**Введение**

Для увеличения производства продуктов животноводства необходима надежная комовая база. Корма, не содержащие в достаточном количестве белков и витаминов, не могут удовлетворить животноводство и птицеводство. В нашей стране, как и во всех станах отмечается большой дефицит кормового белка. Один из способов повысить питательную ценность кормов – вводить в рацион кормления животных и птиц кормовые дрожжи, которые получают на гидролизных и целлюлозных предприятиях. Для их выращивания используют углеводы, содержащиеся в гидролизатах и сульфитных щелоках. Эти дрожжи являются биологически полноценным кормом, источником белка, витаминов и минеральных веществ. Такие дрожжи содержат:

Белок 48 – 52%

Углеводы 13 – 16%

Жиры 2 – 3%

Безазотистые экстрактивные вещества 22 – 40%

Зола 6 – 10%

Кормовые дрожжи повышают биологическую ценность белков других кормов за счет содержания в них незаменимых аминокислот. По содержанию аминокислот кормовые дрожжи близки к белкам животного происхождения. Так же они содержат витамины группы В и в этом отношении превосходят все белковые корма. Эти витамины тесно связаны с белковым обменом в организме животных и являются компонентами ферментных систем, активными катализаторами, необходимыми для усвоения аминокислот и синтеза белка.

Кормовые дрожжи – богатый источник витамина Д2, их зола содержит ценные макро- и микроэлементы: P, K, Ca, Fe, Mg, S, Cu, Co…и др. По общей питательной ценности 1 кг дрожжей содержит от 1,03 – 1,16 кормовых единиц и особенно много перевариваемого белка – до 380 – 480 г.

Скармливать животным кормовые дрожжи рекомендуется в качестве белково-витаминной добавки, при этом повышается привес животных, снижаются затраты общих кормов на единицу привеса, сокращается продолжительность откорма.

Кормовые дрожжи с успехом используются во всех отраслях животноводства и птицеводства, поэтому потребность в них ежегодно возрастает.

Для производства кормовых дрожжей используются дрожжи и дрожжеподобные грибы, являющиеся отходами при производстве спирта, пива и вина, обладающие необходимыми технологическими свойствами: способностью быстрого роста в аэробных условиях с образованием протеина, аминокислот и витаминов, устойчивостью производственных культур, сопротивляемостью развитию посторонних микроорганизмов.

На спиртовых заводах, перерабатывающих мелассу, кормовые дрожжи получают путем выделения сахаромицетов из мелассной барды, на остальных – путем выращивания дрожжеподобных грибов на той же барде. Это повышает использование мелассной барды до 80% от общего ее количества на спиртовых заводах.

**Химический состав кормовых дрожжей**

Биомасса дрожжевых клеток состоит из 75–80% воды и 25–20% сухих веществ. Органические вещества дрожжей состоят из протеина, полисахаридов, безазотистыъх экстрактивных соединений и липидов. Наиболее ценным компонентом является протеин. Наибольшее количество протеина содержится в кормовых дрожжах, выращенных на зерно-картофельной и мелассной барде.

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вещества, % | Дрожжи, выращенные на | | |
| Сульфитном щелоке и гидролизной барде | Зерно-картофельной барде | Мелассной барде |
| Протеин (N\*6,25) | 45–52 | 48–56 | 47–55 |
| Углеводы | 13–16 | 22–25 | 14–17 |
| Жиры | 2–3 | 2–5 | 3–5 |
| Безазотистые вещества | 20–37 | 22–30 | 22–33 |
| Зола | 8–11 | 7–9 | 8–12 |

По ОСТ 18 – 15 – 70 на дрожжи кормовые сухие, вырабатываемые на спиртовых заводах, протеина в них должно быть не менее 45%, а усвояемого белка не менее 35%. По содержанию лизина и метионина (г/кг) дрожжи уступают только рыбной муке. В кормовых дрожжах:

Лизин 32,8 г/кг

Метионин 8,2 г/кг

Триптофан 6,3 г/кг

Биологическая ценность дрожжей обусловлена высоким содержанием витаминов группы В. П этому показателю дрожжи превосходят все кормовые продукты:

мг/кг

Тиамин 6,2 – 8,0

Рибофлавин 44 – 130

Пантотеновая кислота 28 – 44

Пиридоксин 23 – 30

Цианкобаламин 0,2

Никотинамид 500 – 504

Фолиевая кислота 11 – 23

Холин 7660 – 2910

Н – биотн 1,0 – 1,1

Эргостерин 2080

**Сырьё и вспомогательные материалы**

1. Мелассная барда – основное сырье при производстве кормовых дрожжей. При сбраживании на спирт свекольной мелассы только 45% сухих веществ превращается в спирт и углекислый газ, остальное количество а так же дрожжи *Sacch. Cerevisiae* и продукты их метаболизма полность переходят в барду.

Химический состав и технологические свойства барды зависят от качества переработанной свеклы и технологии сбраживания на спиртовом заводе. Поэтому химические свойства барды варьируют в широком диапазоне.

* Сухих веществ 7 – 10% и воды 90 – 93%.
* Неорганических веществ 20 – 30%, на долю органических приходится 70 – 74% от общего количества сухого вещества.
* Азота общего 3,7 – 6,0%, в основном бетаин. Остальная часть – нерастворимый и растворимый азот, азот оснований и аминокислот.
* Присутствующие аминокислоты 6 – 10% преимущественно состоят из нерасщепляемой дрожжами пирролидонкарбоновой кислоты. Поэтому по азотному составу барду нельзя считать полноценной средой.
* Свободных РВ не превышает 1,5 – 6,6% и общих 2,2 – 9,7%
* Сухие вещества на 1/3 состоят из зольных соединений. К2О 36 – 55%, Na2О – 6,5 – 7,5%. Остальные элементы содержатся в небольшом количестве в пределах 0,1 – 0,5%.
* Микроэлементы (мг% к СВ): Mg 0.3 – 9.0; Ni = 0,6 – 1,9; Ti = 0,3 – 5,9; Cu = 0,3 – 18,3; V = 0,3 – 6,0; Co = 0,06 – 0,64; Ba = 0,3 – 12,7; Mo, Cr, Pb, Ag, = 0,03 – 0,02.
* Практическое значение имеют те вещества, которые усваиваются дрожжами рода *Candida*, эти вещества имеются в барде в тех или иных количествах – моно- и дисахара, карбоновые кислоты и оксикислоты, спирты, аминокислоты, глюкозиды, органические и неорганические азотистые соединения, соли калия, магния, фосфора и железа, микроэлементы, витамины.

Мелассная барда является благоприятной средой для развития дрожжей и дрожжеподобных грибов. В биологическом отношении барда – пригодный продукт для развития многих микроорганизмов, что является основой для использования её как сырья в производстве кормовых дрожжей.

Недостатком барды является низкое содержание в ней фосфора и высокое содержание зольных элементов и других неусвояемых дрожжами веществ. Высокая концентрация СВ барды обуславливает повышенное осмотическое давление, тормозящее жизнедеятельность дрожжей. Поэтому дрожжи на ней размножаются медленнее чем на сахарных средах.

Наличие аминокислот в барде благоприятствует не только развитию дрожжей, но и посторонней бактериальной микрофлоры. В связи с этим переработка барды имеет свои отличительные особенности, связанные с предупреждением инфекции и борьбы с ней.

2. вспомогательные материалы.

* Соляная кислота HCl ГОТС 875 – 69 (синтетическая), ГОСТ 1382 – 42 (техническая)
* Серная кислота H2SO4 ГОСТ 667 – 53;
* Диаммонийфосфат (NH4)2HPO4 ГОСТ 8515 – 57 (технический);
* Карбамид CO(NH2)2 ГОСТ 2081 – 63 (мочевина);
* Ортофосфорная кислота H3PO4 ГОСТ 10678 – 63 (термическая);
* Сернокислый аммоний (NH4)2SO4 ГОСТ 9097 – 65 (аккумуляторный);
* Суперфосфат Ca(H2PO4)\*H2O ГОСТ 8382 – 57;
* Олеиновая кислота ГОСТ 7580 – 55 (техническая);
* Технический олеин – смесь кориандрового и рапсового масла;
* Фузы – отходы, получаемые при механической рафинации растительных масел;
* Соапсток – отход щелочной рафинации растительного масла;
* Кашалотовый жир ГОСТ 8714 – 58;
* Несульфированные соединения (НС) – побочный продукт производства синтетических жирных кислот из жидких очищенных парафинов, состоящий из смеси высших жирных спиртов и непредельных углеводородов.

**Оптимальные условия культивирования кормовых дрожжей на мелассной барде**

Основным критерием при сравнении и *отборе той или иной культуры* для данной среды является скорость её роста и способность ассимилировать все питательные вещества с высоким экономическим коэффициентом. От этого зависит производительность предприятия, расход электроэнергии и другие технико – экономические показатели производства. Сахара присутствуют в мелассной барде совсем в небольших количествах и на выход дрожжей практически не влияют. Поэтому надо отдать предпочтение тем дрожжам, которые ассимилировали бы карбоновые кислоты, оксикислоты и глицерин, содержащийся в барде.

Наибольший выход биомассы дают Candida utilis С-1 и Candida tropicalis СК-4, что послужило основанием к применению их отдельно и в смеси прии производстве кормовых дрожжей на мелассной барде. Опасность вытеснения их другими культурами исключается, так как в мелассной барде достаточно ростовых веществ.

В благоприятных условиях время генерации при культивировании на мелассной среде 2,5 – 3,0 часа, что объясняется наличием в барде трудноусвояемых и ингибирующих веществ. При периодическом культивировании продолжительность одной генерации в период интенсивного размножения составила 4 часа, поэтому *длительность пребывания среды в аппарате* при непрерывном культивировании должна быть не менее 8 – 10 часов.

Процесс выращивания при такой длительности следует вести при очень интенсивной аэрации, что бы кислород не лимитировал быстрого размножения.

Скорость размножения и выход биомассы находятся в зависимости от *концентрации барды*. С разбавлением барды увеличивается выход дрожжей. Разбавленная барда менее вязкая и меньше пенится, кроме того требуется меньше воды на промывку дрожжевой суспензии. Кроме того, в этом случае возможно сокращение времени периодического культивирования (на 1/3 если разбавление идет водой в соотношении 1:1).

Но разбавление невозможно, если предполагается последующее выпаривание последрожжевой барды. Но из концентрированной барды можно получить такой же выход как из разбавленной, но при большей интенсивности аэрации или проведением процесса в 2 стадии. Если для интенсивной аэрации нет условий, тогда целесообразно разбавлять барду для повышения производительности аппаратов.

*Активная кислотность мелассной барды* соответствует рН 5,5 – 5,8. в процессе выращивания дрожжей потребляются органические кислоты, вследствие чего среда подщелачивается тем сильнее, чем интенсивнее рост клеток. Для поддержания рн на оптимальном уровне необходимо пользоваться соляной или серной кислотой.

Высокий выход биомассы наблюдается при рН 5,0 – 5,5. Однако при непрерывном культивировании в производственных условиях происходит быстрое нарастание инфекции, кроме того усиливается вспенивание дрожжевой бражки, что зарудняет сепарирование, поэтому приходится поддерживать рН среды на уровне 4,0 – 4,2.

При замедленном росте культуры из-за несовершенной аэрации и наличия в барде трудноусвояемых источников углерода, во избежании развития инфекции эффективнее вести процесс при рН 3,5 – 3,8.

*Оптимальной температурой* для выращивания рожей на мелассной барде надо считать 32 – 33оС. Более высокая температура процесса, хотя и уменьшает расход воды на охлаждение, но из-за пониженного выходя дрожжей не может быть рекомндована, тем более что при этом усиливается развитие инфицирующей микрофлоры, сильно подавляющей рост дрожжей.

Рекомендованный *расход воздуха* на аэрацию составляет 55 – 60 м3/м3 ч. Это соответствует 20 – 25 м3 воздуха на 1 кг введенных в аппарат углеродсодержащих питательных веществ.

**Стадии технологического процесса**

*Подготовка барды и приготовление питательной среды.*

1. Стерилизация барды при 95–1000С 45 – 60 минут. Барда освобождается от спорообразующих микроорганизмов и твердых примесей, периодически удаляемых при чистке аппарата.

2. В случае переработки барды с повышенным содержанием СаО, необходимо подкисление до рН 3,5 – 3,8 и дальнейшее отделение в отстойниках выпавшего в осадок гипса.

3. Охлаждение барды до температуры 20 – 300С. Для этого применяются пластинчатые и (реже) трубчатые теплообменники с водой. Используют прудовую, речную и артезианскую воду а так же отсепарированную вторичную барду.

4. Приготовление питательной среды. Смешивают барду в смесителях с растворами содей содержащих азот и фосфор.

*Размножение посевных дрожжей*

Дрожжи размножаются в аппаратах чистой культуры, дрожжанках и дрожжегенераторе, из которого подаются в дрожжерастительные аппараты.

Для нормального культивирования кормовых дрожжей необходимо периодически вводить в дрожжерастительный аппарат дрожжи чистой культуры (в противном случае накопление биомассы уменьшается и питательные вещества не используются в должной мере). Количество посевного материала должно быть 30 – 40% от суммы углеродсодержащих веществ.

Посевной материал размножают из чистой культуры в пять последовательных стадий.

В лабораторной стадии культуру выращивают на качалке при температуре 300С, сначала в колбах со 100 мл мелассного сусла, а потом в колбах с 500 мл сусла в течении 16 – 24 ч.

Из двух колб по 500 мл дрожжи переносят с соблюдением правил стерильности в АЧК емкостью 15 л. Затем продолжают культивировать в АКЧ емкостью 150 и 1500 л, заполненных суслом на 2/3.

Молодые и энергичные дрожжи из АКЧ передают в дрожжанку емкость 8 м3 в которой размножение ведут на концентрированной барде концентрацией 5 – 6% СВ с добавлением стерилизованного мелласного сусла. Затем в дрожжанках на 30 м3 и дрожжегенераторе на 100 м3 дрожжи размножаются на барде при энергичной аэрации.

В качестве дрожжегенераторов используют небольшие аппараты с эрлифтным аэратором. При проявлении бактериальной инфекции и других нежелательных признаков среду в дрожжегенераторе заменяют. После освобождения и промывки аппарат и связанные с ним трубопроводы стерилизуют паром в течение 1 ч при 1000С.

*Выращивание кормовых дрожжей*

Для достижения высокой продуктивности дрожжерастительного процесса требуется непрерывный равномерный приток питательной среды и отбор дрожжевой бражки, интенсивная аэрация, строгое соблюдение температурного режима и поддержание оптимального рН среды: в I стадии выращивания 4,0 – 4,2 и II стадии 3,5 – 3,8. Несоблюдение этих условий негативно скажется на физиологической активности дрожжей, приводит к замедлению роста, развитию инфекции, неполному использованию углеродсодержащих веществ барды и низкому выходу продукции.

Аэробное размножение дрожжей сопровождается выделением тепла. Если это тепло не отводить, то среда нагревается сверх допустимых пределов. Наиболее устойчивый процесс выращивания протекает при температуре 32 – 340С. Дальнейшее повышение температуры приводит к уменьшению накопления биомассы и развитию инфекции.

40% образующегося тепла уносится продуваемым воздухом, а остальное количество отводится через наружные стенки аппаратов и змеевика.

Выращивание кормовых дрожжей на мелассной барде ведут в высоких дрожжерастительных аппаратах с эрлифтной системой аэрации. Среда в эрлифных аппаратах превращается в эмульсию плотностью 0,30 – 0,35 г./см3, энергично циркулирующую и заполняющую аппарат на 80%. Дрожжевые клетки размножаются и растут в пенном слое (пенный метод).

При переработке концентрированной и сильно пенящейся барды циркуляция в дрожжерастительном аппарате может оказаться недостаточной. Чтобы разрушить пену и предотвратить флотацию дрожжей необходимо периодически добавлять в среду пеногаситель, так же можно уменьшить заполнение аппарата и увеличить аэрацию.

В аппаратах с перфорированным воздухораспределением («жидкостный» метод) постоянное гашение пены химическими веществами обязательно.

Дрожжевые аппараты соединяются трубопроводами в блоки из двух аппаратов (один головной и один хвостовой) или из трех (два параллельно действующих головных и один хвостовой). Это позволяет вести процесс параллельно и последовательно, т.е.по одно – и двухступенчатому методам. Неразбавленная барда концентрацией 8 – 9% СВ перерабатывается по двухступенчатому методу (повторное выращивание дрожжей, с добавлением в среду во второй стадии 5 – 10% свежей барды). Разбавленная барда концентрацией 5 – 6% СВ перерабатывается по одноступенчатому методу.

*Деэмульгирование спиртовой бражки и флотация дрожжей.*

Во избежание излишних потерь при сепарировании дрожжевая бражка должна быть предварительно обеспечена.

Физико-химическая сущность действия пеногасителей заключается в вытеснении стабилизатора пены из абсорбционного слоя пузырьков более сильным поверхностно-активным веществом. Для этого применяют животные и растительные жиры, высшие жирные кислоты, спирты. На мелассно-спиртовых заводах при производстве кормовых дрожжей для гашения пены применяют технический жир морских зверей, олеиновую кислоту, соапсток.

Приготовляют из пеногасителя эмульсию и по мере необходимости добавляют её в механический пеногаситель и сборник дрожжевой суспензии от первой ступени сепарирования.

На предприятиях, где дрожжи выращиваются в высоких чанах с эрлифтами для механического разрушения пены применяют различные аппараты – деэмульгаторы. В простейшем деэмульгаторе пена гасится отстаиванием, орошением водой или действием механических мешалок. Лучшие результаты достигаются при разрушении пены в деэмульгаторе механическим путем. Для этих целей используют лопастные или другие виды мешалок, колесо типа центробежного насоса, разложенное на вертикальном валу. Мешалки устанавливаются в слое пены, что бы они лишь касались поверхности жидкости.

Содержащиеся в мелассной барде мертвые дрожжи Sacch. Cervisiae не флотируются, поэтому в этом случае флотация может быть использована лишь при двухстадийном способе культивирования, когда не требуется полное выделение биомассы из бражки, поступающей на 2-ю стадию выращивания. При этом уменьшается потребность в сепараторах и насосах, снижается потребление электроэнергии. Горизонтальный флотатор в сочетании с деэмульгатором составляет установку, предназначенную для выделения дрожжей с пеной из бражки для лучшего его сепарирования.

Для нормальной работы флотатора дрожжи выращивают без добавления в дрожжерастительные аппараты химических пеногасителей, так как наличие их в бражке сильно снижает флотационную способность дрожжей, в результате чего концентрация их в остатке значительно возрастает и достигает 12 – 15 г./л против 2 – 4 г/л при отсутствии пеногасителя.

*Сепарирование и промывка дрожжей*

Наиболее эффективно пищевые и кормовые дрожжи выделяются сепарированием, основанной на использовании центробежной силы. Дрожжевые клетки, как более плотные отбрасываются к периферии барабана, а бражка, как более легкая, распределяется ближе к оси вращения.

Скорость выделения дрожжей в сепараторах в тысячи раз превышает их осаждение в отстойниках. Продолжительность пребывания бражки в барабане сепаратора 2 – 5 сек. Степень сгущения зависит от числа мундштуков и диаметра их выходного отверстия.

Чем больше концентрация и вязкость бражки, тем меньше фактор разделения. Инфицированная бражка более вязкая и сепарируется хуже. Хуже всего сепарируется пенящаяся бражка.

Сепарирование дрожжей обычно проводят на 2 – 3 группах сепараторов. На 1-й группе сепараторов бражка разделяется на 2 потока. Верхняя струя, не содержащая дрожжей направляется на выпаривание или на поля фильтрации. Нижняя струя – дрожжевая суспензия сливается в сборник 1-й группы сепараторов и подвергается 2 и 3-му сепарированию. Сепараторы соединяют со сборниками суспензии и сепараторами таким образом, что бы каждый сепаратор I-й группы мог выполнить 1, 2 и 3-е сепарирование и каждую промывку.

Отмывка дрожжей от остатков бражки достигается добавлением в сборник воды или конденсата из выпарной установки. Трехкратное сепарирование с двумя промывками дает чистую биомассу, при высушивании которой получается доброкачественный продукт.

Промывка намного улучшает сепарирование и сушку. Бражка и суспензия подаются на сепаратор вихревыми насосами соответствующей производительности.

Сепарирование дрожжей с промывкой увеличивает количество обременительных для завода стоков и обесценивает вследствие разбавления последрожжевую барду. Поэтому на практике применяют сокращенное сепарирование с частичной отмывкой дрожжей при расходе воды 5 – 7%. Сепарирование проводится на 2-х группах сепараторов, причем сепаратор второй группы работает по замкнутому циклу. Из сепараторов первой группы, работающих непрерывно, дрожжевая суспензия поступает в сборник, куда сливается суспензия и из сепаратора второй группы, работающего по замкнутому контуру. Как только достигается желательная концентрация суспензии, замкнутый контур на короткое время прерывается и суспензия из сепаратора второй группы направляется в сборник.

При нормальной работе сепараторов общие потери дрожжей при сепарировании бражки и промывки суспензии не должны превышать 7%.

*Облучение дрожжей*

При выращивании Cand. Tropicalis СК – 4 на мелассной барде содержание эргостерина в сухих дрожжах колеблется в пределах 0,3 – 0,6%. Эргостерин под влиянием ультрафиолетовых лучей превращается в витамин D2. Наличие этого витамина в рационе молодняка животных предохраняет его от заболевания рахитом, которое происходит чаще всего в зимний период.

Превращение эргостерина в витамин происходит через несколько изомерных изомерных продуктов., и при чрезмерном и неравномерном облучении могут образоваться вредные соединения.

Более безопасно облучение кварцевыми лампами жидких дрожжей (суспензии). Тонкий слой суспензии стекает по наклонным плоскостям или прокачивается по кварцевым трубкам. Наиболее эффективны облучатели каскадного или полочного типа (кварцевые лампы находятся вблизи суспензии, облучают и нагревают её). Для выравнивания облучения приходится применять многократную рециркуляцию суспензии, чем объясняется наибольшая производительность трубчатых облучателей.

Ультрафиолетовые лучи проникают в жидкие дрожжи тем лучше, чем эти дрожжи светлее. Поэтому дрожжевая суспензия должна быть достаточно отмыта от окрашенных продуктов среды.

В сухом порошкообразном состоянии дрожжи облучают при движении их на транспортерной ленте. Высушиваемые на вальцовых сушилках дрожжи перед облучением нужно измельчить в порошок.

Учитывая трудности, возникающие при дозировании концентрированных по содержанию витамина дрожжей, не следует стремиться к получению их с высоким содержанием этого витамина.

*Термолиз дрожжей*

При длительном выдерживании дрожжевой суспензии (20 – 250С) происходит слабое брожение, вызываемое не только дрожжевыми клетками но и усиленным развитием бактерий. Для устранения этого, дрожжевую суспензию, содержащую в 1 л 400 – 500 г. биомассы перед высушиванием перед высушиванием подвергают термолизу путем выдерживания при 750С в течение 45 мин. При этом дрожжевые клетки и сопутствующая им микрофлора должны быть убиты. Это прежде всего необходимо потому, что живые дрожжи плохо усваиваются организмом животного и могут долгое время жить в его пищеварительном тракте.

При скармливании свиньям нетермолизованных жидких и сухих дрожжей во рту и других органах найдены живые клетки этих грибов. При скармливании термолизованных дрожжей, заметных изменений в организме не наблюдалось.

В процессе термолиза:

1. увеличивается в 1,5 – 2 раза кислотность дрожжей и содержание РВ (из-за частичного гидролиза белков и перехода в раствор содержимого убитых клеток – углеводов, органических кислот, аминокислот);

2. уменьшается вязкость суспензии и из нее удаляется воздух и пузырьки углекислого газа (так она равномерно подается насосом на распылительный диск сушилки);

3. уменьшается потеря биомассы на поддержание жизни клеток во время пребывания их в сборнике суспензии.

Термолиз проводят в непрерывно-действующем аппарате, состоящем из нагревателя и выдерживателя. Дрожжевая суспензия равномерно поступает из сепараторов в нагреватель, в котором постоянно поддерживается температура 750С за счет подачи пара в змеевик. Нагретая суспензия непрерывно переходит в выдерживатель, емкость которого обеспечивает длительность пребывания в нем в течении 45 мин.

*Сушка дрожжей*

Для высушивания дрожжей применяются сушилки с контактным (влага испаряется за чет тепла горячих поверхностей при непосредственном соприкосновении с ними высушиваемого продукта) и конвективным (для испарения используется тепло воздуха, нагретого газами горения, или смеси горячих газов с воздухом) способом испарения влаги. Процесс высушивания происходит моментально, поэтому белок не денатурируется и продукт не темнеет. Предпочтение отдаётся распылительным сушилкам (легко поддаются автоматизации и требуют меньше труда на обслуживание).

1. Сушка распылением. Распылительные сушилки рассчитаны на высушивание дрожжевой суспензии содержащей 15% сухих веществ. В случае высушивания упаренного продукта производительность сушилки увеличивается в 2 раза. Процесс сушки должен быть непрерывным. Всякое отклонение от режима сушки (прекращение подачи топлива, продукта, теплоносителя, изменение параметров теплоносителя, неисправность оборудования и пр.) рассматривается как аварийное. Сушка может производится горячим топочным газом в смеси с холодным воздухом, так же воздухом, нагретым в теплообменнике дымовыми газами при сжигании мазута. При температуре теплоносителя 3000С дрожжи нагреваются до температуры не выше 90 – 950С, что обеспечивает их высокие качества как по структуре и цвету, так и по содержанию усвояемого белка. Производительность распылительной сушилки увеличивается при повышении температуры теплоносителя до 3500С, но при этом необходимо регулировать содержание кислорода в воздухе, вызывающего загорание дрожжей.

Высушенные дрожжи отбирают в основном в нижней части конуса, а частично – вместе с выходящими газами уносятся по трубе в циклоны, где и улавливаются.

2. Высушивание на вальцовых сушилках. Сушка происходит на поверхности вращающихся барабанов, обогреваемых внутри паром. Снижение давления уменьшает разность температур между греющим паром и высушиваем продуктом, вследствие чего производительность сушилки по испаряемой влаге падает, так же важен непрерывный отвод из барабанов парового концентрата.

Степень отмывки дрожжей от веществ среды так же влияет на работу сушилки. Если в дрожжевой суспензии имеются коллоиды и взвеси нерастворенных веществ, поверхность барабанов замазывается клейкой массой, медленно высыхающей и плохо снимаемой ножами. Обычно сушилка работает 21 – 22 часа. Остальное время используется на очищение её ножами. Ножи заменяют каждую смену (важна правильная установка и заточка ножей). Гладкая и ровная поверхность барабанов является основным условием нормальной работы сушилки, поэтому весьма важно своевременно устранять замеченные дефекты.

*Упаковка, складирование и хранение дрожжей*

Сухие кормовые дрожжи упаковывают в бумажные крафт-мешки (с клапанами или открытые). Более совершенна упаковка дрожжей в бумажные мешки с автоматическим взвешиванием на весах с зашивкой специальной машиной.

Высушенные на вальцовой сушилке дрожжи измельчают дополнительно на дисковых или шнековых дробилках что увеличивает насыпную массу их на 15 – 20%.

Химический и витаминный состав кормовых дрожжей влажностью 8 – 10% при хранении в бумажных непропитанных мешках в течение 6 – 12 месяцев изменяется незначительно. Необходимая стабильность дрожжей достигается при пониженной температуре и относительной влажности воздуха не более 65%.

Нежелательные изменения свойств дрожжей при хранении вызываются их увлажнением. В неотапливаемых и невентилируемых складах, когда температура воздуха изменяется от -100С до +300С, а относительная влажность воздуха – от60% до 90% содержание влаги увеличивается на 50%. Если влажность дрожжей уменьшается, они становятся более темными и приобретают резкий запах.

В неблагоприятных условиях хранения в массе дрожжей, чаще всего в кормах, размножаются бактерии и плесневые грибы, являющиеся причиной распда белка и накопления метаболитов, вредных для животных.

При хранении в бумажных мешках в сухом складе количество микроорганизмов обычно снижается в течение первых 2–3-х месяцев, а затем становится стабильным.

В каждой отгружаемой партии дрожжей вместимость мешков должна быть одинаковой. На каждом мешке должна быть этикетка, в которой указывается: наименование, местонахождение и подчиненность завода – изготовителя; наименование (происхождение) ОСТа.

В основу схемы производства положен двух стадийный способ выращивания дрожжей на неразбавленной барде, без предварительного выделения из неё мертвых дрожжей – сахаромицетов.

Для быстрого выращивания посевных дрожжей в качестве дрожжей генератора принят аппарат с эрлифтным аэратором объемом 100 м3. на рис. 5. изображена аппаратурно-технологическая схема производства кормовых дрожжей применительно к спиртовому заводу мощностью 2500 – 3000 дал спирта в сутки. Для заводов другой мощности применима та же схема, но с изменением числа и размеров дрожжерастительных аппаратов, сепараторов, сушильных камер и воздуходувных машин.

Соляная и ортофосфорная кислота из железнодорожных цистерн перекачивается насосом 2 в наружные футерованные внутри резервуары 3 и 5, снабженные ловушками для конденсирующихся газов. Из наружного резервуара 3 соляная кислота через мерник или дозирующими насосами 7 через ловушку 4 подается в дрожжерастительные аппараты 26 и 27, дрожжегенератор 67 и большую дрожжанку 73. при подаче кислоты в каждый аппарат отдельным дозирующим насосом рН среды поддерживается равномерно: в первой стадии выращивания 4,0 – 4,2, и во второй 3,5 – 3,8.

Ортофосфорную кислоту из наружного резервуара насосом 6 подают один раз в смену в чан-декантатор 12, предназначенный для приготовления растворов солей.

Диаммонийфосфат и карбамид выгружают из вагонов передвижным транспортером на склад. С весов 14 с помощью монорельса с тельфером 15 соли с 5–6-кратным количеством лютерной воды или конденсата из выпарной установки загружают в чан-декантатор 12, снабженный мешалкой, и растворяют в количестве, рассчитанном на суточную потребность. Из чана-декантатора осветленный раствор солей насосом 13 перекачивают в мерник 18; из него он самотеком непрерывно поступает в чаны-смесители 19 и 21.

Пеногасители из железнодорожой цистерны сливают или перекачивают насосом 8 в наружный резервуар 1, и тем же насосом – в подогреватель 10 и эмульсор 9. Готовую эмульсию из эмульсора насосом И подают в мерник-дозатор 66', а из него – в механические пеногасители 30 и 32.

Горячая барда (95–98 °С), с держащая дрожжи-сахаромицеты, по выходе из бражной колонны по U-об-разной трубе сливается в сборник-стерилизатор 16, из которого насосом 17 непрерывно подается через фильтр 69 на пластинчатые теплообменники 68 для охлаждения до 20–25° С. Входящая в теплообменник вода проходит через водяной фильтр 69. Направление протока через фильтры барды и воды изменяется через каждые 2–3 дня. Охлажденная до 20–25° С барда из теплообменников поступает в чан-смеситель (сусловой чан) 19, в котором смешивается с растворами солей.

Кондиционированная барда (питательная среда) из чана-смесителя насосом 20 подается через коллектор 22 периодически в большую дрожжанку 73 и дрожжегене-ратор 67 и непрерывно – в дрожжерастильный аппарат 26.

Дрожжи чистой культуры размножаются на стерилизованном мелассном сусле. Меласса через весы поступает из основного производства в аппараты чистой культуры (АЧК). В АЧК 70 и 71, малой дрожжанке 72 и большой дрожжанке 73 среда аэрируется с помощью воздуходувки 23.

Посевные дрожжи из АЧК 70 и 71 перемещаются давлением воздуха в малую дрожжанку 72, из нее – в большую дрожжанку 73, из которой перекачиваются насосом 74 в дрожжегенератор 67.

Питательной средой в дрожжанках и дрожжегенера-торе служит кондиционированная барда. Для поддержания оптимального рН среды в дрожжегенератор подается из мерника или дозирующим насосом соляная или серная кислота.

Размножение дрожжей чистой культуры рода Candida и других в АЧК, дрожжанке и дрожжегенера-торе проводится попеременно в зависимости от потребности в той или иной культуре. Культуральная среда в каждом дрожжерастильном аппарате аэрируется от отдельных воздуходувок 24 и 25 соответствующей мощности (60 м3/м3-ч).

Дрожжевая бражка от I стадии выращивания из нижней части дрожжерастильного аппарата 26 непрерывно перетекает в пеногаситель 28, из верхней части которого отделившаяся пена поступает в механический пеногаситель 30. Сжиженная в нем пена, содержащая в I л 80–120 г. биомассы, самотеком поступает в сборник суспензии 34. Освобожденная от пены бражка из пеноотделителя 28 подается насосом 29 через сетчатый фильтр 65 на I группу сепараторов 63. Отток от них и раствор солей направляется в чан-смеситель 21, а из него – в дрожжерастильный аппарат 27 для повторного выращивания дрожжей.

Дрожжевая суспензия от I группы сепараторов сливается в тот же сборник 34 и насосом 35 подается на II группу сепараторов 62. Суспензия от них с концентрацией биомассы 180–250 г./л в сборнике 36 промывается теплой водой, сгущается на тех же сепараторах по круговому циклу до 400–500 г./л и передается в термолизатор непрерывного действия 43.

Получаемый при сгущении отток направляют в тот же чан-смеситель 21. В случае повышенных потерь отток от II группы сепараторов на время направляют в сборник суспензии от I группы сепараторов.

Дрожжи, выращенные во II стадии, выделяют по тому же режиму, с использованием пеноотделителя 31, механического пеногасителя 32, двух групп сепараторов 60 и 59, соединенных со сборниками 38 и 40 и насосами 39 и 41. Получаемые оттоки направляют на выпарку, а дрожжевую суспензию (400–500 г./л) – на термолизатор 43.

При одностадийном выращивании в резерве остаются пеноотделитель 31 с пеногасителем 32 и сепараторы 60 и 59 со сборниками 38 и 40. Сепарирование дрожжей на заводах небольшой мощности осуществляется с включением в работу напорного сборника 75.

Для предупреждения загрязнения сепараторов на линии воды и дрожжевой бражки имеются фильтры 57, 61 и 65. К ванне для мойки 58 сепараторы подаются по монорельсу тельфером 64.

В термолизаторе суспензия непрерывно нагревается до 75° С и выдерживается 45 мин. Термолизированные дрожжи равномерно и с высокой точностью дозировки подаются насосом 42 на распылительный диск сушильной камеры 46.

Наружный воздух, нагнетаемый вентилятором 44, нагревается в теплогенераторе 45, в котором сжигается природный газ, до 280–300° С и поступает в верхнюю часть сушильной камеры через газоход и выходит из конической ее части по пневматической трубе, соединенной с батареей циклонов 48. Отработанный теплоноситель вместе с паром выбрасывается дымососом 50 в атмосферу. Газоход защищен рубашкой, через которую пропускается наружный воздух, подаваемый вентилятором 47.

Высушенные дрожжи, пройдя магнитный сепаратор 49, в виде порошка отбираются в основном в самой нижней части конуса и через циклон-отделитель 55. Выделяющаяся из этого циклона дрожжевая пыль вентилятором 56 возвращается в батарею циклонов 48.

Из бункера 54 сухие дрожжи перемещаются на автоматические весы 53, а из них – в крафт-мешки с клапанами. При упаковке в открытые мешки их зашивают на мешкозашивочной машине. С помощью транспортера 51 и электропогрузчика 52 мешки с дрожжами на поддонах размещаются в штабеля на складе.