кислотой.

Кукурузная кочерыжка - это стержень, остающийся после отделения кукурузных зерен от початков. Выход кочерыжки - 25-35% массы початков. Состав стержней (в % к массе стержней): вода 8, сырой протеин 2,8, сырой жир 0,7, безазотистые экстрактивные вещества 54,7, сырая клетчатка 32,8, зола 1.

По кормовой ценности перемолотые стержни могут быть приравнены к сену или яровой соломе. Но в чистом виде для корма они не используются: в них мало белка, витаминов, минеральных веществ, особенно кальция, фосфора, йода и кобальта. Кукурузная кочерыжка - это сырье для получения кормовых дрожжей на гидролизных заводах.

Подсолнечная лузга - отход при производстве масла из семян подсолнечника. Выход ее составляет 30-40% массы семян подсолнечника. Лузга содержит 1,4% богатого углеродом пигмента фитомелана, 23,6-28 пентозанов, 52-66 клетчатки, 24,8-29,6 лигнина, 31-42,4% целлюлозы и является ценным сырьем для получения кормовых дрожжей, гидролизного спирта, фурфурола и других продуктов. Для выращивания кормовых дрожжей используют пентозогексозные гидролизаты лузги после удаления из них фурфурола. На 1 т кормовых дрожжей расходуется 6,7 т лузги, выход дрожжей составляет около 150 кг.

Рисовая шелуха - сырье для гидролизного производства и получения кормовых дрожжей. Она содержит 18% легко-, 29% трудногидролизуемых полисахаридов. Общий выход РВ 50-58%.

Гузапай (стебли хлопчатника), так же как камыш и солома служит сырьем для гидролизного производства.

Верховой малоразложившийся торф также используется в качестве сырья для производства кормовых дрожжей. Его состав близок к составу растений это сходство тем больше, чем меньше степень разложения торфа. Верховой торф со степенью разложения 15-20% содержит 25-27% легко- и 9-

13% трудногидролизуемых полисахаридов, 0,7-0,4% азотсодержащих соединений, основная часть которых входит в состав гуминовых веществ, 7-10% аминокислот.

Морские водоросли в Японии предложено использовать комплексно. При кислотном гидролизе водорослей образуются альгиновая кислота, витамины пигменты и белки, на гидролизатах возможно культивирование микроорганизмов - продуцентов белка. При обработке щелочью получают маннит, йод, калий, фукоидин. Сами водоросли после промывки и сушки могут служить для пищевых целей или основой питательной среды для микроорганизмов - продуцентов белка. Отходы этих процессов используют для получения метана, а вторичные отходы - как удобрение при выращивании морских растений, чем замыкается цикл.

2. Промышленные отходы в биотехнологическом производстве

Отходы *пивоварения* - хороший, но небольшой источник углеводов: пивная дробина, солодовые ростки, отходы подработки несоложенного ячменя. Для получения кормовых дрожжей эти отходы гидролизуют и вводят в среду в соотношении 8:0,2:0,5 (дробина: ростки: отходы ячменя)

К отходам *картофелекрахмального производства*, использующимся в качестве сырья для выращивания микроорганизмов, относят клеточный сок картофеля и соковые воды, промывные воды после гидросмыва крахмала и мезга.

Клеточный сок картофеля содержит 6% сухих веществ, его объем доходит до 50% к массе перерабатываемого картофеля и составляет около 1,3 млн. п. год. Клеточный сок картофеля содержит аминокислоты, оксид калия, фосфорную кислоту, соединения кальция и магния. Уровень использования клеточного сока картофеля в настоящее время составляет около 33%.

Картофельная мезга содержит (в % к массе сухих веществ): крахмал 50, клетчатку 25. Растворимые углеводы 2,5, минеральные вещества 6,2, сырой протеин 6 и прочие вещества 10,3. Влага в мезге 86-87%, что делает ее малотранспортабельной. Концентрация клетчатки и крахмала в этом виде сырья низка, гидролиз его экономически не оправдан. На этом сырье культивируют микроорганизмы, обладающие гидролитическим комплексом ферментов и использующие при росте биополимеры.

Отходы, не требующие специальных методов обработки. К ним относятся меласса, последрожжевая барда спиртовых заводов, молочная сыворотка.

Свекловичная меласса - отход производства сахара из свеклы (выход 3,5-5% к массе свеклы), богата органическими и минеральными веществами, необходимыми для развития микроорганизмов. Она содержит 45-50% сахарозы, 0,25-2,0 - инвертного сахара, 0,2-3,0% рафинозы. Из азотистых веществ в мелассе содержатся бетаин, пирролидонкарбоновая, глутаминовая, аспарагиновая кислоты, лейцин, изолейцин, аланин, валин, из органических кислот - молочная,

муравьиная, уксусная, масляная, лимонная. В малых количествах в ней содержатся кобальт, железо, свинец, бор, цинк, кремний, серебро, йод, марганец, молибден. Свекловичная меласса представляет собой дорогое и дефицитное сырье и в производстве кормовых дрожжей используется редко.

Мелассная барда является отходом производства этанола на мелассе и содержит 6-12% сухих веществ. Это полноценное сырье для производства кормовых дрожжей. В настоящее время для производства кормовых дрожжей используется более 70% первичной послеспиртовой мелассной барды.

Зерновая и картофельная барда - отход спиртового производства. Состав зерновой и картофельной барды различен. Зерновая барда содержит 3,2-4,1% сухих веществ, картофельная - 6,7-8%. В сухих веществах картофельной барды меньше протеина, чем в зерновой (18,7-19,5% против 26,8-27,5), меньше жиров (3,1% против 5,9-7,5). Картофельная барда богаче зерновой по содержанию углеводов (56,2-58,5 % против 40-41,8). Больше в ней и минеральных веществ. Для получения кормовых дрожжей используется 14,6% получаемой в настоящее время зернокартофельной барды.

Барда ацетоно-бутилового производства содержит до 0,7-1,0% РВ, азотистые вещества, минеральные соли и стимуляторы роста. В ней присутствует немного (0,07-0,30 г/л) бутанола, что требует адаптации к нему микроорганизмов.

Молочная сыворотка - сырье для получения белковых препаратов. В сыворотке содержатся (в % СВ): лактоза 70-80, белковые вещества 7-15, жир 2-8, минеральные соли 8-10. Кроме того, молочная сыворотка имеет в своем составе значительное количество витаминов, гормонов, органических кислот, микро- и ультрамикроэлементов.

Отходы консервной промышленности. В нашей стране ежегодно в консервы перерабатывается 4 млн. т овощей и плодов. При этом образуется 700-800 тыс. т отходов и вторичных продуктов, которые могут использоваться в качестве сырья при приготовлении питательных сред для производства кормовых дрожжей. Отходы отличаются по химическому составу не только в зависимости от вида сырья, но и от степени зрелости, условий хранения, вида изготавливаемой продукции.

Томаты в основном идут на производство концентрированных томатопродуктов и томатного сока. В первом случае общее количество отходов составляет 4-5% к массе сырья. Количество пульпы в отходах составляет 51-78%, семян - 6-14, кожицы - 6-13, сосудистых волокон - 1-3, связанной воды - 8-15%.

При производстве томатного сока отжимают около 65% сока и мякоти к массе сырья. Остальные 35%, идущие в отходы, состоят на 88% из мякоти и сока и на 12% из кожицы и семян. На растворимую часть в отходах приходится 2,5-5%. Рациональным способом хранения и использования отходов томатного производства является их высушивание и получение из них муки.

Отходы переработки *зеленого горошка* - это ботва и створки. Выход зерен горошка составляет 15-20% скошенной массы. Отходы содержат до 40% безазотистых экстрактивных веществ, до 11% минеральных веществ и другие

соединения Отходы могут использоваться для получения микробных белковых препаратов.

Отходы *переработки капусты, моркови, свеклы и других овощей* - эта ботва, очистки, испорченные овощи и т.п. Ежегодно этих отходов получают около 100 тыс. т. Отходы составляют от массы перерабатываемых овощей (в %): капуста 22,5, морковь 17-20, свекла 24-29 и т.д. Эти отходы используются для получения микробных белковых препаратов.

Отходы *овощесушильного производства* подразделяют на твердые и жидкие. К твердым относят мелкие некондиционные клубни картофеля, снятую при очистке кожицу, глазки, мелкие частицы, получаемые при сушке, инспекции и фасовке, к жидким - промывные воды, получаемые при бланшировании, варке и других операциях, а также мезгу. Отходы при переработке картофеля составляют 25-45% всех отходов овощесушильного производства. Это прекрасное сырье для производства белковых препаратов и крахмала.

Отходы *переработки плодов* состоят из выжимок, получаемых при прессовании, остающихся при варке компотов варенья, джемов и т.д. Эти отходы являются полноценной средой для выращивания микроорганизмов. При переработке яблок отходы составляют около 30-34%. При приготовлении сока ю винограда образуется до 18% виноградных выжимок, состоящих на 43-45% и кожицы с остатками мякоти, на 22-32% из семян и на 24-26% из гребней. Выжимки содержат примерно 5% сахара и используются как компонент питательной среды при производстве кормовых дрожжей.

При выработке соков и компотов из цитрусовых образуется около 60% отходов к общей массе плодов. В них содержится ряд ценных веществ: эфирное масло (1,2%), пектиновых веществ (1,5-2%) и гесперидин (1,2-1,5%).

В США из отходов производства соков из цитрусовых получают эфирные масла и гесперидин. Оставшиеся выжимки измельчают, обрабатывают известью до pH 6, затем аммиаком и прессуют. Фильтрат используют в качестве питательной среды для дрожжей.

Отходы *винодельческой промышленности* - это гребни, виноградные выжимки, семена, дрожжевые осадки. Смоченные суслом гребни содержат 1-1,5% сахара, до 2,54% минеральных веществ, азотистые вещества.

Виноградные выжимки содержат 4-10% сахара, азотистые, пектиновые, дубильные вещества, жиры, клетчатку, до 1,2-3,6% минеральных веществ и могут использоваться в составе сред для выращивания дрожжей. Ежегодный объем виноградных выжимок в стране около 2,6 млн. т.

Дрожжевой осадок составляет 3-8% объема вина и содержит (в % на сухое вещество): минеральные вещества 5-10, углеводы 25-50, азот 5-17, белковые вещества 30-75 и жиры 2-5. Из дрожжевого осадка получают этанол, высшие спирты, альдегиды и кормовые дрожжи.

3. Отходы животноводства в биотехнологическом производстве

Отходы молокоперерабатывающих предприятий

При сепарировании молока, производстве сметаны, сливочного масла, натуральных сыров, творога и молочного белка по традиционной технологии получают побочные продукты – обезжиренное молоко, пахту и молочную сыворотку.

Обезжиренное молоко, пахта и молочная сыворотка, относящиеся к вторичным ресурсам молочного подкомплекса АПК, должны использоваться полностью и рационально. В сочетании с цельным молоком и сливками вторичные сырьевые ресурсы формируют комплекс который можно назвать термином «молочное сырье».

Применение новых физико-химических и биологических методов, молекулярно-ситовой фильтрации и криотехнологии позволяет направленно разделять и концентрировать компоненты молока с исключением побочных продуктов.

При производстве 1 т сливочного масла получают до 20 т обезжиренного молока и 1,5 т пахты; при производстве 1 т сыра и творога – до 9 т молочной сыворотки. В обезжиренное молоко, пахту и сыворотку переходит от 50 до 75% сухих веществ молока. Обезжиренное молоко и пахта содержат практически весь белковый, углеводный и минеральный комплекс молока и частично молочный жир. В молочную сыворотку переходит углеводный комплекс, сывороточные белки и минеральные соли.

Пищевая ценность вторичного молочного сырья, как и молока, очень высокая, хорошая усвояемость, оптимальное соотношение питательных веществ, биологическая и физиологическая совместимость. Энергетическая ценность обезжиренного молока и пахты составляет 5,8, а молочной сыворотки – 36% от цельного молока, что следует учитывать при организации промышленной переработки.

Кроме получения вторичных продуктов, переработка молока связана с неизбежными потерями сырья, которые в целом по отрасли составляют миллионы тонн (в пересчете на молоко). Также к отходам относятся ополоски от мытья молочного оборудования и даже отбросы (сепарационная слизь). Кроме того необходимо учитывать отходы образующиеся в результате потребленных молочных продуктов, их хранения, упаковывания и реализации.

Получаемые отходы должны перерабатываться с применением биотехнологических технологий как в пищевую так и в кормовую продукцию без остатка.

Отходы животноводства

К отходам животноводства относят навоз и стоки животноводческих ферм. Различают подстилочный, твердый навоз (влажность 75-80%); бесподстилочный, который делится на полужидкий (смесь экскрементов с мочой, влажность до 90%) и жидкий - навоз с примесью воды (влажность 90-93%); навозные стоки -навоз, разбавленный водой (влажность более 93%). С выделениями крупного рогатого скота, свиней, кур, при богатейшем содержании выводится до 30-40% питательных веществ, получаемых животными с кормами. В основном органическое вещество экскрементов

представлено структурными веществами с высоким содержанием углерода (целлюлоза, лигнин, пентозаны).

Объем питательных элементов во всех стоках животноводческих ферм нашей страны в год эквивалентен 2,2 млн. т. азота, 1 млн. т. фосфора и 1 млн. т. калия. Это в 4 раза превышает количество загрязнений от сточных вод пищевой промышленности и хозяйственно-бытовых стоков объемом 11,8 млн. м³ в год. В настоящее время одним из перспективных способов утилизации стоков животноводческих ферм является культивирование микроорганизмов на питательных средах из этих отходов с получением кормовой и технической биомассы.

Вопросы:

1. Каким образом используют отходы растениеводства и животноводства в биотехнологическом производстве?
2. Какие существуют промышленные отходы, как их используют в биотехнологическом производстве?