

Технологические процессы и оборудование

УДК 658.5

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Ю.И. Кретова

В данной работе представлен один из способов управления качеством продукции пищевой промышленности посредством применения инновационных технологий, основанных на принципах ресурсосбережения. Разработка и внедрение принципиально новых технологий, на основе современных физических способов, используемых для переработки сельскохозяйственного сырья, позволяет получить экологически чистую продукцию высокого качества за счет эффективного обеззараживания зерна ячменя и одновременного снижения энергозатрат и материалоемкости.

Ключевые слова: *управление, процессы переработки сырья, ресурсосбережение, электрофизические методы воздействия, безопасность, пищевое сырье.*

В условиях рыночной экономики за счет организации производства на основе принципов ресурсосбережения существенно повышается эффективность самой отрасли. Результативного использования ресурсов можно достичь, если с позиции ресурсосбережения оценивается вся технологическая цепочка, которая включает в себя процессы производства, переработки и использования сырья. Одновременно с решением задач ресурсосбережения решается задача модернизации производства с учетом инновационного подхода.

Анализ процессов интенсификации, ресурсосбережения, инноватизации и модернизации показывает, что для их воплощения необходимы определенные условия, которые выполняются в результате реализации комплекса мероприятий, направленных на организацию эффективного управления качеством на предприятии. Решить данную задачу возможно при условии использования инновационных решений [1].

В связи с этим решение задачи управления процессами производства, переработки и использования сырья в технологии производства продукции пищевой промышленности на основе принципов ресурсосбережения является актуальным.

На сегодняшний день сохраняется высокая импортная зависимость нашей страны по отдельным видам сельскохозяйственной продукции и продовольствия, несмотря на увели-

чение объемов производства российских продуктов питания [2].

Так, например, развитие пивоваренной отрасли сдерживается слабо развитой сырьевой базой. Наиболее «узким» местом этой отрасли является обеспечение высококачественным отечественным сырьем: ежегодно в Россию импортируется более 40 % солода. Приобретение импортного солода значительно удорожает стоимость готовой продукции – пива.

Сырьем для приготовления пива служит ячменный солод, который получают из пивоваренных сортов ячменя. Зерно ячменя поражается микроорганизмами еще в процессе созревания: на начальном этапе развития оно поражается «полевыми грибами», бактериальной микрофлорой и в незначительном количестве дрожжами; при хранении ячменя происходит перераспределение состава микрофлоры, обсеменяющей зерно, постепенно представители «полевых грибов» вытесняют «плесени хранения», которые отрицательно воздействуют на его качество. По этой причине партия ячменя может стать непригодной для производства солода.

В связи с этим актуальной становится задача обеззараживания зерна перед его переработкой или хранением. Для решения данного вопроса используют традиционные методы. К их числу относятся дезинфекция на стадии мойки зерна; хранение зерновой массы в охлажденном состоянии; многократная очистка, шелушение, шлифование; сушка; химическое

консервирование; ИК-излучение; применение γ -лучей, ультразвука, электронно-ионные технологии. Однако традиционные методы не позволяют получить полное обеззараживание зерна от вирусов и грибов.

Предлагаемый нами новый способ обработки зерна ячменя позволяет устранить данный недостаток и получить продукцию с заданными параметрами за счет эффективного обеззараживания зерна, снижения энергозатрат и материалоемкости при улучшении качества конечного продукта – пива.

Новизна данного способа производства солода подтверждена патентом Российской Федерации [3].

Отличительная особенность способа заключается в том, что обработку ячменя ведут при определенной влажности зерна, значение которой составляет 15,5-17,5 %, так как только при этом значении влажности сохраняются не только жизнеспособность зерна, но и его технологические свойства. Частота обработки в СВЧ-поле 2450 МГц вызывает возникновение эффективного обеззараживания ячменя от нежелательной микрофлоры. Воздействие этой частотой должно происходить при указанной скорости нагрева до температуры продукта 58-60 °С, так как только при этих условиях наблюдаются эффективное обеззаражи-

вание ячменя от грибов рода *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Mucor*, *Aspergillus*, а также бактерий и других споровых возбудителей и наибольшая интенсивность прорастания. Все это в комплексе гарантирует не только снижение обсемененности ячменя микроорганизмами, активацию роста при солодоращении, снижение потерь ценных веществ, улучшение качества, но и получение экологически чистого ячменя.

На рисунке показан способ управления процессами производства продукции пищевой промышленности на основе принципов ресурсосбережения посредством электрофизического воздействия на этапе переработки сырья.

В табл. 1 представлены режимы управления процессами в технологии солодоращения. Учитывая, что изучали два фактора ($m = 2$), влияющих на технологию солодоращения, использовали план активного планирования эксперимента Кона-2.

В табл. 2 представлены данные исследования влияния электрофизического воздействия на фитопатогенный комплекс и показатели качества зерна ячменя пивоваренного.

Статистическая обработка экспериментальных данных позволила получить адекватные математические модели [4]:



Способ управления процессами переработки сырья

Таблица 1

Режимы управления процессами в технологии солодоращения

№ варианта	Режимы		Температура, °С	№ варианта	Режимы		Температура, °С
	Экспозиция обработки τ , с	Скорость нагрева V_t , °С/с			Экспозиция обработки τ , с	Скорость нагрева V_t , °С/с	
1 (опыт*)	90	0,8	85	6 (опыт)	30	0,6	42
2 (опыт)	90	0,4	59	7 (опыт)	60	0,8	77
3 (опыт)	30	0,8	47	8 (опыт)	60	0,4	50
4 (опыт)	30	0,4	34	9 (опыт)	60	0,6	60
5 (опыт)	90	0,6	73	10 (контроль**)	Контроль		23

Примечание: * Зерна ячменя, которые помещаются в СВЧ-поле.

** Зерна ячменя, которые не помещаются в СВЧ-поле.

Таблица 2

Данные исследования влияния СВЧ-энергии на фитопатогенный комплекс и показатели качества зерна ячменя пивоваренного

Номер варианта	Температура нагрева, °C	Зараженность грибной инфекцией, %					Энергия прорастания, %	Содержание белка, %	Содержание крахмала, %	Экстрактивность, %
		p. Aspergillus	p. Alternaria	p. Penicillium	p. Fusarium	p. Mucor				
1	78	0	0	0	0	18	0	7,15	38,8	74,0
2	35	0	14	7	3	20	88	8,15	44,8	73,9
3	52	0	19	10	2	30	71	7,65	42,4	73,0
4	30	93	37	8	5	35	89	7,8	52,0	72,3
5	63	0	2	0	0	23	13	7,4	35,2	75,8
6	33	13	41	10	1	26	86	7,8	45,4	72,6
7	62	0	0	0	0	12	38	7,15	25,6	73,8
8	48	37	44	8	3	25	72	8,4	49,6	72,6
9	55	0	14	5	1	14	67	7,4	44,8	75,8
10	23	100	31	21	6	49	80	8,4	52,0	72,4

$$\hat{y}_1 = 54,9 + 16,2 \cdot x_1 + 7,5 \cdot x_2 - 6,6 \cdot x_1^2 + 5,4 \cdot x_1 \cdot x_2, \quad (1)$$

$$\hat{y}_2 = 55,2 - 5,2 \cdot x_1 - 4,8 \cdot x_2 - 1,3 \cdot x_1 \cdot x_2 - 45,2 \cdot x_2^2; \quad (2)$$

$$\hat{y}_3 = 8,7 - 7,4 \cdot x_1 - 13,1 \cdot x_2 + 1,1 \cdot x_1 \cdot x_2 + 2,9 \cdot x_1^2 + 3,8 \cdot x_2^2; \quad (3)$$

$$\hat{y}_4 = 4,4 - 2 \cdot x_1 - 1,6 \cdot x_2 + 0,8 \cdot x_1 \cdot x_2 - x_1^2 - 1,5 \cdot x_2^2; \quad (4)$$

$$\hat{y}_5 = 2,9 - 1,1 \cdot x_1 - 1,2 \cdot x_2 - 1,6 \cdot x_2^2; \quad (5)$$

$$\hat{y}_6 = 15 - 1,6 \cdot x_1 - 6,7 \cdot x_2 + 8,6 \cdot x_1^2 + 2,3 \cdot x_2^2; \quad (6)$$

$$\hat{y}_7 = 56,3 - 29,8 \cdot x_1 - 18,1 \cdot x_2 - 17,5 \cdot x_1 \cdot x_2 - 1,5 \cdot x_1^2 + 4,5 \cdot x_2^2; \quad (7)$$

$$\hat{y}_8 = 7,5 - 0,3 \cdot x_1 - 0,2 \cdot x_2 - 0,2 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,03 \cdot x_1^2 + 0,2 \cdot x_2^2; \quad (8)$$

$$\hat{y}_9 = 39,7 - 4,3 \cdot x_1 - 5,8 \cdot x_2 + 0,9 \cdot x_1 \cdot x_2 + 3,1 \cdot x_1^2 + 0,4 \cdot x_2^2; \quad (9)$$

$$\hat{y}_{10} = 75,0 + 0,69 \cdot x_1 + 0,62 \cdot x_2 - 0,14 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,45 \cdot x_1^2 - 1,45 \cdot x_2^2. \quad (10)$$

С помощью полученных математических моделей мы обнаружили закономерности, связанные с технологическим процессом электрофизического воздействия на зерно, его обеззараживанием и улучшением физико-химических показателей, что позволило нам определить оптимальные параметры управления входными параметрами исследуемого процесса [5].

Таким образом, применение инновационных решений, направленных на воздействие процессов переработки и использования сы-

рья в технологии производства продукции пищевой промышленности на основе принципов ресурсосбережения, позволило нам разработать методику эффективного управления производством в целом для получения безопасной и экологически чистой продукции.

Литература

1. Управление качеством на предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности: учебник для вузов / А.Н. Австриев-

ских, В.М. Кантере, И.В. Сурков, Е.О. Ермолаева. – Новосибирск, 2007. – 268 с.

2. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности России на период до 2020 г. – Распоряжение Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. № 559-р.

3. Способ производства солода из пивоваренных сортов ячменя. Пат. 2283861, опуб. 20.09.2006, БИ 26 / Ю.И. Кретьова (Зданович), Г.И. Цугленок, Н.В. Цугленок и др.

4. Пен, Р.В. Статистические методы моделирования и оптимизации процессов целлюлозно-бумажного производства / Р.В. Пен. – Красноярск: Изд-во Краснояр. гос. ун-та, 1982.

5. Кретьова, Ю.И. Влияние термического обеззараживания на комплекс микроорганизмов и качественные показатели зерна ячменя пивоваренного: дис. ... канд. с.-х. наук / Ю.И. Кретьова. – Красноярск, 2006. – 146 с.

Кретьова Юлия Игоревна. Кандидат сельскохозяйственных, доцент кафедры, и.о. зав. кафедрой «Оборудование и технологии пищевых производств», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, zdanovich76@mail.ru

Поступила в редакцию 21 января 2014 г.

**Bulletin of the South Ural State University
Series "Food and Biotechnology"
2014, vol. 2, no. 1, pp. 48–51**

CONTROL OF RAW MATERIALS PROCESSING BASED ON PRINCIPLES OF RESOURCE SAVING

Yu.I. Kretova, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

This paper describes a method of food quality control through the use of innovation technologies based on the principles of resource saving. The development and introduction of brand new technologies based on modern physical methods, used for agricultural raw materials processing, enable to get ecologically friendly products owing to effective disinfection of barley seeds and reduction of energy costs and materials consumption.

Keywords: control, raw materials processing, resource saving, electrophysical methods of influence, safety, food raw materials.

References

1. Avstrieviskih A.N., Kantere V.M., Surkov I.V., Ermolaeva E.O. *Upravlenie kachestvom na predpriyatiyah pishhevoj i pererabatyvayushhej promyshlennosti* [Quality Control in Enterprises of Food and Processing Industry]. Novosibirsk, 2007. 268 p.

2. *Strategiya razvitiya pishhevoj i pererabatyvayushhej promyshlennosti Rossii na period do 2020 g. Rasporjazhenie Pravitel'stva RF ot 17 aprelya 2012 g. no. 559-r.* [Strategy of Food and Processing Industry Development in Russia to 2020 / Decree of the Government of the Russian Federation of April 17, 2012, no. 559-p]

3. Kretova Ju.I. (Zdanovich), Cuglenok G.I., Cuglenok N.V. e. a. *Sposob proizvodstva soloda iz pivovarennyh sortov yachmenja* [Method of Producing Malt from a Brewing Variety of Barley]. Patent RF, no. 2283861, opub. 20.09.2006, BI 26.

4. Pen R.V. *Statisticheskie metody modelirovaniya i optimizacii processov cellulozno-bumazhnogo proizvodstva* [Statistical Methods of Modeling and Optimization of Cellulose and Paper Production]. Krasnojarsk, Krasnojarskiy Gos. Univ. Publ. 1982.

5. Kretova Ju.I. *Vliyanie termicheskogo obezzarazhivaniya na kompleks mikroorganizmov i kachestvennye pokazateli zerna yachmenja pivovarenного*: Dis. kand. sel'skokhoz. nauk [Influence of Thermal Disinfection on Microorganisms and Qualitative Indicators of Brewing Barley Seeds: Cand. Dis. (Agriculture)]. Krasnojarsk, 2006. 146 p.

Kretova Yulia Igorevna, Candidate of Science (Agriculture), associate professor, Department "Equipment and technology of food production", South Ural State University, Chelyabinsk, zdanovich76@mail.ru

Received 21 January 2014