

Изобретение относится к спиртовой промышленности, в частности к способу производства спирта из крахмалосодержащего сырья.

Известен способ получения спирта [Маринченко В.А., Смирнов В.А., Устинников Б.А. и др. Технология спирта. - М.: Легкая и пищ. пром.-сть, 1981. - С. 416]. Способ включает измельчение сырья, приготовление водной суспензии, разваривание ее при температуре 130-140°C в течение 40-60 минут. Затем после охлаждения до температуры 58-60°C разваренную массу осахаривают ферментами растительного или микробного происхождения в течение 10 мин. Сусло охлаждают и сбраживают дрожжами *Sacch.cerevisiae* при 30°C в течение 72 ч. Выделение спирта из зрелой бражки и его очистку проводят на брагоректификационной установке.

Недостатком аналога является значительный расход артезианской воды на приготовление замеса.

За прототип принят способ получения спирта из крахмалосодержащего сырья [Устинников Б.А., Тихомирова А.С., Хрычева А.И. Технология получения этилового спирта из молочной сыворотки. - Биотехнология, 1986, т.5, № 2. с.212-214]. Этот способ осуществляют следующим образом. Молочную сыворотку предварительно подрабатывают, для чего сыворотку гидролизуют ферментом /3-галактозидаза до моносахаров при температуре 60°C в течение 1 ч при pH 3,5-5,5. Обработанную сыворотку смешивают с измельченным зерном в соотношении 1:3. Затем проводят разваривание замеса при температуре 130-140°C в течение 40-60 мин. Далее разваренную массу охлаждают до температуры 58-60°C и при этой температуре осахаривают амилалитическими ферментами в течение 10 мин. Затем сусло охлаждают до 30°C и сбраживают в течение 72 ч дрожжами *Sacch. Cerevisiae*. Выделение спирта из зрелой бражки и его очистку проводят на брагоректификационной установке.

Недостатком данного способа является применение дорогостоящего фермента β-галактозидазы, который отсутствует в достаточном количестве для промышленного применения.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования способа производства этилового спирта из зерна, в котором зерно смешивают с нативной молочной сывороткой, а сусло сбраживают ассоциацией дрожжей *Kl. lactis* 42к и *Sacch. cerevisiae* K—81, при этом увеличивается количество сбраживаемых углеводов в питательной среде, а, следовательно, повышается крепость зрелой бражки, что в результате приводит к уменьшению расхода тепла на выделение спирта из зрелой бражки, а при приготовлении замеса требуется меньшее количество зернового сырья, так как вводимая сыворотка содержит дополнительно сбраживаемую лактозу и за счет этого снижается себестоимость готового продукта, экономится сырье.

Поставленная задача решается тем, что в способе производства этилового спирта крахмалосодержащего сырья, содержащем измельчение зерна, приготовление замеса зерна с молочной сывороткой, разваривание, охлаждение разваренной массы с последующим осахариванием, охлаждение и сбраживание сусла, выделение спирта из зрелой бражки и его очистку, согласно изобретению измельченное зерно смешивают с нативной молочной сывороткой в соотношении 1:3,5 - 1:3,7, сбраживание сусла осуществляют ассоциацией дрожжей *Kl. lactis* и *Sacch.cerevisiae* K—81 в соотношении 1:3,5— 1:4,0. При таком соотношении зрелая бражка содержала наибольшее количество спирта и наименьшее несброженных углеводов.

Причинно-следственная связь между предлагаемыми признаками и ожидаемым техническим результатом заключается в следующем.

Нативная молочная сыворотка является отходом молочного производства, Практически не используемая в настоящее время она может быть дополнительным источником углеводов для получения спирта. В результате ее использования для переработки в спирт достигается утилизация отходов предприятий, перерабатывающих молоко.

Молочная сыворотка содержит в своем составе до 6,5% сухих веществ в том числе в среднем 4,5% лактозы, 0,5-1,1% белка, 0,3-0,8% минеральных веществ, 0,2-0,3% жира, а также водо- и жирорастворимые витамины молока. Из-за низкого содержания лактозы в молочной сыворотке средний выход спирта из 1 т сыворотки значительно уступает выходу спирта из 1 т крахмалосодержащего сырья. Поэтому молочную сыворотку лучше использовать как дополнительный источник углеводов при получении зернового замеса, применяя ее вместо воды.

Для сбраживания сред, содержащих мальтозу и лактозу, необходимо использовать только ассоциацию дрожжей. Это объясняется тем, что дрожжи *Kl.lactis* сбраживают лактозу, но не сбраживают мальтозу, а сахаромикеты хорошо сбраживают мальтозу, лактоза же остается неиспользованной. Выбор ассоциации дрожжей вида *Kl.lactis* 42к и *Sacch.cerevisiae* K-81 основан на изучении физиолого-биохимических свойств различных штаммов этих видов дрожжей. Сусло, приготовленное из измельченного зерна и молочной сыворотки /1:3,5/, сбраживали ассоциацией этих видов дрожжей.

Экспериментальные данные приведены в табл. 1.

Из данных, приведенных в табл.1, видно, что наилучшие показатели процесса сбраживания смеси измельченного зерна с молочной сывороткой получены при использовании ассоциации дрожжей *Kl.lactis* 42к и *Saccerevisiae* K—81.

В дальнейших опытах рассматривается влияние соотношения дрожжей на эффективность сбраживания зерновых замесов. Соотношение дрожжей *Kl.lactis* 42к и *Sacch.cerevisiae* K—81 изменяли в пределах 1:3-1:5 исходя из возможных соотношений в сбраживаемой среде мальтозы и лактозы. В зрелой бражке определяли содержание спирта и несброженных углеводов. В процессе сбраживания контролировали количество образовавшегося диоксида углерода.

Экспериментальные данные приведены в табл. 2.

Наибольшая крепость зрелой бражки и малое содержание несброженных углеводов в ней соответствовали соотношению дрожжей *Kl.bactis* 42к и *Sacch. cerevisiae* K-81 соответственно 1:3,5-1:4,0. При соотношении измельченного зерна и молочной сыворотки 1:3,0 количество накапливающегося в зрелой бражке этилового спирта уменьшается, так как увеличение доли дрожжей *Kl.lactis* 42к, не сбраживающих лактозу в смешанной культуре, приводит к недостаточной степени сбраживания углеводов питательной среды. Увеличение количества ' дрожжей *Sacch.cerevisiae* K-81 до 5-кратного по отношению к дрожжам

Kl.lactis 42к в популяции приводит к неполному сбраживанию лактозы молочной сыворотки и снижению крепости зрелой бражки. Таким образом, в предлагаемом способе производства спирта из зерна и молочной сыворотки соотношение дрожжей Kl.lactis 42к и Sacch.cerevisiae K—81 должна соответствовать 1:3,5-1:4,0.

Предлагаемый способ осуществляют следующим образом.

Измельченное зерно смешивают с молочной сывороткой в соотношении 1:3,5-1:3,7. Затем проводят разваривание замеса при температуре 130-140°C в течение 40-60 мин. Далее разваренную массу охлаждают до температуры 58-60°C и при этой температуре ее осахаривают амилалитическими ферментами. Затем сусло охлаждают до 30°C и сбраживают в течение 72 ч ассоциацией дрожжей Kl.lactis 42к и Sacch.cerevisiae K—81 в соотношении 1:3,5— 1:4,0. После окончания брожения проводят выделение спирта из зрелой бражки и его очистку на брагоректификационной установке. Предлагаемый способ подтверждается следующими примерами.

Пример 1. Зерно пшеницы измельчают (проход через сито с диаметром отверстий составлял 100%). Измельченное зерно смешивали с молочной сывороткой в соотношении 1:3,0. Затем замес выдерживали в автоклаве в течение 60 мин при температуре 140°C. Разваренную массу после охлаждения до температуры 58-60°C осахаривали амилалитическими ферментами. После осахаривания сусло охлаждали до 30°C и сбраживали ассоциацией дрожжей Kl.lactis 42к и Sacch. cerevisiae K-81 в соотношении 1:3,5. В процессе сбраживания контролировали количество образовавшегося диоксида углерода. В зрелой бражке определяли содержание спирта и несброженных углеводов, что является основными показателями брожения.

Остальные примеры приведены в табл. 3.

Как видно из данных, приведенных в табл. 3, крепость зрелой бражки превышает 9,0 об.% при соотношении измельченного зерна и молочной сыворотки 1:3,0-1:3,7. При увеличении расхода сыворотки она снижается, что приводит к увеличению расхода пара на выделение спирта из зрелой бражки. При соотношении измельченного зерна и сыворотки 1:3,0 крепость бражки достаточно высока. Однако в данном случае количество несброженных углеводов максимальное, что свидетельствует о том, что при более высокой концентрации в сусле содержится больше Сахаров и декстринов и требуется больше времени для их сбраживания. Кроме того, сусло и бражка при этом вязкие и мала транспортабельные что создает трудности в осуществлении технологического процесса. Наилучшие показатели спиртового брожения достигаются при соотношении измельченного зерна и молочной сыворотки 1:3,5-1:3,7. При дальнейшем увеличении расхода молочной сыворотки на приготовление зернового замеса содержание спирта в зрелой бражке уменьшается, поскольку при этом снижается концентрация сбраживаемых углеводов в сусле.

Т а б л и ц а 1

Химико-технологические показатели сбраживания сусла из измельченного зерна и молочной сыворотки при использовании различных штаммов дрожжей

№	Виды и расы дрожжей	Количество вы- делившегося CO ₂ , г/100 г	Крепость браж- ки, об. %	Количество не- сброженных уг- леводов, %
1	Kl. lactis 42 к + Sacch. cerevisiae XII /1:1/	6,5	8,9	0,55
2	Kl. lactis 42 к + Sacch. cerevisiae K-81 /1:1/	7,0	9,2	0,40
3	Kl. lactis 42 к + Sacch. cerevisiae v 30 /1:1/	6,2	8,3	0,60

Таблица 2

Химико-технологические показатели процесса брожения измельченного зерна в смеси с молочной сывороткой при различных соотношениях дрожжей

№ опытов	Соотношение дрожжей <i>Kl. lactis</i> 42к и <i>Sacch. cerevisiae</i> К-81	Количество выделившегося CO ₂ , г/100 г	Крепость зрелой бражки, об. %	Количество несброженных углеводов, %
1	1:3,0	6,8	8,8	0,8
2	1:3,5	7,5	9,3	0,4
3	1:4,0	7,6	9,4	0,3
4	1:5,0	7,0	9,1	0,5

5

Таблица 3

Химико-технологические показатели процесса брожения при различных соотношениях измельченного зерна и сыворотки

№ примеров	Соотношение измельченного зерна и сыворотки	Количество выделившегося CO ₂ , г/100 г	Крепость зрелой бражки, об. %	Количество несброженных углеводов, %
1	1:3,0	7,3	9,1	0,8
2	1:3,5	7,1	9,5	0,5
3	1:3,7	7,0	9,3	0,5
4	1:4,0	6,8	8,5	0,6
5	1:4,5	6,5	8,4	0,5