

*О.В. Дымар, Е.В. Ефимова*

*Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## **СИНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДОБАВОК В ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

*(Поступила в редакцию 08.04.2015 г.)*

*Исследованы синергетические эффекты взаимодействия пищевых ингредиентов в технологиях производства продуктов питания. Установлено, что синергетический эффект может наблюдаться в смесях эмульгаторов, загустителей, подсластителей, антиокислителей, консервантов, а также между различными биологически активными веществами.*

Создание современных продуктов неразрывно связано с использованием вспомогательных пищевых ингредиентов, зачастую, формирующих физические и органолептические свойства продукта. Их применение в продуктах питания ограничивается только уровнем достижения требуемого технологического эффекта (например, заданной вязкости для загустителя, цвета для красителя и др.), а величина допустимого суточного употребления не регламентируется. В связи с этим на производстве наблюдается некоторое беспорядочное совместное использование таких пищевых добавок, которое не учитывает эффекты, которые неизбежно возникают при совместном использовании нескольких, особенно разнородных, добавок, что не редко приводит к неоправданному завышению дозы их внесения, а иногда и к прямому ухудшению качества пищевых продуктов.

Все пищевые ингредиенты по видам и направлениям их использования в соответствии с технологическими функциями можно разделить на несколько наиболее важных групп:

– вещества, регулирующие вкус пищевого продукта (ароматизаторы, вкусовые добавки, подслащивающие вещества – заменители сахара и подсластители, широкий класс кислот и регуляторы кислотности);

– вещества, улучшающие внешний вид продукта (красители, отбеливатели, стабилизаторы окраски);

– вещества, регулирующие консистенцию и формирование текстуры (загустители, гелеобразователи, стабилизаторы, эмульгаторы, разжижители и пенообразователи);

– вещества, повышающие сохранность продуктов и увеличивающие сроки хранения (консерванты, антиоксиданты, и влагоудерживающие агенты);

– вспомогательные вещества (осветляющие и фильтрующие материалы, флокулянты и сорбенты; экстракционные и технологические растворители; катализаторы; питательные вещества (подкормка) для дрожжей; ферментные препараты; материалы и носители для иммобилизации ферментов; другие вспомогательные средства (с другими функциями, не указанными ранее);

– функциональные ингредиенты (пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты, пробиотики, пребиотики (ди- и трисахариды; олиго- и полисахариды; многоатомные спирты; аминокислоты и пептиды; ферменты; органические низкомолекулярные и ненасыщенные высшие жирные кислоты; антиоксиданты; полезные для человека растительные и микробные экстракты), синбиотики).

Европейское законодательство по пищевым ингредиентам представлено Стандартом Codex Alimentarius, Регламентами и Директивами ЕС. В Республике Беларусь использование пищевых ингредиентов регламентируется соответствующими Техническими регламентами и Санитарными нормами и правилами, Гигиеническими нормативами. Однако для эффективного применения пищевых добавок требуется создание методики их подбора и внесения с учетом синергетических эффектов взаимодействия, функциональных свойств, вида продукта, особенностей сырья, состава пищевой системы, технологии, а иногда – упаковки и хранения.

**Синергизм** (от греч. synergos: [syn] вместе; [ergos] действующий, действие) – это взаимодействие двух или более факторов, характеризующееся тем, что их совместное действие существенно превосходит эффект каждого компонента по отдельности (преумножающий эффект).

Синергизм компонентов пищевых систем может проявляться простым суммированием или потенцированием эффектов. Эффект *суммирования* (аддитивный) наблюдается при простом сложении отдельных эффектов каждого из компонентов. Если при введении нескольких веществ их общий эффект превышает (иногда существенно)

сумму эффектов отдельных веществ, это свидетельствует о *потенцировании* (истинный синергизм).

Синергизм может быть прямой (если оба соединения действуют на один субстрат) или косвенный (при разной локализации их действия).

Поскольку в состав пищевых структур помимо основных нутриентов (углеводов, белков и жиров) входят другие ингредиенты и добавки для достижения желаемых свойств, то исследования взаимодействия между этими компонентами в конкретных пищевых дисперсиях, поиск синергизма компонентов может служить основой для проектирования новых пищевых продуктов [1].

**Эмульгаторы.** Применение синергических смесей эмульгаторов позволяет не только усилить эффективность их целевого действия, например, образования эмульсии, но и расширить спектр их технологических функций.

Наиболее известными и распространенными сегодня являются композиции таких эмульгаторов, как лецитины и моноглицериды. Их синергическое взаимодействие, основанное на двух разных механизмах стабилизации дисперсных систем, используют изготовители комплексных добавок (Palsgaard, Danisco, Degussa, Solae, ПАВ Нижегородского масложирового комбината и др.). Моноглицериды и лецитин повышают эмульгирующую способность друг друга и обеспечивают проявление эффекта сразу в нескольких направлениях [1, 2].

Необходимо отметить, что синергическое действие эмульгаторов проявляется не только в условиях их одновременного внесения в составе комплексной пищевой добавки. Этот эффект наблюдается и в том случае, если эмульгаторы вводят в состав продукта на разных этапах технологического процесса. Примером этому может быть использование комбинаций моноглицеридов мягких и порошкового обезжиренного лецитина в спредах, когда технологией производства продукта предусмотрено внесение этих добавок на разных стадиях [3].

Некоторые эмульгаторы (например, лактилаты) проявляют синергизм с функциональными белками. Комбинации лецитинов и белков могут синергически повышать стабильность эмульсий. Взаимодействие между ними приводит к снижению поверхностной активности, разупорядочиванию третичной структуры белка, изменению суммарного заряда белковой молекулы. Эффект синергизма связан со структурными особенностями фосфолипидных и белковых молекул, а также с составом и свойствами стабилизируемой пищевой системы. Так,

стабилизирующие свойства протеинов зависят от рН, присутствия солей и температуры. Эти условия определяют электростатическое притяжение или отталкивание и стерическую активность против коалиценции. Если белки проявляют эффект загущения, устойчивость эмульсии может повышаться также за счет увеличения вязкости дисперсионной среды [3].

**Гидроколлоиды.** Основными требованиями, предъявляемыми к функциональным свойствам гелеобразователей, являются низкая критическая концентрация гелеобразования, высокая прочность, отсутствие синерезиса. Кроме того, учитываются санитарно-гигиенические показатели, органолептические свойства добавки, удобство применения и цена. Все вышеназванные параметры могут быть достигнуты с меньшими затратами и лучшим результатом при использовании многокомпонентной системы синергетиков.

Критерием эффективности комбинаций гидроколлоидов является проявление синергического эффекта, который может выражаться в повышении вязкости растворов при существенно сниженных концентрациях загустителей, в инициировании процесса гелеобразования, изменении реологических характеристик и свойств образуемых гелей [3].

Показатели смесей гелеобразователей-полисахаридов, определяющие степень и природу синергизма, следующие:

1. Диспергируемость сухих порошков в воде и растворах.
2. рН систем.
3. Вязкость систем.
4. Вязкость систем после термообработки.
5. Органолептические показатели систем (косвенно).
6. Наличие синерезиса в системах.
7. Структурно-механические показатели систем.
8. Концентрации гелеобразователей и добавок (при их наличии) [4].

Отдельные примеры синергических смесей гидроколлоидов приведены ниже.

*Комбинации, повышающие вязкость раствора:*

- карбоксиметилцеллюлоза + гуаровая камедь;
- ксантановая камедь + k-каррагинан;
- ксантановая камедь + гуаровая камедь;
- карбоксиметилцеллюлоза + гидроксипропилцеллюлоза;
- ι-каррагинан + крахмал.

*Комбинации, вызывающие гелеобразование:*

- камедь рожкового дерева + k-каррагинан;

- камедь рожкового дерева + ксантановая камедь;
- конжакковый маннан + k-каррагинан;
- конжакковый маннан + ксантановая камедь;
- конжакковый маннан + агар;
- k(1)-каррагинан + молочный белок;
- пектин + молочный белок [1, 5].

Аналогичный синергический эффект повышения вязкости может быть достигнут при сочетании отдельных загустителей с некоторыми биополимерами белковой природы. К ним относятся, например, комбинации карбоксиметилцеллюлозы с казеином или соевым протеином [6], комбинировании камедей с некоторыми белками, например, белками молока [7].

Самой распространенной комбинацией является система ксантановая камедь + гуаровая камедь. Сочетание гуаровой и ксантановой камедей (соотношение гуар : ксантан составляет 1:2) дает возможность получать гели, которые плавятся при 80–90 °С.

Синергизм смеси камедей ксантана и рожкового дерева (в соотношении 2:3) при низких дозировках (0,2% к готовому продукту) обеспечивает повышение вязкости пищевой системы, а при более высоких – приводит к образованию высокоэластичного геля.

1-каррагинан в комбинации с крахмалом увеличивает вязкость пищевой системы в 10 раз по сравнению с результатом действия одного крахмала. Такой эффект проявления синергизма позволяет производителям уменьшить содержание крахмала и улучшить вкусовые свойства таких пищевых продуктов, как пудинги и фруктовые начинки для пирогов.

Одним из важных проявлений качественного синергизма в растворах гидроколлоидов является формирование новой текстуры пищевой системы. С этой целью часто ксантановую камедь сочетают с пектином и геллановой камедью. Комбинации этих гидроколлоидов при варьировании их соотношений позволяют получать различные консистенции продукта.

Несмотря на то, что камедь рожкового дерева не образует гели, она проявляет синергизм с каппа-каррагинаном. Каппа-каррагинан/камедь рожкового дерева – гели достаточно сильные, эластичные. Такие гели меньше подвержены синерезису, чем просто каппа-каррагинан – гели. Максимально-сильные гели образуются при использовании этих компонентов в сочетании каппа-каррагинан/камедь рожкового дерева в соотношении 2:1, тогда как минимального синерезиса возможно

добиться при сочетании 1:4. Для полного растворения камеди рожкового дерева необходима температура 82 °С. Такие гели являются термообратимыми [1].

Одним из наиболее эффективных гелеобразователей является альгинат, основные недостатки которого (относительная «хрупкость» гелей и наличие частичного синерезиса), можно устранить при его совместном использовании с другими полисахаридами, например, с пектином, который лишен данных недостатков. Применение таких композиций позволяет целенаправленно регулировать структурно-механические свойства гелей (студней), а также снижать затраты на производство продукции [8].

Каррагинаны проявляют синергизм со многими гидроколлоидами, но самое известное синергетическое взаимодействие – с молочным белком. Например, прочность гелей стабилизаторов на основе каррагинанов в молочной среде примерно в 2 раза превышает показатель водных гелей. Следствие синергизма является очень высокая эффективность и очень низкая необходимая концентрация каррагинанов в молочных средах. Так, концентрации каррагинана 150–200 мг/кг достаточно для предотвращения отделения сыворотки в целом ряде молочных продуктов не только при производстве, но и в течение всего срока хранения. Это касается мороженого и молочных коктейлей, сливочного сыра и молочных десертов. В шоколадном молоке такое ничтожное количество каррагинана может предотвратить отделение сыворотки, а также образовать стабилизирующую сетку, которая будет поддерживать частицы какао во взвешенном состоянии [9, 10].

Инулин может стабилизировать воду в кремовую структуру, что позволяет заменить им часть содержания жира и снижает стоимость продукции с сохранением вкуса полножирного продукта. С технологической точки зрения, инулин проявляет различные свойства, такие как концентрата-сгустителя, эмульгатора, геля для формования, заменителя сахара и жира, увлажнителя, депрессора температуры замерзания, поверхностно-активных веществ, пенообразователя, стабилизатора и наполнителя. Он улучшает стабильность эмульсии и пены, которые используются в качестве стабилизатора, кремообразователя, наполнителя в различных пищевых продуктах. Отмечен синергизм взаимодействия между инулин-гелем и другими ингредиентными веществами, такие как желатин, альгинаты, каррагинины, пектины, мальтодекстраны [11].

**Усилители вкуса и аромата, подсластители.** Замену сахарозы в продуктах питания иногда бывает очень сложно осуществить, так как она обладает естественно сладким вкусом, а подсластители имеют сладость искусственную, неприродную. Для регулирования вкуса подслащивающих веществ на практике зачастую применяют смесевые подсластители. Чаще всего используют сразу два, реже три и больше подсластителей. При этом возможно проявление синергического эффекта двух типов:

– качественный синергизм – улучшение вкуса смеси (т.е. приближение к вкусу натурального сахара) при использовании нескольких подсластителей вместо одного, что связано с так называемыми профилями вкуса индивидуального подсластителя. Т.е. специально подобранные смеси подсластителей по вкусу ближе к сахару, чем составные части по отдельности. Например, ацесульфам калия отличается быстро наступающим, но малоустойчивым вкусом сладости, который относительно быстро проходит. Сладость аспартама наступает с некоторым запаздыванием (на 4–6-й секунде), но держится продолжительное время (76–77 с), и поэтому комбинация профилей вкуса индивидуальных подсластителей дает ощущение сладости. Сочетая эти подсластители, можно добиться вкуса, который в наибольшей степени приближен к вкусу сахара [12];

– количественный синергизм – снижение доз подсластителей при их совместном употреблении за счет взаимного усиления сладости, т.е. такая смесь имеет больший коэффициент сладости, чем можно было бы ожидать при простом сложении. Благодаря этому значительно снижаются затраты на изготовление продукта [13]. Например, всего 320 мг смеси равных частей аспартама и ацесульфама обладают той же сладостью, что и 500 мг каждого из этих подсластителей в отдельности [14].

«Вкусовая сила» инозината и гуанилата значительно превышает «вкусовую силу» глутамата. Несмотря на это, по отдельности они используются редко. Применение находит их смесь, которую, в свою очередь, рекомендуется использовать вместе с глутаматом. При этом достигается наибольшая экономия за счет эффекта синергизма. Например, вместо 4,5 кг глутамата можно использовать 1 кг глутурината – смеси глутамата, инозината и гуанилата в определенном соотношении [15, 16, 17].

**Антиоксиданты, консерванты.** Применение антиоксидантов замедляет процесс окисления путем взаимодействия с кислородом

воздуха (не допуская его реакции с продуктом), прерывая реакцию окисления (деактивируя активные радикалы) или разрушая уже образовавшиеся пероксиды. Применение индивидуальных антиокислителей не позволяет полностью предохранить продукты от окислительной порчи. Усиление эффективности смесей антиоксидантов обычно достигается сочетанием антиокислителей с разным механизмом антиокислительного действия. Процесс окисления является самоускоряющимся. Поэтому, чем раньше к продукту добавлен антиокислитель, тем большего эффекта можно от него ожидать. Наоборот, если скорость окисления уже достигла своего порогового значения, добавлять антиоксидант бесполезно.

Усиления антиокислительного действия можно также добиться, используя антиокислители или их смеси в комбинации с веществами, которые сами или не обладают антиокислительным действием, или являются слабыми антиоксидантами. К таким веществам (синергисты) относятся некоторые многоосновные органические гидроксикислоты (лимонная и др.), их соли, амины, полифосфаты, ЭДТА и др. [3].

Кислоты являются донорами водорода, необходимого для регенерации антиокислителей, а действие комплексообразователей основано на связывании (переводе в неактивную форму) ионов металлов, катализирующих окисление [15].

Примером такого синергизма являются антиоксиданты компании DSM Nutrition Products, которые включают аскорбилпальмитат (25%) и dl- $\alpha$ -токоферол (5%), оказывающие синергетическое влияние друг на друга, и лецитин (70%). Рекомендуемая дозировка для стабилизации растительных масс и животных жиров – 200–2000 мг/кг [3].

Наличие синергизма между фосфолипидами и токоферолами связано со способностью фосфолипидов отдавать атом водорода своей аминогруппы и регенерировать тем самым окисленную молекулу антиоксиданта фенольной природы. При этом фракция фосфолипидов-фосфатидилэтаноламин проявляет более высокий синергизм в присутствии  $\delta$ - и  $\gamma$ -токоферолов. Очень эффективной является комбинация природного антиоксиданта  $\alpha$ -токоферола и смеси фосфатидилхолина, фосфатидилэтаноламина и кардиолипина, а также композиция  $\alpha$ -токоферола с индивидуальными фосфолипидами. Наиболее высокий антиоксидативный эффект отмечен для смеси  $\alpha$ -токоферола и фосфатилэтаноамина.

Так как различные консерванты могут воздействовать на клетку микроорганизма по-разному (блокировать синтез белка, подавлять

активность ферментов, разрушать ДНК, клеточную мембрану, нарушать механизмы транспорта питательных веществ) и имеют различный спектр действия, при совместном применении они могут проявлять эффект синергизма. Например, эффективно сочетание низина и сорбата калия при консервировании овощей, сорбиновой кислоты (сорбата калия) с бензойной кислотой (бензоатом натрия) – для увеличения сроков годности эмульсионных продуктов.

Лактатсодержащие ингредиенты регламентированы как регуляторы кислотности, синергисты антиокислителей, влагоудерживающие агенты, улучшители муки и хлеба, стабилизаторы, комплексообразователи. Их многофункциональность объясняется синергическими взаимодействиями их компонентов.

По воздействию на бактерии молочная кислота является более эффективной по сравнению с уксусной и лимонной. Однако при совместном воздействии молочной и уксусной кислот достигается более сильный антимикробный эффект при меньшей кислотности.

Молочная кислота и лактаты хорошо совместимы, поэтому их сочетание целесообразно использовать в комплексных добавках для обеспечения необходимой кислотности перерабатываемой массы, установления профиля вкуса продукта, стабилизации окраски и обогащения продукта микро- и макроэлементами. Причем комплексные добавки эффективнее индивидуальных лактатсодержащих добавок по антимикробному, антиокислительному и технологическому действию. Это обусловлено совокупностью физико-химических свойств добавок, в частности более высокими значениями буферной емкости и содержания лактат-ионов. Введение такой добавки в продукт изменяет активность ионов водорода, окислительно-восстановительный потенциал пищевой системы, снижает активность воды, в результате чего достигается замедление роста нежелательной микрофлоры. Также снижается интенсивность окисления жиров благодаря способности лактат-ионов связывать присутствующие в незначительных количествах тяжелые металлы, что повышает безопасность продукта питания [3, 12, 18].

Применение синергически действующей смеси позволяет достигнуть снижения общего содержания консервантов в продукте питания и уменьшения возможных побочных эффектов (в частности – органолептических) [14, 15].

**Биологический синергизм.** Эффект синергизма между разными биологически активными веществами можно рассматривать как увеличение эффективности каждого из них в отдельности.

Так Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты ( $\omega$ -3-ПНЖК) обладают оздоровительными свойствами и защищают от сердечно-сосудистых заболеваний, однако лишь в том случае, если они сочетаются с витамином Е. В изолированной форме эти вещества часто теряют свою действенность или же вообще не могут быть переработаны организмом.

Широко распространен лецитин, который представляет собой эссенциальные фосфолипиды, содержащие незаменимые жирные кислоты (линолевую, линоленовую и многие другие), которые не синтезируются в организме. Между тем в составе фосфолипидов полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) не только способствуют снижению уровня холестерина в крови, но и, поступая в структурно более активной и защищенной форме, сами проявляют антиоксидантные свойства, что способствует улучшению обмена веществ в организме. Также установлено, что эссенциальные фосфолипиды наряду с гипополипидемическим эффектом оказывают гипокоегуляционное, антиагрегантное, противовоспалительное и иммуномодулирующее действие.

Перспективной является комбинация эссенциальных фосфолипидов с L-карнитином. Эта комбинация не только улучшает работу митохондриальной мембраны за счет нормализации фосфолипидного ее состава, но и способствует переносу жирных кислот для  $\beta$ -окисления и, как следствие, восстановлению энергетического биопотенциала клетки, увеличивая ее живучесть, устойчивость к гипоксии и ишемии (в том числе и в спортивной медицине). Помимо ускорения процесса  $\beta$ -окисления жирных кислот, сочетание эссенциальных фосфолипидов с L-карнитином нормализует липидный спектр сыворотки крови, способствует снижению массы тела за счет мобилизации триглицеридов из подкожно-жировой клетчатки.

Совместное применение эссенциальных фосфолипидов и таких микроэлементов, как Se и Cr, представляется эффективной комбинацией фосфолипидов и антиоксидантов, поскольку нормализует физиологический ответ клеток на действие инсулина как на до-, так и на пострецепторном звене. Результат синергетического взаимодействия эфиров фитостерола и жирных кислот рыбьего жира и эйкозапентаеновой, декозагексаеновой жирных позволяет эффективно улучшать липидный состав крови, снижать риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний [1].

Результаты анализа литературы и собственный опыт авторов убедительно показывают, что без учета синергетических эффектов

взаимодействия пищевых добавок как между собой, так и с отдельными компонентами продукта крайне сложно создать современный продукт. Игнорирование сложных физико-химических процессов, происходящих в продукте при его производстве неизбежно приводит к повышению доз вносимых ингредиентов, увеличению стоимости продукта за счет усложнения технологии и удорожания сырья. В этой связи видится необходимой разработка экспертной системы, которая бы позволяла уже на стадии конструирования продукта максимально полно получить представление о возможных проблемах при его производстве и наметить возможные технико-технологические и рецептурные варианты их решения.

### Литература

1. Красильников, В.Н. Проблемы синергизма пищевых добавок / В.Н. Красильников // *Масла и жиры*. – 2007. – № 9. – С. 6–8.
2. Красильников, В.Н. Проблемы синергизма пищевых добавок / В.Н. Красильников// *Кондитерское и хлебопекарное производство: Специализированный информационный бюллетень*. – 2007. – № 9(72). – С. 2–4.
3. Синергизм пищевых добавок / А.П. Нечаев[и др.]// *Мясные технологии*. – 2007. – №5. – С. 50–52.
4. Кулев, Д.Х. Синергизм пищевых добавок // *Молочная промышленность*. – 2006. – № 8. – С. 79–80.
5. Кочеткова, А.А. Синергизм в растворах гидроколлоидов / А.А. Кочеткова // *Переработка молока: технология, оборудование, продукция*. – 2006. – № 11. – С. 26–27.
6. Нечаев, А.П. Пищевые добавки/ А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова, А.Н. Зайцев. – М.: Колос-Пресс, 2002 – 256 с.
7. Могильный, В.А. В защиту стабилизаторов-эмульгаторов для молочной промышленности / В.А. Могильный // *ООО «Стейдтек», Российский производитель пищевых добавок [Электронный ресурс]*. – Режим доступа: [http://steadtec.ru/?page\\_id=47](http://steadtec.ru/?page_id=47). – Дата доступа: 17.04.2014.
8. Птичкин, И.И. Пищевые полисахариды. Структурные уровни и функциональность / И.И. Птичкин, Н.М. Птичкина.– Саратов: ГУП «Типография № 6», 2009. – 152 с.
9. Загустители и стабилизаторы на основе каррагинанов [Электронный ресурс]/ *Гель-Технологии*. – 2012. – Режим доступа: <http://geltech.ru/content/>. – Дата доступа: 17.04.2014.

10. Зобкова, З.С. Пищевые вещества, формирующие консистенцию и новые свойства молочных продуктов / З.С. Зобкова, Т.П. Фурсова // Молочная промышленность.– 2007.– № 10.– С. 18–19.

11. Пищевые добавки [Электронный ресурс]/ ООО «Фабрика биотехнология». – Режим доступа:<http://www.fabrikbiotech.ru/nasha-produktsiya/pishchevye-dobavki.html>. – Дата доступа: 17.04.2014.

12. Маюрникова, Л.А. Пищевые и биологически активные добавки: учебное пособие / Л.А. Маюрникова, М.С. Куракин. – Кемерово: Кемеровский технол. инст. пищ. пром-сти, 2006. – 124 с.

13. Использование подсластителей в молочной промышленности [Электронный ресурс] / ООО «Фирма «Явента-Плюс». – Режим доступа: [http://www.yaventaplus.ru/main/libs/piwevye\\_ingridienty/stati/ingridienty\\_stati/ispolzovanie\\_podslastitelej\\_v\\_proizvodstve\\_molochnyh\\_produktoy/](http://www.yaventaplus.ru/main/libs/piwevye_ingridienty/stati/ingridienty_stati/ispolzovanie_podslastitelej_v_proizvodstve_molochnyh_produktoy/). – Дата доступа: 17.04.2014.

14. Интенсивные подсластители и сахарозаменители [Электронный ресурс] / Продовольственный торгово-промышленный портал «Продукт.ВУ». – Режим доступа:<http://www.produkt.by/Notice/show/83>. – Дата доступа: 17.04.2014.

15. Сарафанова, Л.А. Пищевые добавки: Энциклопедия / Л.А. Сарафанова. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб: ГИОРД, 2004. – 808 с.

16. Нечаев, А.П. Синергизм пищевых добавок / А.П. Нечаев, В.Н. Красильников, А.А. Кочеткова // Мясные технологии. – 2007. – № 4. – С. 60–62.

17. Усилители вкуса и аромата [Электронный ресурс]/ Медицинский портал. – Режим доступа:[http://www.med39.ru/all\\_e/usiliteli\\_vkusa.html](http://www.med39.ru/all_e/usiliteli_vkusa.html). – Дата доступа: 17.04.2014.

18. Люк, Э. Консерванты в пищевой промышленности / Э. Люк, М. Ягер. – 3-е изд. Пер. с нем. – СПб: ГИОРД, 1998. – 256 с.

*O. Dymar, E. Efimova*

## **SYNERGISTIC EFFECTS OF ADDITIVES INTERACTION IN THE TECHNOLOGIES OF FOOD PRODUCTION**

### **Summary**

Synergistic effects of food ingredients interaction in the technologies of food production are investigated. It is established that the synergistic effect can be observed in the mixes of emulsifiers, thickeners, sweeteners, antioxidants, preservatives, as well as between various biologically active agents.