

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА ОБЕЗГОРЕЧИВАНИЯ ОСТАТОЧНЫХ ПИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ НА АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ

Яковлев Д.А., Лахина А.А., Мальцева Т.А., Сердюк В.А., Ломакина С.А.

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

**Аннотация.** В статье определены факторы, препятствующие широкому использованию отработанных пивных дрожжей в комбикормовой промышленности. Описана методика и этапы обработки остаточных пивных дрожжей щелочью и их сушкой. Проведены экспериментальные исследования по определению рациональных технологических режимов обработки пивных дрожжей. Представлены данные по содержанию аминокислот в обработанных и не обработанных остаточных пивных дрожжах.

**Ключевые слова.** Остаточные пивные дрожжи, пивоварение, растительный белок, ресурсосберегающие технологии, обезгоречивание, аминокислотный состав.

## RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE PROCESS OF REMOVE THE BITTERNESS OF RESIDUAL BEER YEAST ON THE AMINO ACID COMPOSITION

Yakovlev D.A., Lahina A.A., Maltseva T.A., Serdyuk V.A., Lomakina S.A.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

**Abstract.** The article identifies factors that impede the widespread use of residual brewer's yeast in the feed industry. The methodology and stages of processing residual brewer's yeast with alkali and their drying are described. Experimental studies were carried out to determine the rational technological regimes for processing brewer's yeast. Presents data on the amino acid content in processed and untreated residual brewer's yeast

**Keywords.** Residual brewer's yeast, brewing, vegetable protein, resource-saving technologies, remove the bitterness, amino acid composition.

В пивоварении основным побочным продуктом являются остаточные пивные дрожжи. Выход с 1 гл пива составляет до двух килограмм пивных дрожжей, которые дальше никак не используются. Остаточные пивные дрожжи это достаточно густая масса, в которой содержится до 40% сырого белка и 15% сухого вещества [5].

В настоящее время статистика такова, что только крупные пивоваренные заводы перерабатывают продукты пивоварения (в том числе и остаточные пивные дрожжи), а более мелкие предприятия никак не утилизируют отходы, сливая их в канализацию. Такие действия влекут за собой негативные последствия, как для очистных сооружений, так и для окружающей среды: снижается качество питьевой воды, затрачивается больше энергии для очистки сточных вод.

Поскольку в остаточных пивных дрожжах содержится большое количество белка, то они являются ценным сырьем в комбикормовом производстве. Но использовать остаточные пивные дрожжи в комбикормовой промышленности в нативном состоянии не представляется возможным. Остаточные пивные дрожжи имеют горький вкус, также в них содержится большое количество нуклеиновых кислот. Нуклеиновые кислоты негативно влияют на организм животного. При их распаде образуется мочевая кислота, которая повышает риск развития моче – и желчекаменной болезни. Также полисахаридные клеточные стенки дрожжей устойчивы к действию пищеварительных ферментов, что приводит к не усвоению белка организмом.

В статье [7] представлен обзор способов обработки остаточных пивных дрожжей с целью устранения горечи, уменьшения количества нуклеиновых кислот и увеличения усвояемости. Технология переработки остаточных пивных дрожжей, разработанная на кафедре ТМРПиКХ Университета ИТМО, позволяет решить вышеперечисленные проблемы достаточно простым способом.

Данная технология повышает усвояемость белков, уменьшает горечь и содержание нуклеиновых кислот. Она состоит из следующих этапов обработки остаточных пивных дрожжей:

1) Остаточные пивные дрожжи необходимо разбавить водой в соотношении 1:1 и с помощью центрифугирования разделить смесь на фракции. Данный процесс проводится в течение 10 минут при 3000 об/мин.

2) После декантации жидкую фракцию отбрасывают, а твердая фракция обрабатывается гидроксидом натрия в течении 10 минут при следующих параметрах: pH обрабатываемой суспензии в диапазоне 9.0-10.0, температура 50-60°C.

3) Далее продукт подвергается повторному разбавлению водой (соотношение 1:2) и центрифугированию при тех же параметрах, указанных в пункте 1.

4) Далее полученный раствор необходимо нейтрализовать соляной кислотой до pH 6,5-7,0.

5) Полученную суспензию гомогенизируют при перепаде давлений 200-220 атм.

6) Последним этапом переработки является сушка. Ее проводят при температуре 150- 160 °C [4].

Недостатком данного способа является то, что продукт сушат при температуре 160°C, что является достаточно высокой для белка и может негативно сказываться на его качестве и количестве из-за процесса денатурации и деструкции при указанных температурах. Кроме того, щелочная среда при значении pH=10.0 может также негативно влиять на белок, уменьшая его количество и ухудшая качество. Для исследования влияния указанных факторов на белок были проведены исследования.

Факторы и уровни варьирования указаны в таблице 1. Параметром оптимизации является количественное содержание аминокислот.

Таблица 1 – Факторы и уровни варьирования

№п/п	Факторы в натуральном масштабе			Факторы в безразмерной системе координат			Выходной параметр
	Температура, °C	pH среда		Температура, °C	pH среда		Массовая доля аминокислот (%)
	z	v	z*v	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	y
1	98	10,0	980	-1	+1	-1	70
2	130	10,0	1300	0	+1	0	71
3	160	10,0	1600	+1	+1	+1	65
4	160	9,0	1440	+1	0	0	62
5	160	8,0	1280	+1	-1	1	68

Параметры температуры были выбраны на основании следующих фактов, полученных при анализе литературы: при температуре выше 100°C происходит деструкция белка. При температуре от 60 до 100°C происходит денатурация белка, что приводит к повышению усвояемости. Таким образом, температура 98 °C является оптимальной, при которой не происходит деструкция белка и время сушки наименьшее по сравнению с временем сушки при более низких температурах. Температура 160°C взята из существующей технологии.

После обработки остаточных пивных дрожжей при указанных температурах и значениях pH, все образцы были высушены. В таблице 2 представлена зависимость времени сушки от температуры.

Таблица 2 - Зависимость времени сушки остаточных пивных дрожжей от температуры

Температура, °C	Время сушки
98	5 часов
130	4 часа
160	30 мин

Высушенный материал был исследован на аминокислотный состав по методике М 04-38-2009 Корма, комбикорма и сырья для их производства. Методика измерений массовой доли аминокислот методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель» [1].

В результате эксперимента получены данные, позволяющие оценить влияние температуры и pH –среды на аминокислотный состав остаточных пивных дрожжей. В таблице 3 представлено процентное содержание каждой аминокислоты и их общее содержание в остаточных пивных дрожжах до и после обработки.

Таблица № 3 – Содержание аминокислот в пивных дрожжах до и после обработки, мг\*10<sup>-3</sup>

Аминокислота	Обозначение	Исх	№1	№2	№3	№4	№5
Аргинин	Arg	95	92	56	79	110	118
Лизин	Lys	80	71	54	88	93	86
Тирозин	Tyr	47	42	34	45	54	48
Фенилаланин	Phe	57	53	40	68	61	60
Гистидин	His	11	6	19	22	16	12
Лейцин и изолейцин	Leu, Ile	138	117	96	114	145	136
Метионин	Met	26	26	21	020	32	31
Валин	Val	40	27	24	26	42	34
Пролин	Pro	117	75	61	70	104	91
Треонин	Thr	73	52	50	54	76	72
Серин	Ser	112	113	114	106	152	124
Аланин	Ala	136	136	107	124	156	147
Глицин	Gly	86	74	66	84	109	97
Аспарагиновая кислота и аспарагин	Asp, Asn	14 321	5 690	4 547	6 568	7 101	6 121
Глутаминовая кислота и глутамин	Glu, Gln	11 377	4 000	2 543	3 655	3 650	3 795
Триптофан	Trp	322	261	240	311	294	0 273
Общее содержание аминокислот	Σ	27 038	10 835	8 072	11 434	12 195	11 245

На основании экспериментальных данных было получено уравнение множественной регрессии:

$$y = 12.9403 + 0.0161x_1 - 0.4761x_2 + 0.007x_1 \cdot x_2 \quad (1)$$

где,  $x_1$  – температура сушки, С;  $x_2$  – значение pH-среды.

Проведена оптимизация с помощью программы Statistica. Наибольшее содержание белка получается при параметрах: X1 (температура сушки) и X2 (pH-среда) можно считать X1=160 °С, X2 = 9.0 при этом Y (суммарное содержание аминокислот) согласно уравнению множественной регрессии, будет равно 12.495 %, что является самыми оптимальными параметрами, согласно уравнению множественной регрессии.

#### Список использованных источников

1. М 04-38-2009 Корма, комбикорма и сырья для их производства. Методика измерений массовой доли аминокислот методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель». – С-П.: Люмэес-Маркетинг, 2014. – 49 с.
2. Куцакова В.Е., Шкотова Т.В., Ефимова С.В. Способ получения белкового ингредиента из остаточных пивных дрожжей со свойствами сорбента микотоксинов для хлебопекарного производства // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2015. - №1. – С. 105-110
3. Юрченко А.Е., Пирогов Н.Л. и др. Вторичные материальные ресурсы пищевой промышленности (образование и использование). Справочник. –М.: Экономика, 1984. – 327 с.
4. Руденко Е.Ю. Нетрадиционные способы использования отходов пивоварения // Актуальные проблемы современной науки. - 2007. - № 5 (37). - С. 138-140.
5. Махнева Е.Ю., Павлов И.Н. Перспективы использования и оценка пивных дрожжей // В сборнике: Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности материалы VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО "Алтайский государственный технический университет". - 2013. - С. 489-493
6. Руденко Е.Ю., Зимичев А.В. Использование вторичных материальных ресурсов пивоварения в пищевой промышленности // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. - № 4. – С. 54-56
7. Лахина А.А., Мальцева Т.А., Сердюк В.А. Анализ технологий переработки остаточных пивных дрожжей в кормовые добавки // Инновационные технологии в науке и образовании (ИТНО-2019) сборник трудов VII Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ДГТУ (РИСХМ). Ростов-на-Дону, 2019. – С.273-276

Работа выполнена в рамках инициативной НИР.