

Казымов Мирза Салех оглы, к.т.н.,

Азербайджанский Технологический Университет, Азербайджан, г. Гянджа

Вердиев Сакит Гамбай оглы, д.т.н., профессор,

Азербайджанский Технологический Университет, Азербайджан, г. Гянджа

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ КРАСНЫХ ВИН

Аннотация: Процесс брожения виноградного сусла представляет собой сложную биотехнологическую систему, для исследования которой предлагается использование методологии системного анализа, согласно которой весь технологический процесс переработки винограда представляется в виде иерархической системы. На базе этой схемы строятся математические модели для отдельных подсистем. Предлагаемый подход позволяет повысить эффективность управления процессом виноделия и соответственно повысить качество конечного продукта-вина.

Ключевые слова: Виноделие, процесс брожения, биотехнологический процесс, системный подход, моделирование процесса.

Abstract: the process of fermentation of grape must is a complex technological system, for the study of which it is proposed to use the methodology of system analysis, according to which the entire technological process of processing grapes is represented as a hierarchical system. Based on this scheme, mathematical models are built for individual subsystems. The proposed approach makes it possible to increase the efficiency of wine-making process management and, accordingly, to improve the quality of the final product-wine.

Keywords: Winemaking, fermentation process, biotechnological process, system approach, process modeling.

С позиций современного системного анализа химико-технологических и биохимических процессов биотехнологические, в том числе и пищевые, производства представляют собой сложные детерминировано-стохастические, нелинейные и неоднородные системы, функционирующие в условиях неполной информации о внутренней структуре и внешних воздействиях, анализ которых требует максимально возможного учета физико-химико-биологических особенностей на клеточном, популяционном, биоценоотическом и аппаратурно-технологическом уровнях функционирования этих систем [1].

Процесс производства сухих вин представляет собой сложную микробиологическую систему, чрезвычайно сложная многоступенчатая иерархическая организация которой затрудняет построение прочного теоретического фундамента, основанного на строгих законах, выраженных в количественной форме, а обширный накопленный объем знаний в литературе представлен в описательной форме.

Многостадийный технологический процесс переработки винограда в совокупности с его аппаратурным оформлением образует биотехнологическую систему (БТС), исследование которой становится невозможным при использовании лишь интуиции научных работников или качественной характеристики системы и требует достаточно точного и строгого количественного анализа [2].

Основными этапами системного исследования являются:

1. Постановка задачи (определение цели) исследования.
2. Анализ системы (качественный анализ структуры системы, декомпозиция БТС на подсистемы; формализация системы, построение математических моделей элементов БТС; идентификация математических моделей элементов).
3. Синтез системы (построение общей математической модели БТС; разработка алгоритма расчета и оптимизации системы по модели; расчет на ЭВМ вариантов функционирования БТС, ее параметров).

4. Решение задач оптимизации и управления (определение оптимальной структуры БТС, параметров ее функционирования исходя из критерия эффективности).

Главным понятием системного анализа является понятие системы, с позиции которого все процессы, осуществляемые при переработке винограда в сухие столовые вина, рассматриваются как отдельные элементы единой биотехнологической системы, под которой понимается последовательность или совокупность операций, выполняемых в одном аппарате или группе аппаратов, связанных единым технологическим циклом и образующих технологические стадии многоного процесса переработки винограда. В результате из исходного сырья - винограда - образуется промежуточный продукт – сусло, а из сусла - конечный продукт – виноматериал [3].

Анализ системы предполагает два аспекта: смысловой, т.е. предварительный анализ априорной информации о биохимических особенностях системы, и математический, т.е. количественный анализ структуры математических зависимостей, которые могут быть положены в основу описания процесса. При этом смысловой аспект анализа помимо того, что дает наглядное представление о структуре эффектов, должен служить источником важной количественной информации о системе.

Целью качественного аспекта системного анализа является выявление структуры исследуемого объекта. Под выявлением структуры понимается выделение набора основных факторов, характеризующих объекты, и описание каждого из объектов в терминах этих факторов. Иерархическая структурная схема БТС в зависимости от степени её детализации может охватывать большое число уровней, начиная от ферментативных реакций на уровне отдельных клеток и кончая уровнем функционирования целых подсистем, например: дробление винограда, отстаивание сусла, брожение и др. Однако количественный анализ такой структурной схемы в целом с использованием методов математического моделирования представляет сложную задачу.

Первым этапом технологического процесса является приемка винограда и его классификация по сорту и качеству [2]. На этом этапе необходимо определить сорт винограда, наличие сортосмеси в отдельных партиях поступающего с полей винограда, его сахаристость и физическое состояние. Большинство анализов производится вручную лаборантским составом завода.

Главный винодел на основе проведенных анализов организует дальнейшую схему переработки винограда в виноматериал. От качества анализов и правильности решения главного винодела во многом зависит качество будущего вина. В условиях кратковременности сезона переработки (20-25 дней) и напряженности работы решения, принимаемые даже опытными виноделами, не всегда оказываются оптимальными, так как они принимаются на основе интуиции, а не научно обоснованно. На основе принятого решения виноград поступает в различные технологические участки, на которых производится определенный тип вина. На этих участках производятся дробление, стекание и отстаивание. Стадия отстаивания включает дополнительные операции сульфитирования и охлаждения, предназначенные для предотвращения окисления и преждевременного забраживания суслу.

Одна из главных стадий - стадия брожения - будет протекать эффективно лишь в том случае, если качественно будут проведены все предыдущие технологические операции. В конце брожения полученный виноматериал после выделения дрожжевой биомассы поступает на хранение и дальнейшую переработку. Эти этапы также имеют заметное влияние на качество вина. Так, при частых перекачках вина, связанных с выделением биомассы, происходит нежелательное обогащение кислородом, приводящее к окислению.

Из рассмотрения упрощенной технологической схемы процесса вытекает, что нижний уровень процессной подсистемы БТС представлен простейшими, элементарными процессами, которые неделимы в известном смысле и называются операциями - технологическими или организационными. Операции протекают в соответствии с тем или иным законом, неизменным в пределах данной операции.

Операции, связанные с технологической переработкой винограда и сока, являются основными, а все прочие - вспомогательными, хотя с точки зрения управления деление операции на основные и вспомогательные, не имеет принципиального значения. Примерами элементарных операций являются: приемка винограда, дробление, стекание, отстаивание, брожение и т.д.

Аппаратурное оформление рассматриваемого технологического процесса также можно представить в виде иерархической структуры. Элементами аппаратурного оформления следует считать аппарат периодического действия для сбрасывания суслу - крупный резервуар, а точнее, резервуар со вспомогательным оборудованием, обеспечивающим его работоспособность.

В БТС широко используется разнообразное технологическое оборудование: основное, где осуществляется технологическая обработка сырья (сюда относятся дробилки, стекатели, отстойники и реакторы), и вспомогательное, к которому можно отнести насосы, компрессоры, теплообменники и др. [4].

Из анализа технологической схемы процесса становится очевидным, что анализ и синтез оптимальной технологической схемы, отвечающей высоким требованиям к качеству продукта, требуют комплексного рассмотрения системы в целом, учета взаимосвязей между отдельными элементами БТС. Все это приобретает реальность только в условиях высокой степени формализации функционирования системы с использованием количественных оценок. Качество продукта в этом аспекте является функцией наивыгодного взаимодействия между элементами БТС и качеством работы самих технологических аппаратов. При рассмотрении главного звена системы - бродильного аппарата – также применяется системный подход.

В крупнотоннажном резервуаре-ферментере одновременно протекают процессы как на микроуровне - биохимические бродильные процессы, так и на макроуровне - процессы массо- и теплопередачи, которые обусловлены макро гидродинамической обстановкой в аппарате в целом.

Совокупность явлений, сопровождающих брожение виноградного сока в резервуаре-ферментере, обладает всеми характерными признаками сложных физико-биохимических систем - сложностью структуры, большим числом элементов, прямыми и обратными связями, сложным взаимодействием между элементами, многочисленными уровнями иерархии, значительным объемом информации, циркулирующей в системе.

Уровень сложности бродильного аппарата как системы определяется многообразием элементарных физико-химических и биохимических эффектов, насыщенностью взаимных влияний между ними, совмещенностью и взаимодействием явлений различной природы в локальном объеме пространства и в аппарате в целом [4]. Математическая модель системы формируется на базе использования фундаментальных законов физики, химии, биохимии и микробиологии. Точность такого количественного описания, ее адекватность реальному сложному процессу зависит от точности и правильности представлений законов, описывающих элементарные процессы и их взаимосвязь. Как отмечалось, системный анализ процессов в бродильном аппарате предполагает разбивку множества протекающих в нем явлений на микро- и макроуровни. На микроуровне (микрокинетика процесса) исследуются микробиологические явления в популяции микроорганизмов. К факторам, определяющим макроуровень, относятся эффекты гидродинамические, тепловые, диффузионные крупномасштабного характера, структура которых в значительной мере формируется особенностями конструкции аппарата, характером и интенсивностью тепловыделений [5].

Системная точка зрения на процесс брожения позволяет развить обоснованную стратегию комплексного (т.е. физико-химической, микробиологической, термодинамической, гидродинамической и кибернетической точек зрения) анализа процесса и на этой основе построить развернутую программу синтеза его математической модели.

Библиографический список:

1. Вердиев С.Г., Дорохов И.Н., Марков Е.П. Системный анализ биотехнологической системы // Пищевая промышленность. – 1988. - № 5. – С.29-31.

2. Валуйко Г.Г. Технология столовых вин. – М.: Пищевая промышленность, 1969. – 303 с.

3. Вердиев С.Г. Сбраживание сула в крупных аппаратах //Пищевая промышленность. – 1988. - № 3. – С.17-19.

4. Вердиев С.Г., Винаров А.Ю. Моделирование БТС производства вин //Биоавтоматика. София. – 1987. – Кн.6.

5. Казымов М.С., Вердиев С.Г., Полянский М.А., Гордеев Л.С. Расчет режимов охлаждения бродильных аппаратов //Изв. Вузов СССР. Пищевая технология. – 1988. - № 4. – С.104-107.