



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЛЬТРАТА БАРДЫ В ТЕХНОЛОГИИ СПИРТА

Мудрак Татьяна Емельяновна, Кириленко Роман Григорьевич,  
Боярчук Ярослав Андреевич, Ковальчук Светлана Степановна  
*Национальный университет пищевых технологий*

**USING TECHNOLOGY LEACHATE Bardo ALCOHOL**  
Mudrak T., Kyrylenko R., Boyarchuk J., Kovalchuk S.  
*National University of Food Technologies*

### Abstract

*Analysis of the domestic alcohol industry shows that the primary task, which needs to be addressed today is the low return on plants and environmental problem. Solving problems related to environmental protection, cost of natural resources lies in the ecological improvement of production, which includes energy efficiency in the process, reducing the mass of waste is achieved by creating and implementing waste technologies..*

**Keywords:** *carbohydrates content raw material, enzyme preparation, batch, mash, fermented wash.*

### Введение

Единственным обусловленным решением утилизации барды есть снижение её выхода за счет повышения сухих веществ (СВ) в ней. Наиболее рационально это проводить комплексно: на стадии приготовления замеса обеспечить частичную замену технологической воды на фильтрат барды и увеличить начальную концентрацию СВ замеса, что позволит получить зрелую бражку с концентрацией этанола более 10 % об. Это дает возможность уменьшить затраты артезианской воды и количество барды на 40 – 60 % при минимальных капитальных затратах. Использование фильтрата барды на стадии приготовления замеса способствует не только уменьшению её количества, но и обогатит сусло аминным и фосфорным питанием, что способствует повышению физиологической активности дрожжей на стадии их приготовления и сбраживания сусла, а также позволит уменьшить затраты артезианской воды [1].

### Материалы и методы

Цель исследования заключается в изучении влияния вида крахмалсодержащего сырья и начальной концентрации СВ на содержание СВ в барде, а также исследования влияния процессов сбраживания сусла с использованием фильтрата барды и кратности его использования на показатели зрелой бражки.

Для исследований использовали зерно ржи с содержанием крахмала – 53,3 %, кукурузы – 65,3 %. В зрелой бражке рН определяли электрометрическим методом кислотность –

методом титрования, концентрацию этанола – пикнометрическим методом, углеводов фотоэлектроколориметрическим методом из антроновым реактивом [2]. Концентрацию летучих веществ определяли на газовом хроматографе «Кристалл 2000М». В исследованиях для приготовления замесов использовали фильтрат барды, который получен фильтрованием нативной барды через сито с отверстиями диаметром 1мм. Проведенные исследования по сбраживанию концентрированного сусла, полученного путем внесения в количестве 20, 30, 50, 100 % фильтрата барды вместо артезианской воды на стадии приготовления замеса. Сбраживали сусло концентрацией 20% СВ, при рН 4,5. Для контроля использовали сусло, которое готовили на артезианской воде. Дрожжи вносили из расчета 20млн/см<sup>3</sup> сусла. Реологические показатели вязкости сусла и послеспиртовой барды определяли с помощью ротационного вискозиметра Reotest – 2.

### Результаты и обсуждение

За результатами экспериментальных данных установлено, что динамическая вязкость сусла с повышением количества фильтрата барды на стадии приготовления замеса увеличивается в сравнении с контрольным образцом на 3,5 – 31 % зависимо от концентрации, стадии внесения барды и вида сырья. При этом сохраняются свойства текучести сусла, что соответствует техническим требованиям насосной техники при транспортировании продуктов гидролиза (табл. 1).



Таблица 1. Химико-технологические показатели при сбраживании сусла с использованием фильтра барды

№ п/п	Условия исследований Количество фильтрата барды (ф.б.), %	рН сусла	$\Sigma\text{CO}_2$ , г/200см <sup>3</sup> бражки	Несбраживаемые углеводы, г/100см <sup>3</sup>		рН бражки	Количество дрожжевых клеток, млн./см <sup>3</sup>	Концентрация этанол, %об.	Динамическая вязкость сусла, Па·с
				Растворимые	Нерастворимый крахмал				
1	Рожь без ф.б.	6,13	17,49	0,432	0,072	4,79	170	9,59	1,15
2	Рожь + 100%	5,85	19,15	0,501	0,059	4,91	168	9,85	1,285
3	Рожь + 50%	5,42	18,98	0,470	0,095	4,62	165	9,70	1,162
4	Рожь + 30%	5,48	18,74	0,459	0,086	4,64	155	9,59	1,102
5	Рожь + 20%	5,48	18,63	0,437	0,086	4,62	155	9,59	1,095
6	Кукуруза без ф.б.	6,23	19,75	0,275	0,056	4,55	142	10,10	0,955
7	Кукуруза + 100%	5,12	20,68	0,496	0,094	4,99	156	10,31	1,258
8	Кукуруза + 50%	5,24	20,58	0,398	0,082	4,69	150	10,20	1,185
9	Кукуруза + 30%	5,37	19,98	0,378	0,064	4,64	147	10,15	1,095
10	Кукуруза + 20%	5,30	19,96	0,366	0,060	4,52	147	10,12	1,071

Количество выделенного диоксида углерода во время брожения служит критерием оценки интенсивности брожения субстрата и синтеза этилового спирта. Исследовано динамику выделения диоксида углерода при внесении разного количества фильтра барды на стадии приготовления замеса из ржи и кукурузы. Установлено, что внесение фильтра барды, независимо от его количества, позволит интенсифицировать процесс сбраживания сусла. На первые сутки сбраживания выделение диоксида углерода увеличивается на 10,3; 17,1; 21,4 и 31,0 %, соответственно количеству внесенного фильтра барды относительно контроля. Повышенная интенсивность сбраживания сусла в образцах с фильтратом барды наблюдается на протяжении сбраживания независимо от вида сырья.

Проведенные испытания по сбраживанию сусла показали, что использование фильтра барды на стадии приготовления замеса существенно не влияет на рН сусла и бражки для всех видов использованного сырья.

Концентрация синтезированного спирта в бражных дистиллятах в образцах с фильтратом барды в количестве от 50 до 100 % увеличивалась на 1,4 – 2,7 % об. зависимо от вида сырья. Со снижением концентрации барды до 20 – 30 % — этот показатель был практически на уровне с контролем.

Анализ показателей бражки по нерастворимому крахмалу показал, что с увеличением концентрации фильтра барды содержание его увеличивалось на 10 – 37,5 % относительно к контролю, что обусловлено внесением дополнительного количества крахмала с фильтратом барды. Но его концентрация не превышала регламентированного значения. Такая же тенденция наблюдалась и по содержанию водорастворимых углеводов. Концентрация дрожжевых клеток в образцах с фильтратом барды была незначительно выше 132 – 149 млн/см<sup>3</sup>.

Таким образом, использование фильтра барды на стадии приготовления замеса в количестве 20, 30, 50, 100 % способствует повышению количества дрожжей и их физиологической активности, концентрации спирта в бражках, и при этом химико-технологические показатели бражки, а именно сбраживаемых углеводов отвечают нормативным показателям сбраживания зернового сусла.

Проведены исследования сбраживания сусла при многократном использовании фильтра барды на стадии приготовления замеса и его влияния на химико-технологические показатели бражек и вязкость сусла.

В процессе исследований сбраживали сусло с кукурузы концентрацией 20 % СВ. Кратность использования фильтра барды для приготовления сусла – 6 циклов, при концентрации фильтра 20, 30, 50 % и полной замене артезианской воды.



Анализ экспериментальных данных показал, что в образцах с фильтратом барды в течении всех шести циклов интенсивность сбразивания суслу, особенно первые двое суток, была выше, в сравнении с контролем, что подтверждает достаточно высокую биологическую активность дрожжей.

Анализ химико-технологических показателей бражки показал (табл.2), что с повышением

количества циклов использования фильтрата барды рН суслу снижался и зависел как от цикла использования фильтрата барды, так и от его концентрации в замесе.

Например, в контрольном образце рН суслу составляло 5,57, с повышением концентрации барды этот показатель снижался и при 100 % концентрации фильтрата барды становил 4,61, а на 6 цикле использования – 4,05.

Таблица 2. Химико-технологические показатели бражки с использованием фильтрата барды

№ п/п	Условия исследований: кратность и содержание фильтрата барды в сусле, %	СВ, %	рН бражки	$\Sigma\text{CO}_2$ , г/200 см <sup>3</sup> бражки	Углеводы бражки г/100 см <sup>3</sup>				Концентрация этанола, %об.	Количество дрожжей, млн./см <sup>3</sup>	Сумма летучих органических примесей бражки
					водорастворимые	нерастворимый крахмал	спирторастворимые	декстрины			
1	Контроль	17,5	5,57	18,60	0,152	0,082	0,058	0,11	9,80	121	12398,16
2	20	17,9	5,29	19,03	0,118	0,096	0,057	0,10	9,85	131	9921,923
3	30	18,1	5,18	19,61	0,146	0,100	0,054	0,15	9,85	144	9100,091
4	50	18,6	5,06	19,95	0,210	0,090	0,077	0,14	9,86	166	8912,524
5	100	18,8	4,84	20,12	0,305	0,100	0,048	0,18	9,80	212	9490,819
6	Контроль 6 цикл	17,5	5,60	18,70	0,142	0,092	0,052	0,11	9,81	125	24017,14
7	20	18,1	4,64	19,12	0,344	0,099	0,300	0,13	9,90	132	20104,67
8	30	18,6	4,52	19,76	0,352	0,110	0,400	0,16	9,91	134	15916,36
9	50	19,6	4,25	20,00	0,468	0,150	0,590	0,22	9,79	120	10524,59
10	100	21,0	4,05	20,30	0,544	0,200	0,640	0,33	9,74	118	10960,9

С повышением кратности использования фильтрата барды уменьшается рН суслу и увеличивается его вязкость. Это может быть обусловлено частичной коагуляцией белков с последующей адсорбцией на них ферментов, что может привести к снижению гидролитической активности альфа-амилаз [3].

С повышением количества циклов до шести при дозировке фильтрата от 20 до 100 % вязкость суслу увеличивается в 1,17, 1,2, 1,5 та 1,7 раза относительно концентрации фильтрата барды в замесе к первому циклу.

При этом динамическая вязкость замеса не превышала 2,2 Па·с, когда граничное значение вязкости должно быть не более 3 Па·с. Это позволит обеспечить транспортирование полупродуктов спиртового производства в коммуникациях.

Необходимо отметить, что вязкость фильтрата барды с увеличением кратности использования практически не меняется.

Установлено, что с увеличением количества циклов использования фильтрата барды, содержание водорастворимых углеводов постепенно увеличивается, и на шестом цикле составляло 1,45; 1,54; 1,58 и 2,02 раза больше зависимо от концентрации фильтрата барды.

На последнем цикле сбразивания суслу при концентрации фильтрата барды 50 и 100 % наблюдалось повышение концентрации декстринов до 0,22; 0,33 г/100 см<sup>3</sup> бражки, что свидетельствует о частичной инактивации глюкоамилазы, в результате чего снижается концентрация спирта в бражках в сравнении с первым циклом на 0,07 – 0,06 % об. соответственно (табл. 2).

Синтез дрожжевых клеток с повышением концентрации фильтрата барды в образцах увеличивался в 1,1 – 1,5 раза в сравнении с контролем и практически не изменялся от цикличности его использования.

Важно отметить, что на шестом цикле дрожжи были однородными по размерам, имели круглую форму, но содержание мертвых клеток увеличивалось на 15 – 20 %.



Анализ синтеза летучих органических примесей в бражных дистиллятах показал, что с повышением концентрации фильтрата барды на стадии приготовления замеса их концентрация снижается на 19 – 27,8 %, а с повышением кратности его использования наблюдается только тенденция на увеличение концентрации этих компонентов (табл. 2).

### Заклучение

Результаты исследований показали, что многократное использование фильтрата барды на стадии приготовления замеса есть целесообразным. Максимальная кратность его использования при концентрации 50 – 100 % составит не более 5 циклов. Для повышения циклов использования фильтрата барды

желательно проводить нейтрализацию и осветление сула.

### Литература

- [1] Кайшев А. Ш. Послеспиртовая зерновая барда – перспективный источник биологически активных веществ / Кайшев А. Ш., Кайшева Н. Ш., Челомбитько В. А., Василенко Ю. К. // Производство спирта и ликероводочных изделий. — 2011. — №2. — с. 30.
- [2] Рухляева А. П., Польшалина Г. В., Чердниченко В. С., Коваль В. Г. Инструкция по теххимическому и микробиологическому контролю спиртового производства. М: Агропромиздат, 1986, с. 399.
- [3] Жеребцов Н. А. Амилолитические ферменты в пищевой промышленности. — М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. — 160 с.