

УДК 663.4:005.591.6

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА С ЗАДАНЫМИ ВКУСОАРОМАТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ И Пониженными токсикологическими характеристиками

Третьяк Л.Н.

ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail: tretyak_ln@mail.ru

Разработаны принципы поэтапной инновационной технологии производства пива, учитывающей изменяющийся потребительский спрос. Предусмотрена возможность создания гибких автоматизированных технологических линий, управляемых по принципам интеллектуальных нейронных сетей на базе формального нейрона нового типа, управляющего каждым этапом пивоварения на принципах обратной связи. В структуре «нейронного управления» предусмотрены корректирующие мероприятия, направленные на достижение соответствия фактических показателей качества полупродукта в процессе его превращения из сырья в конечный продукт требованиям стандартизованных параметров, заложенных в модель сравнения. Разработаны новые подходы к снижению суммарной токсичности и к управлению вкусоароматическим букетом пива путем коррекции концентраций химических соединений, определяющих дозы вкуса. Специалистам пивоваренной промышленности предложены товароведная классификация пива и пивных напитков, а также способы производства групп пива, различающихся по крепости и вкусовым свойствам, учитывающие изменяющийся спрос и сегментацию потребительского рынка. Для производства пива с протекторными свойствами предложено дозированное внесение веществ растительного происхождения, нивелирующих его вредное влияние на здоровье потребителя.

Ключевые слова: технология производства пива, измерение вкусоароматических свойств, суммарная доза токсичности, автоматизация управления пивоварением, классификация пива с учетом сегментации потребителей, пиво с протекторными свойствами

PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF PRODUCTION TECHNOLOGIES OF BEER WITH DESIRED FLAVORING PROPERTIES AND LOW TOXICITY CHARACTERISTICS

Tretyak L.N.

Federal State Educational Government-financed Institution of Higher Professional Education «Orenburg State University», Orenburg, e-mail: tretyak_ln@mail.ru

The principles of phased innovation in the production of beer, taking into account changes in consumer demand. You can create flexible automated production lines, managed according to the principles of intellectual neural networks on the basis of formal neuron of a new type, managing every stage of the brewing on the principles of feedback. In the structure of the neural control provides corrective actions aimed at achieving compliance with the actual quality indicators intermediate in the process of its transformation from raw material to end product requirements of standardized parameters incorporated in the model comparison. Developed new approaches to the reduction of the total toxicity and management bouquet flavoring beer by correcting the concentrations of chemical compounds that determine the dose of taste. Experts of the brewing industry proposed foodstuff classification of beer and beer drinks, as well as the methods of production groups beer, distinguished for the strength and flavoring properties, taking into account the changing demand and segmentation of the consumer market. For the production of beer with protective properties of the proposed dosed introduction of substances of vegetable origin, decreasing its harmful impact on the health of the consumer.

Keywords: technology of beer production, measurement flavoring properties, the total dose toxicity, automation control brewing, classification of beer, taking into account the segmentation of consumers, beer with protective properties

Тревожная тенденция роста «пивного алкоголизма» среди молодежи различных стран, не снижаемая государственными запретительными мерами и созданием финансовых барьеров для потребителей, заставляет искать технологические методы создания полноценных вкусоароматических и малотоксичных напитков, составляющих для потребителей альтернативу потребления крепких напитков.

Цель исследования – разработка технологии производства пива с заданными вкусоароматическими свойствами и пониженными токсикологическими характеристиками, ориентированной на удовлетво-

ние меняющегося потребительского спроса социально устойчивых групп потребителей.

При изучении жизненного цикла производства пива различных предприятий применены:

– методы системного анализа и методология функционального моделирования (концепция IDEF0);

– методы проблемно-тематического анализа национальных направлений патентования и конструирования технологических линий;

– компьютерное моделирование спектров биологической активности наиболее часто встречаемых в составе пива

соединений по их структурным формулам (*PASS-Prediction of Activity Spectra for Substance*);

– методы классической оценки индивидуальной токсичности (по среднесмертельным концентрациям – LD_{50} мг/кг массы тела).

Для оценки содержания минеральных микропримесей и носителей вкусоароматических свойств пива различных ценовых сегментов применены химико-аналитические методы.

Результаты исследования и их обсуждение

По мнению норвежских, немецких и китайских специалистов в области автоматизации пивоварения, пивоваренному заводу необходимо иметь гибкий, легко перенастраиваемый технологический процесс (Автоматизация промышленных процессов: решение от RealFlex; Изложение о BREW TECH: система управления пивоварением и др.). Справедливо считается, что давно назрела необходимость быстрого изменения выпускаемого ассортимента и документирования всего пивоваренного процесса.

С учетом современных требований к автоматизации производства нами разработана концептуальная модель автоматизированного управления производством пива с заданными свойствами. Модель может быть реализована на основе принципиально новой конструкции формального нейрона нижнего уровня, обладающего обратной связью и возможностью проведения корректирующих мероприятий на каждом этапе пивоварения при отклонении заданных свойств промежуточного продукта от стандартного диапазона требуемых параметров [12].

Анализ многообразия классических технологий пивоварения привел нас к необходимости инновационных модернизаций для приведения основных этапов технологии к современным требованиям вкусоароматических свойств пива, его биологической ценности и допустимого токсичного влияния на организм. Нами установлено, что качество конечного продукта (пива) зависит не столько от качества сырья, сколько от качества промежуточного продукта (полупродукта) в процессе его превращения из сырья в готовый продукт.

Поставленной целью «максимальное снижение токсичности пива и придание ему свойств приятного вкусоароматического напитка с заданными свойствами» мы добивались, устраняя дефекты классической технологии, сопровождающиеся «болезнями» пива или придающие пиву нежелательные качества и токсичные свойства. Подтверждены патентами на изобретения

и полезные модели одиннадцать технических решений по улучшению качества пива технологическими методами. В частности, вместо затянувшейся дискуссии микробиологов о нормах допустимого фекального и энтеробактериального загрязнения пива мы предлагаем авторскую разработку озонозушной стерилизации и микронизации зернового пивоваренного сырья (патент 98091) [2].

Применение пивоварами разработанной авторами конструкции низкотемпературного сушеварочного котла и рекомендованные режимы кипячения сусле без хмеля позволяют исключить попадание твердых смол хмеля в готовый продукт (патент 97130) [3], что делает неактуальной дискуссию о канцерогенных свойствах пива. В то же время традиционные органолептические свойства пива могут быть сохранены при обогащении пива ксантогумолом – общепринятым антиканцерогенным и антивирусным компонентом хмеля.

Внедрение нашего предложения о введении в состав пива БАД, оказывающих «протекторную» защиту органов-мишеней потребителя (патенты 2383587, 2423417) [4, 5] позволит сделать пиво «целебным напитком» с заданными вкусоароматическими свойствами.

Анализ научно-технического уровня пивоварения позволил нам сделать вывод, что на качество конечного продукта влияет огромное число факторов. Технологическими методами добиться заданного качества пива можно, используя функциональный анализ жизненного цикла производства пива с точки зрения «инженера по качеству». Предложена оригинальная модель функционального моделирования, реализованная в программной среде BPWin, позволяющая в условиях неопределенности параметров многоэтапного технологического процесса, включающего биотехнологические этапы, создание оптимальной технологии пивоварения (функция «Производить пиво») путем обеспечения соответствия управляющих воздействий (C_1-C_3) с основным выходом процесса – конечного продукта требуемого качества (O_1). Причем эти требования должны быть сфокусированы в Стандарте качества и безопасности конечного продукта (C_2), ориентированном на совокупность свойств «идеального пива» (C_1) как эталона качества (рис. 1).

Связующей нитью всех технологических инноваций нами был принят принцип определения и создания условий достижения технологическими методами стандартов качества промежуточного продукта, поэтапно обеспечивающих заданное качество

конечного продукта на уровне требований к стандарту качества и безопасности пива. Для этого потребовалось модернизировать

ряд основных этапов типового (классического) технологического процесса производства пива.



Рис. 1. Обобщенная функционально-логическая модель производства пива.

Условные обозначения: C_1, C_2, C_3 (Control) – управляющие воздействия;

O_1, O_2, O_3 (Output) – выходы технологического процесса;

I_1, I_2 (Input) – ресурсные и материальные (сырьевые) входы; M_1, M_2, M_3 (Mechanism) – механизмы, обеспечивающие качество и безопасность технологического процесса

В отличие от принципов системного мониторинга, предусматривающего контроль качества только готового продукта, мы применили принцип раннего обнаружения отклонений фактического параметра качества полупродукта от параметров модели сравнения, заложенных в блок сравнения микропроцессора – управляющего нейрона данного технологического этапа.

В существующих системах автоматизированного управления технологическим процессом отсутствует мониторинг качества промежуточного продукта. Вместо этой длительной и растянутой по времени процедуры для устранения брака в конечном продукте, выявленного в ходе предпродажного анализа качества конечного про-

дукта, мы предлагаем использовать одно из известных корректирующих технологических мероприятий (процедур) при обнаружении отклонений от стандарта на любом из этапов. К корректирующим технологическим мероприятиям относятся:

- повторная стерилизация пива;
- удаление накопленных токсикантов химическими методами связывания;
- применение систем иммобилизованных дрожжей или ферментов;
- введение ферментных препаратов и мальтозных сиропов для повышения содержания алкоголя и многое другое.

На каждом технологическом этапе в блок сравнения вводится диапазон допустимых отклонений показателей качества

полупродукта от значений, изменение которых неизбежно приведет к браку в конечном продукте. Полупродукт с отклонениями, которые можно вернуть в нормируемый диапазон значений, мы предлагаем назвать «исправимым браком», который в отличие от неисправимого брака можно устранить технологическими методами на данном технологическом этапе. Это позволяет своевременно остановить и откорректировать процесс, направив его в стандартные технологические рамки. Раннее выявление отклонений в показателях качества полупродукта, заложенных в модель сравнения, дает возможность технологически предотвратить искажение качества конечного продукта путем своевременного устранения исправимого брака соответствующими корректирующими мероприятиями.

Типовой набор требуемых технологических решений заложен в программу микропроцессора, управляющего каждым технологическим этапом, и применяется в автоматическом режиме после подтверждения дежурным оператором или центральным процессором. Только после выполнения всех корректирующих процедур центральный процессор снимает блокировку этапа технологического процесса и подает команду на включение соответствующего технологического оборудования.

Следуя принципам ХАССП (ГОСТ Р 51705.1-2001) [1], выявлены критические точки технологического процесса пивоварения, требующие мониторинга, и предложены типовые технологические мероприятия для устранения выявленных несоответствий на основных этапах пивоварения.

Входной контроль сырья. Стопроцентный входной лабораторный контроль сырья на существующем уровне технической оснащенности пивовары реализовать не могут. Подобную проблему западные производители решают юридической защитой, в том числе тщательным отбором и сертификацией поставщиков сырья. В реальных Оренбургского пивоваренного производства оказалось, что пивоваренный солод предельно загрязнен: эпифитная микрофлора солода составила $4,8 \cdot 10^5$ КОЕ/г, тогда как субэпидермальная микрофлора достигала $1 \cdot 10^7$ КОЕ/г, причем содержание диких дрожжей и плесени составило $7 \cdot 10^4$ КОЕ/г.

Избыточные концентрации ацетоина — одного из компонентов микробного разложения пирувата, способного существенно исказить вкус готового пива, мы предлагаем считать индикатором микробного загрязнения пивного суслу. При появлении в пиве избыточных концентраций ацетоина необходимо проведение дополнительных коррек-

тирующих технологических мероприятий, например, прокочки всей партии пива через колонну с иммобилизованными дрожжами. Нами предложен экспресс-метод раннего (в сусле и молодом пиве) определения ацетоина тест-полосками (патент 2281498) [6].

В целях уничтожения микробов хранения мы предлагаем организовать сети специализированных зернохранилищ, а также ввести обязательную микронизацию зернового сырья перед его использованием и периодическое озонирование при длительном хранении сырья с использованием специально разработанного устройства озono-воздушной стерилизации в «кипящем слое» [2].

Водоподготовка. При выявлении расхождений в требованиях к качеству воды, предназначенной для затирания и кипячения суслу, например, при выявлении повышенной концентрации ионов тяжелых металлов, в качестве корректирующего действия рекомендуем ее электролитическую очистку, например, используя типовой проект 820-9-11.88 (Станция опреснения воды с электролизными установками ЭОУ-НИИПМ-25» производительностью $100 \text{ м}^3/\text{сут}$).

Фильтрацию затора и приготовление суслу рекомендуем проводить с введением четырехконтурного автоматизированного управления процессом и качеством отфильтрованного суслу [7]. При этом ведущим параметром мониторинга принята полнота экстракции дробины и соответствие суммарной плотности всего объема отфильтрованного суслу прогнозным параметрам, приближенным к параметрам конгрессного суслу. Для увеличения скорости фильтрации предложена очистка забитых дробинной пор фильтрационных сеток встречными потоками пара или инертного газа. Другим корректирующим действием является возврат мутного суслу из отстойника в заторный чан.

Этап варки суслу. Предложена технология приготовления суслу к главному брожению, позволяющая на этапе кипячения суслу с хмелем применить низкотемпературный режим СВЧ-пастеризации [3]. Этим достигается предотвращение накопления в составе пива психотропных и токсичных компонентов, образующихся при высокотемпературных режимах варки. При этом контролируются в автоматическом режиме объем, плотность, содержание сахаров, температура и кислотность суслу. В основе коррекции по данным мониторинга лежит контроль обеспеченности сахарами ожидаемой биомассы дрожжей для получения соответствующего объема этанола. Т.е. с учетом суммарной амилитической активности окончательного количества размноженных

дрожжей, соотнесенной к объему фактического содержания сахаров в сусле, вводится недостающее количество мальтозного сиропа, требуемого для выработки необходимого объема этанола по стандарту качества конечного продукта. Именно на этом этапе вводятся основные технологические добавки для коррекции типового состава сусла, подаваемого на брожение. Таким образом, основной критериальной характеристикой качества сусла является его экстрактивность: завышенные от нормативов параметры допускают возможность разбавления, то есть увеличения объема сусла, тогда как резко заниженные параметры вынуждают корректировать состав сусла путем внесения добавок или посредством включения выносного аппарата выпаривания избыточной влаги.

Этап главного брожения рекомендуем разделить на два этапа: этап разбраживания и этап гликолиза – требующих для проведения принципиально разных условий (патенты 2423417 и 98001) [5, 8]. Автоматический контроль на этапе разбраживания рекомендуем осуществлять по контролю температуры, соответствию условий барботажа насыщению кислородом растущей биомассы дрожжей, а также соотношению азота и углерода в культуральной питательной среде. В цилиндроконическом танке (ЦКТ) при проведении гликолиза после внесения всего объема дрожжей в остаточном количестве производится мониторинг температуры, принятой критерием гомогенизации всего объема ЦКТ. Кроме этого предусмотрено определение плотности сусла, концентраций сахаров и этанола как критериев прекращения брожения, что необходимо для предотвращения накопления токсичных ППБ сверх концентраций, обеспечивающих традиционный вкусоароматический букет пива. Основным корректирующим мероприятием является дробное (порционное) внесение сахарных сиропов для постепенного достижения в молодом пиве требуемой концентрации этанола. Причем дробное внесение сахаров является обязательным условием профилактики осмотического шока дрожжей, неизбежного при быстром увеличении концентрации сахаров.

Перед финишной фильтрацией и розливом предлагается введение в пиво веществ, нивелирующих вредное влияние на потребителя потенциально токсичных компонентов состава пива. На этом этапе рекомендовано использовать предпродажный лабораторный контроль качества и безопасности пива по специально разработанному нами алгоритму, предусматривающему определенные корректирующие действия.

Особенностью предлагаемого нами способа управления процессом является возможность блокировки процесса перед любым технологическим этапом. То есть в функции формального управляющего нейрона введена обязанность, в реальных нейронах биологических систем выполняемая системой синапсов: не пропускать слабый (субпороговый) импульс и усиливать ответ (управляющее воздействие) при его запредельных параметрах. Эту функцию в каждом формальном нейроне нашей конструкции выполняет блок сравнения фактических параметров мониторинга качества с граничными значениями объекта регулирования (различными для каждого этапа технологического процесса).

В связи с тем, что мониторинг фактических значений показателей качества промежуточного продукта на каждом этапе даёт довольно динамичные результаты, разработана концепция критических (граничных) значений, выход за пределы которых может привести к нарастаниям качественных изменений, и отклонениям от стандарта качества конечного продукта. В частности, разработан экспрессный метод с применением тест-полосок для анализа содержания ацетоина в сусле, принятого индикатором микробного загрязнения сусла, способного исказить вкус и аромат готового пива (патент 2281498) [6].

С аналогичными целями разработан фотометрический способ определения диацитила в молодом и готовом пиве, позволяющий контролировать степень созревания пива (патент 2415418) [9].

В системе управления производством пива созданы фильтры, иницирующие корректирующие воздействия при отклонениях качества контролируемых параметров температуры или кислотности среды, её насыщение растворенным кислородом или углекислым газом, объёмы или уровни жидкости.

Для поддержания качества полупродукта (производственной среды) в диапазонах отклонений, рассматриваемых нами как «исправимый брак», основными корректирующими действиями являются мероприятия по дополнительному введению ингредиента, компенсирующего количественное отклонение показателей качества полупродукта для их приближения к показателям, заданным моделью сравнения. Чаще всего требуется добавление ферментов, сахаров, молочной, фосфорной или аскорбиновой кислот. Для устранения ряда дефектов качества полупродукта предложено проведение дополнительных технологических процедур (барботажа, карбонизация,

пастеризация, УФ-облучение потока при перекачке и др.). Причем, изменяя температуру дображивания молодого пива, можно добиться нужного изменения вкусовых качеств готового пива, не допуская накопления, например, карбониллов старения. Критериями качества, например, на этапе главного брожения мы предлагаем считать концентрации этилового спирта и сахаров,

которыми можно управлять, учитывая их взаимозависимости.

Как показал наш опыт, существенные изменения качества продукта – объекта наблюдения – могут быть достигнуты управлением функцией «время/качество». Например, сокращая время главного брожения, можно уменьшить концентрацию сивушных масел в молодом пиве.

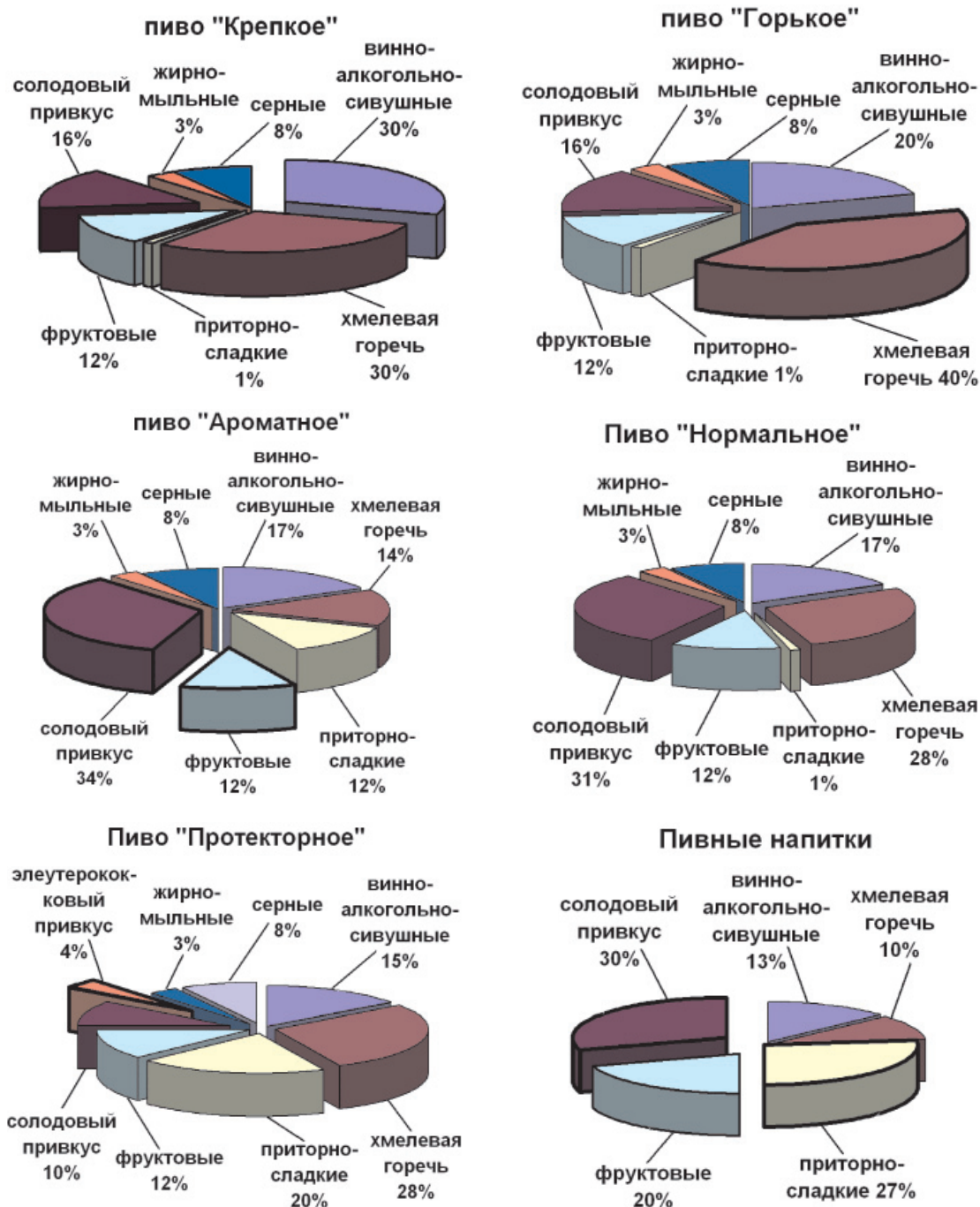


Рис. 2. Предлагаемая товароведная классификация групп пива по типовым вкусоароматическим признакам, учитывающая сегментацию потребительского рынка

Важно заметить, что большинство корректирующих воздействий, связанных с добавками или разбавлениями, можно реализовать автоматизированными дозирующими техническими устройствами для жидких или сыпучих продуктов (по весу или по объёму); причем весь арсенал этих устройств имеет хорошо отлаженную систему автоматизации. При этом технические устройства, реализующие воздействия на основной процесс в виде изменения температуры внутренней среды (охлаждение или нагрев), имеют хорошо отлаженную систему автоматической регуляции с обратной связью, а также ресурс запасной мощности.

В составе созданной нами технологической системы использован новый принцип управления каждым отдельным технологическим этапом, а также всем технологическим процессом на основе принципиально новой двухуровневой интеллектуальной нейронной сети, в которой каждый формальный нейрон нижнего уровня обладает обратной связью и управлением по отклонению от заданных моделью сравнения диапазонов значений параметров качества полупродукта в процессе его биотехнологического превращения из сырья в готовый продукт (патенты 2391388, 2396101) [10].

Автором предложена товароведная классификация пива и пивных напитков, учитывающая сегментацию потребительского рынка России (рис. 2) [13].

Заключение

Для производства пива с заданными вкусоароматическими свойствами и пониженными токсикологическими характеристиками мы предлагаем комплекс из одиннадцати защищенных патентами инноваций по оптимизации технологического процесса, что позволит исключить возможность попадания и накопления токсичных веществ в готовом продукте, а также на принципах интеллектуальных нейронных сетей создать гибкие технологические линии, адаптивные к изменению потребительского спроса. В частности, озono-воздушная стерилизация и микронизация зернового зерна позволяет исключить попадание микотоксинов в сусло; автоматизированное управление процессом фильтрации позволяет в несколько раз ускорить фильтрацию затора в «кипящем слое дробины» под контролем полноты экстракции дробины; низкотемпературный режим варки сусла с СВЧ-пастеризацией исключает возможность попадания в пиво психотропных и канцерогенных компонентов; модернизация режимов главно-

го брожения позволяет в фазе гликолиза в автоматическом режиме управлять накоплением этанола, а также контролировать концентрацию побочных продуктов брожения, формирующих органолептический профиль пива; изменениями технологического режима или добавками вкусоароматических компонентов можно управлять профилем «вкусоароматического букета», регулируя соотношения солодового привкуса, хмелевой горечи, солодковой сладости, требуемой терпкости и степени минерализации напитка.

Перспективу реализации наших предложений мы видим в необходимости переориентировать европейских пивоваров на производство пива и пивных напитков с повышенным вкусоароматическим букетом при ориентации на устойчивые социальные группы потребителей с возможностью удовлетворения меняющегося потребительского спроса. Этот принцип соответствует рекомендациям ВОЗ, направленным на перевод потребления населения с крепких напитков на вина и вкусоароматические пивные напитки.

Для производства «протекторного» пива предложено перед окончательной фильтрацией пива дозированное внесение веществ, нивелирующих вредное влияние на здоровье потребителя этанола в сочетании с потенциально токсичными микропримесями состава пива [13].

Список литературы

1. ГОСТ Р 51705.1-2001. Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования – Введ. 2001-07-01 (последние изменения 18.05.2011) – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 12 с.
2. Третьяк Л.Н., Герасимов Е.М. Устройство осушки и стерилизации зернопродуктов // Патент России № 98091. 2010, Бюл. № 28.
3. Третьяк Л.Н., Герасимов Е.М. Низкотемпературный сушарочный котел // Патент России № 97130. 2010, Бюл. № 28.
4. Третьяк Л.Н., Герасимов Е.М. Способ производства пива // Патент России № 2383587. 2008, Бюл. № 7.
5. Третьяк Л.Н., Герасимов Е.М. Способ производства пива // Патент России № 2423417. 2011, Бюл. № 19.
6. Гернет М.В., Третьяк Л.Н., Герасимов Е.М. Способ оценки органолептических показателей качества пива // Патент России № 2281498. 2006, Бюл. № 22.
7. Третьяк Л.Н., Герасимов Е.М., Зобков М.С. Фильтрационный автомат // Патент России № 2405812. 2010, Бюл. № 34.
8. Третьяк Л.Н., Герасимов Е.М. Устройство для размножения семенных пивных дрожжей // Патент России № 98001. 2010, Бюл. № 27.
9. Третьяк Л.Н., Федорченко В.И. Фотометрический способ определения диацетила в пиве // Патент России № 2415418. 2011, Бюл. № 9.
10. Третьяк Л.Н., Герасимов Е.М. Способ получения пивного сусла // Патент России № 2391388. 2010, Бюл. № 16.

11. Третьяк Л.Н., Герасимов Е.М., Зобков М.С. Способ управления процессом пивоварения // Патент России № 2396101. 2010, Бюл. № 22.

12. Третьяк Л.Н. Технология производства пива с заданными свойствами: монография. – СПб.: Изд-во «Профессия», 2012. – 463 с.

13. Третьяк Л.Н. Методологические основы и управления качеством пива с заданными потребительскими свойствами и технология его производства в условиях информационной неопределенности: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М., 2013. – 51 с.

References

1. GOST R 51705.1-2001. Quality system. Quality management of food products based on the principles of HACCP. General requirements – an Introd. 2001-07-01 (last modified 18.05.2011) – М.: Institute Publishing house of standards, 2004. 12 p.

2. Tretyak L.N., Gerasimov E.M. Device drying and sterilization of grain // Patent of Russia no. 98091. 2010. Bulletin no. 28.

3. Tretyak L.N., Gerasimov E.M. Low-temperature brew boiler // Patent of Russia no. 97130. 2010, Bulletin no. 28.

4. Tretyak L.N., Gerasimov E.M. Beer production method // Patent of Russia no. 2383587. 2008, Bulletin no. 7.

5. Tretyak, L.N., Gerasimov E.M. Beer production method // Patent of Russia no. 2423417. 2011, Bulletin no. 19.

6. Gernet M.V., Tretyak, L.N., Gerasimov E.M. Method of estimation of parameters of quality beer // Patent of Russia no. 2281498. 2006, Bulletin no. 22.

7. Tretyak, L.N., Gerasimov E.M., Sobkow M.S. Filtration machine // Patent of Russia no. 2405812. 2010, Bulletin no. 34.

8. Tretyak, L.N., Gerasimov E.M. Device for reproduction of seed yeast // Patent of Russia no. 98001. 2010, Bulletin no. 27.

9. Tretyak L.N., Fedorchenko V.I. Photometric method for the determination of diacetyl in beer // Patent of Russia no. 2415418. 2011, Bulletin no. 9.

10. Tretyak L.N., Gerasimov E.M. A method of obtaining a wort // Patent of Russia no. 2391388. 2010, Bulletin no. 16.

11. Tretyak L.N., Gerasimov E.M., Sobkow M.S. The method of controlling the brewing process // Patent of Russia no. 2396101. 2010, Bulletin no. 22.

12. Tretyak L.N. The technology of beer production with desired properties: monography /L. N. Tretyak. SPb.: The publishing Profession, 2012. 463 p.

13. Tretyak L.N. Methodological framework and quality control of beer with the given consumer properties and the technology of its production in the conditions of information uncertainty: abstract of dissertation doctor of technical Sciences. М., 2013. 51 p.

Рецензенты:

Медведев П.В., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Коммерция и маркетинг», Оренбургский филиал ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», г. Оренбург;

Коротков В.Г., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Машины и аппараты химических и пищевых производств», ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург.

Работа поступила в редакцию 26.08.2014.