

Изобретение относится к спиртовой промышленности, а именно, к способам подготовки крахмалосодержащего сырья для спиртового брожения.

Известен способ подготовки крахмалосодержащего сырья для спиртового брожения, согласно которому сырье измельчают, смешивают с водой и бактериальной культурой *Bacillus subtilis*, используемой для ферментативного дезагрегирования белково-крахмального комплекса, замес подвергают тонкому измельчению с одновременным дополнительным вводом культуры *Bacillus subtilis* для его декстринизации и разжижения с последующей термической обработкой и осахариванием /Способ подготовки крахмалосодержащего сырья для спиртного брожения, авт.св. СССР № 926005, кл. 12С 7/04, 1982/.

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности и достигаемому результату является способ, предусматривающий грубое измельчение сырья, смешивание его с водой, термическую обработку в присутствии амилалитических ферментов, выдержку массы, дополнительный ввод амилалитических ферментов в массу для декстринизации и разжижения, стерилизацию, вакуум-охлаждение и осахаривание /Способ подготовки крахмалосодержащего сырья для спиртового брожения, авт.св. № 1713927, кл. С12С 7/04, 1992/.

Причиной, препятствующей более полному использованию углеводов крахмалосодержащего сырья, является недостаточная степень растворения крахмала и, следовательно, неполное его осахаривание.

Задачей изобретения является усовершенствование известного способа подготовки крахмалосодержащего сырья для спиртового брожения путем введения новых технологических приемов и параметров, направленных на более полное использование углеводов сырья.

Техническим результатом, получаемым при использовании изобретения, является наиболее полное доизмельчение сырья, повышение степени декстринизации растворения крахмала и расщепление его на сбраживаемые сахара.

Потребительское свойство, связанное с техническим результатом, - повышение выхода спирта из 1 т условного крахмала при сбраживании крахмалосодержащего сырья, подготовленного предложенным способом.

Достигается технический результат тем, что в способе подготовки крахмалосодержащего сырья для спиртового брожения, предусматривающем измельчение сырья, смешивание его с водой, термическую обработку в присутствии амилалитических ферментов, выдержку массы, дополнительный ввод амилалитических ферментов в массу, стерилизацию, вакуумохлаждение и осахаривание с получением сусла, смесь тонко измельченного сырья с водой подкисляют до pH – 5,0 – 5,5 и поддерживает его на протяжении всего процесса подготовки сырья, в смесь добавляют целлюлолитические и протеолитические ферменты из расчета соответственно 400-600 и 105-150 тыс.ед. на 1т условного крахмала и выдерживают при температуре не более 40-50 °С. При этом декстринизацию, растворение и осахаривание крахмала проводят в три ступени с постепенным снижением температуры от 100-105 °С до 58-50 °С. Дополнительный ввод в массу амилалических ферментов проводят в два приема, причем 15-20 от общего расхода вводят на первую ступень и 70-80% на вторую. Антисептик задают в сусле перед его охлаждением.

Приедпочтительно в качестве подкисляющего агента использовать молочную кислоту, а в качестве антисептика – дикатионий в количестве 0,2-0,5 г на 1 м<sup>3</sup> сусла.

Применение целлюлолитических и протеолитических ферментных препаратов повышает степень доизмельчения сырья за счет разрушения клеточных стенок, дезагрегирования белково-крахмального комплекса и высвобождения крахмальных зерен из клеточных структур сырья. Экспериментальным путем установлено, что оптимальными дозировками целлюлозы и протеазы на 1т условного крахмала являются 500 и 300 тыс.ед. соответственно.

Во избежание температурной инактивации ферментов, смесь с введенными в нее целлюлолитическими и протеолитическими ферментными препаратами выдерживают при температуре не более 45 °С.

Подкисление смеси осуществляют до pH 5,0-5,5 и поддерживают его на протяжении всего процесса подготовки сырья, так как эта величина pH согласно проведенным исследованиям, является оптимальной для действия амилалитических ферментов и не выходит за пределы оптимальных значений pH для целлюлолитических и протеолитических ферментов. В результате за счет комплексного использования амилалитических, протеолитических и целлюлолитических ферментов достигается наиболее полное доизмельчение сырья, что способствует эффективному проведению последующих стадий процесса его подготовки для спиртового брожения.

Для осуществления декстринизации растворения и осахаривания крахмал с получением сусла необходимо провести три технологических стадии, а именно, стерилизацию разваренной массы с частичной декстринизацией и разжижением крахмала, окончательную декстринизацию и полное растворение крахмала и, наконец, осахаривание крахмала с получением сусла. Поэтому получение сусла из разваренного сырья проводят в три ступени.

На первой ступени температуру массы поддерживают на уровне 90-95 °С, что достаточно для ее стерилизации повышение температуры нецелесообразно, поскольку при 100 °С и более возникают потери сбраживаемых сахаров за счет связывания их аминокислотами (сахароаминовая реакция) с образованием устойчивых сахароаминовых комплексов – меланоидинов. Образование меланоидинов нежелательно еще и потому, что они оказывают ингибирующее влияние на амилалитические ферменты.

С учетом возможной температурной инактивации  $\alpha$ -амилазы при достаточно высокой температуре (90-95 °С) и, таким образом, неполной степени ее использования, дополнительное ее количество вводят в массу в два приема – на первую и вторую ступени, причем на первую ступень, где поддерживают высокую температуру (90-95 °С), задают меньшее количество  $\alpha$ -амилазы (15-20% от общего расхода), однако, достаточное для частичной декстринизации и растворения крахмала, что подтверждено экспериментальным путем.

На второй ступени поддерживают температуру 70-80°C, оптимальную для действия  $\alpha$ -амилазы, поэтому в массу на этой ступени задают основное ее количество (70-80% от общего расхода). Этого количества  $\alpha$ -амилазы, действующей в оптимальных условиях, достаточно для полной декстринизации и растворения крахмала. На третьей ступени поддерживают температуру 58-60°C, оптимальную для действия глюкоамилазы, обеспечивающей расщепление крахмала, декстринов и алигосахаридов на сбраживаемые моносахариды, в основном, глюкозу.

Относительно высокая температура (105-58°C), поддерживаемая на вышеописанных ступенях, препятствует развитию инфекции. Однако споры ряда микроорганизмов, попадающих в массу с исходным сырьем, выдерживают температуру разваривания (100-105°C), стерилизации (90-95°C), сохраняют жизнеспособность и могут произрастать при соответствующих условиях. В интервале температур, характерных для охлаждаемого сусла (60-22°C), находятся оптимумы известных микроорганизмов. Чтобы подавить их развитие и избежать инфицирования сусла, предлагаемый антисептик дикатионий вводят именно перед его охлаждением.

Применение в качестве подкисляющего агента молочной кислоты обусловлено тем, что, во-первых, молочная кислота термолабильна, менее агрессивна по сравнению с серной и соляной кислотами (не вызывает коррозии оборудования), а также, что очень важно, служит дополнительным антисептиком; во-вторых, в случае использования молочной кислоты вместе с серной при перегонке бражки не образуется гипс, затрудняющий работу бражных колон; в-третьих, молочная кислота в отличие от минеральных, серной или соляной, не образует сернокислых и солянокислых солей калия, которые отрицательно влияют на качество барды, понижая ее кормовую ценность, а также, попадая в сточные воды, затрудняют их очистку.

Рекомендуемый к применению антисептик дикатионий выгодно отличается от традиционных антисептиков высокой эффективностью. Так, расход дикатиония составляет 0,2-0,5 г на 1 м<sup>3</sup> сусла, против 200-250 и 50-60 г/м<sup>3</sup> хлорной извести и сульфохлоратила соответственно.

Предлагаемый способ осуществляют следующим образом. Крахмалосодержащее сырье измельчают до размера частиц не более 1,0 мм, помол смешивают с водой в соотношении 1:(4,0-4,5), смесь нагревают до температуры 40-45°C, подкисляют до pH 5,0-5,5 и поддерживают его на протяжении всего процесса подготовки сырья. В смесь добавляют термостойкую  $\alpha$ -амилазу в количестве 5-10% от общего расхода, целлюлолитические и протеолитические ферменты из расчета соответственно 400-600 и 105-150 тыс.ед. на 1 т условного крахмала и выдерживают в течение 40-60 мин при указанной температуре для изменения сырья под действием ферментов.

Смесь подвергают развариванию с кратковременным нагревом ее до температуры 100-105°C.

Затем в три ступени проводят декстринизацию, растворение и осахаривание крахмала. Разваренную массу с температурой 100-105°C непрерывно подают на первую ступень, где за счет самоиспарения под вакуумом температура массы снижается до 90-95°C. В массу вводят первую порцию дополнительного количества термостойкой  $\alpha$ -амилазы в количестве 15-20% от общего расхода и в течение 30-40 мин проводят декстринизацию и разжижение крахмала с одновременной стерилизацией массы.

Затем подают на вторую ступень, где за счет самоиспарения под вакуумом охлаждают до оптимальной для действия термостойкой  $\alpha$ -амилазы температуры 70-80°C, после чего вводят основное количество термостойкой  $\alpha$ -амилазы – 70-80% от общего расхода и в течение 40-50 мин проводят окончательное растворение крахмала.

Далее массу подают на третью ступень, где за счет самоиспарения под вакуумом охлаждают до температуры 58-60°C, после чего вводят глюкоамилазу из расчета 300 тыс.ед. на 1 т условного крахмала и в течение 30-60 мин проводят осахаривание крахмала.

В полученное сусло вводят антисептик, например, дикатионий в количестве 0,2-0,5 г на 1 м<sup>3</sup> сусла, охлаждают до температуры складки (22-24°C) и направляют на брожение.

Пример. Измельчают зерно пшеницы до 100%-го прохода частиц через сито размером 1 мм. Помол смешивают с водой в соотношении 1:4, подогревают до температуры 42°C, подкисляют молочной кислотой до pH 5,2, вводят концентрированный ферментный препарат «Fermatyl» в количестве 16 мл на 1 т условного крахмала, что соответствует 8% от общего расхода, целлюлозу и протеазу соответственно в количествах 500 и 140 тыс.ед. на 1 т условного крахмала и выдерживают в течение 50 мин. Количество концентрированного ферментного препарата «Fermatyl» определено исходя из указанной в сертификате нормы его расхода – 200 мл на 1 т условного крахмала.

Массу подвергают кратковременному (1-2 мин) подогреву острым паром до температуры 102°C, после чего направляют на первую ступень декстринизации, растворения, и осахаривания крахмала, добавляют концентрированный ферментный препарат «Fermatyl» в количестве 36 мл на 1 т условного крахмала, что составляет 18% от общего расхода, выдерживают при температуре 92°C и pH 5,2 в течение 30 мин для стерилизации массы и дальнейших декстринизации и растворения крахмала.

Затем массу подают на вторую ступень, вводят основное количество препарата «Fermatyl» 148 мл на 1 т условного крахмала, что составляет 74% от общего расхода, и выдерживают при температуре 75°C и pH 5,2 в течение 40 мин для окончательной декстринизации и полного растворения крахмала.

Далее массу подают на третью ступень, где охлаждают под вакуумом до температуры 59°C, вводят концентрированный ферментный препарат глюкоамилазы «San Super» из расчета 300 тыс.ед. на 1 т условного крахмала, что согласно сертификату составляет 1000 мл и осахаривают при указанной температуре и pH 5,2 в течение 40 мин.

В полученное сусло задают антисептик дикатионий в количестве 0,35 г на 1 м<sup>3</sup>, охлаждают до температуры складки (22°C) и передают на брожение.

Подготовка крахмалосодержащего сырья по предлагаемому способу позволит увеличить выход спирта на 0,8-1,5% в сравнении со способом-прототипом (68,0-68,7 против 67,5-67,7 дал на 1 т условного крахмала).