

Трансглутаминазация — 13-й фактор...

Фермент трансглутаминаза (номер по классификации ЕС 2.3.2.13) открыт японскими учеными в середине прошлого века, в 1959 году. Изначально этот фермент содержится в человеческом организме и известен как 13-й фактор свертывания крови.



– Легально ли применение фермента ТГ в мясных системах?

В промышленности препарат используют в мясных системах, где он катализирует образование ковалентных связей между свободными аминокетильными группами (свободных либо из боковых цепей лизина) и гамма-карбоксамидными группами глутамина. Иными словами, образуя ковалентные поперечные связи между мышечными белками, трансглутаминаза создает сетчатую матрицу, что позволяет «сшивать» кусочки мясного сырья, эффективно удерживать как мясной сок, так и дополнительно вносимую влагу. Прочность образованной белковой структуры зависит от активности фермента, температуры системы, уровня pH и времени ферментации.

В последние годы появилось много научных работ по положительному применению фермента в пищевой промышленности с обоснованием благотворного влияния, к которому относят влагосвязывающую, водо- и жирудерживающую способность, а также структурно-механические свойства. Когда-то прочили, что фермент заменит фосфат в мясной промышленности, но этого не случилось, так как фермент и натриевые соли фосфорной кислоты оказывают совершенно разные воздействия на мышечные волокна. Для производителя трансглутаминаза привлекательна тем, что найти ее в готовой продукции нельзя, а экономическая эффективность данного фермента высока. Это и является ключевым двигателем ее популярности, несмотря на цену.

Уже несколько лет идут активные дебаты между технологами и продавцами фермента по поводу эффективности его применения и недоказанности вреда. Большинство доводов «за» указывают на зарубежный положительный опыт использования фермента, а также на экономический эффект. Противники ссы-

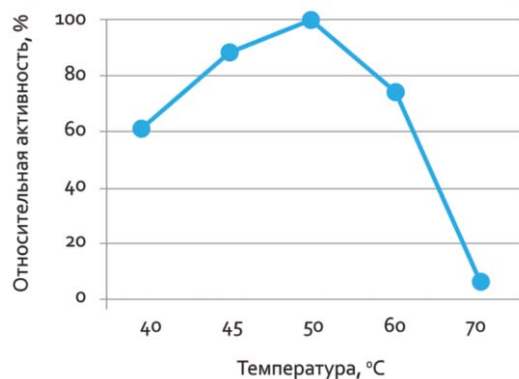
лаются на то, что изначально в ЕС ТГ признана опасным, и на неутешительную статистику ухудшения здоровья населения Европы. Приводятся данные об аутоиммунных заболеваниях как реакции на нахождение фермента в ЖКТ, склейке эпителия кишечника с последующей потерей способности его стенки к всасыванию, доводы о связи применения фермента в промышленности с массовой непереносимостью глютена и массовым бесплодием в Европе. Страшные сказки, околонуточные обывательские разговоры или спланированный глобальный заговор? Разобраться в этом нам помогут специалисты портала «Мясной Эксперт» и представители **ООО «Ревада Эко» (пищевые ингредиенты); компании Campus S.r.l; «Veller Group»; СПК «Хамит».**

Инактивация фермента температурой

В теории во время теплового воздействия ТГ инактивируется. Некоторые продавцы указывают информацию о том, что инактивация фермента идет при 50–55°C, другие источники говорят, что она происходит при температуре свыше 72–75°C на протяжении 5–10 минут (эта формулировка мне встречалась как в научных, так и в рекламных статьях, а это говорит о том, что никто данный факт не перепроверял). Но, как мы знаем, варка мясных продуктов производителями доводится до 70–71°C. Многие не продолжают варку по достижении данной отметки. При какой температуре полностью инактивируется фермент? Можем ли мы гарантировать потребителю его полную инактивацию в готовом продукте?

– Фермент инактивируется от теплового воздействия (механизм инактивации в вареных, п/к и к/в изделиях). Ниже представлена таблица активности фермента в зависимости от температуры, а также таблица инактивации фермента при определенных тем-

Ферментативная активность в зависимости от температуры



пературах в колбасных изделиях диаметром 35–40 мм. Кроме того, необходимо отметить, что при термообработке нужна определенная экспозиция во времени для инактивации фермента.

– Несомненно, в продуктах переработки мяса фермент полностью инактивирован. И не только в продуктах, подвергающихся термообработке, но даже в сырокопченых колбасах, как и в других изделиях, где применяется трансглутаминаза. Например, к ним относится творог, натуральный живой йогурт, где вообще нет нагрева выше температуры сквашивания, т. е. 26–28°C. Конечно, температурная инактивация является наиболее простой и эффективной, а нагрева до 70°C более чем достаточно, но не только этот фактор полностью останавливает действие фермента.

– Трансглутаминаза (протеин-глутамин γ -глутамилтрансфераза) катализирует реакции ацильного переноса, вводящие ковалентное связывание между белками, создавая полимеры высокой молекулярной массы. Таким образом, фермент, попадая в «систему», инактивируется – по механизму реакции ацильного переноса.

Конечно, следует вопрос, а весь ли фермент был задействован в реакции и какая его доля осталась в виде не прореагированного. Фермент, который, возможно, не вступил в реакцию, остался в свободной форме, однако его концентрация настолько ничтожна, что смело может быть выражена показателем 0,001–0,0001% от общей сырьевой. И дальнейшая обработка практически любых колбас, даже при условии отступления от температурных режимов полной термической инактивации фермента, полностью гарантирует отсутствие свободного фермента в готовом изделии. Поскольку порог его физического разрушения происходит при 72–75°C, а фермент вносится на стадии подготовки фарша при 2–5°C и при этой температуре начинает свою натив-

ную работу, то к достижению порога максимальной благоприятной температуры для действия реакции 55°C в свободной форме его остается настолько минимальное количество от начальной концентрации, что даже на этом этапе можно гарантировать практически 95% химической инактивации. А дальнейшее повышение температуры обработки колбасного изделия полностью гарантирует завершающую полную химически-физическую инактивацию фермента, не вступившего в прямую реакцию.

Инактивация фермента другими способами

Инактивируется ли трансглутаминаза иными способами, кроме температурного? Что сильнее всего влияет на инактивацию: температура, pH, время воздействия?

– На активность фермента также оказывает влияние значение pH. Посмотрите на график – очевидно, что в мясной промышленности этот способ мало осуществим.

– Действительно, инактивация происходит благодаря сочетанию различных факторов. В каждом из многих пищевых прикладных применений есть какой-либо доминирующий фактор воздействия, в случае мясопереработки это температура. Фермент начинает работать с момента внесения в фарш, но скорость катализования сшивки белков многократно возрастает в момент прогрева в термокамере. При достижении 55°C фермент проявляет максимальную рабочую активность, и ему достаточно около 10–15 минут, чтобы сшить все доступные белки ковалентными связями. Что происходит далее? Даже если бы температура термообработки не поднималась выше, фермент необратимо потеряет активность ввиду полной выработки субстрата. В случае 60°C и выше про-





исходит температурная денатурация, фермент перестает быть ферментом, так как теряет способность катализировать сшивку белков и, имея белковую природу, становится обычным белком.

– Фермент может также инактивироваться путем изменения кислотности среды. Для него благоприятны следующие условия, обеспечивающие механизм ацильного переноса: рН среды 5–8, что характеризуется как слабо-кислая среда, и дальнейшее увеличение кислотности, которое, так же как изменение среды в сторону щелочной, вызывает полную инактивацию фермента в системе.

Рынок

По независимым данным оборот препаратов на основе ТГ превышает 500 т в год...

– Существует соответствующая таможенная статистика согласно коду ТН ВЭД 3507 90 9000: 128 т в 2014 году (именно по ТГ). Однако многие завозят данный фермент в группе 2106 как пищевую добавку, ввиду этого, реально объем рынка может достигать 320–350 т.

– По нашим статистическим данным российский рынок фермента в общем объеме на данный момент составляет порядка 500–600 т/год. Но эти данные не являются объективными, поскольку ТГ может быть ввезен как мальтодекстрин с добавками или как технологические смеси, в официальных документах которых не указывается наличие фермента, поскольку при содержании в продукте составляющих, не превышающих количество более 2%, не обязательны указания о его наличии.

Методика

Будет ли методика определения ТГ в готовом продукте в будущем? Реально ли ее разработать? Смогут ли контролирующие органы проверять чистоту рецептуры?

– Обнаружить черную кошку в темной комнате, особенно, когда ее там уже нет? К счастью, как сказал классик, строгость законов компенсируется только их несоблюдением. Если без лирики, то на текущий момент в мире действительно не существует методик определения активности ТГ в продукте, в том числе потому, что слишком быстро происходит инактивация фермента различными факторами, плюс количества искомого очень маленькие и много посторонних, мешающих этому веществ. Тем не менее, передовые исследовательские институты, успешно применяют модельные системы, в которых это представляется возможным.

Время инактивации транsgлутаминазы при воздействии высоких температур в сосисках диаметром 3 см

Внутренняя температура	Время инактивации
65 °С	1 час
70 °С	15 минут
75 °С	1 минута
80 °С	1 минута

– Разработка методик определения ТГ вполне осуществима и существует, однако качественное ее определение в продукте лишено всякого смысла ввиду наличия тканевой ТГ (тТГ).

– Ни для кого не секрет, что фермент транsgлутаминаза как вспомогательный технологический препарат не указан регламентирующими документами в качестве разрешенного или запрещенного, поскольку сложилась следующая ситуация: фермент есть, многие его используют, но методик определения активности, а также утвержденных и аккредитованных методик определения в конечном продукте нет.

В таких странах как США, ЕС, Япония данные методики существуют, есть специализированные лаборатории, и фермент, однако, используется производителями пищевой продукции. Но этот показатель достигнут при интересе государственных, регламентирующих и разрешительных органов. С выделением сил и средств в пользу производителей и потребителей.

Хранение

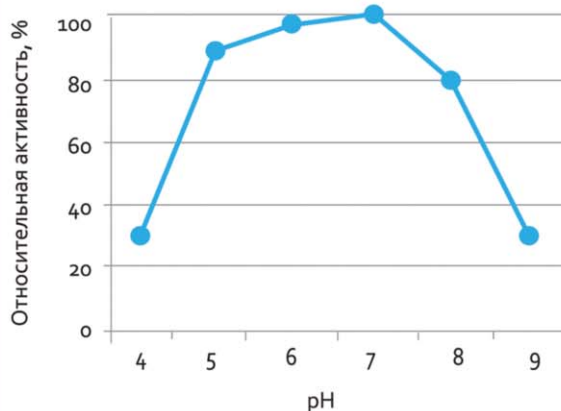
Верить ли продавцам, что фермент не нужно хранить в холодильнике, ведь известно, что он теряет свою активность при комнатной температуре. Имеются ли статистические данные о потере активности ферментом в течение срока хранения?

– Исследования влияния условий хранения показали, что при наличии возможности хранить фермент при более низких температурах это положительно скажется на сохранности его активности. В случае хранения в стандартных условиях (25°C) снижение активности за весь срок годности не превышает 10–15%, что не является критическим значением. Храня в условиях низких температур, можно снизить годовую потерю активности до 1–5%, но на практике это трудно выполнимо. Если предприятие закупило фермент, логично предположить, что оно его использует, а не просто хранит. При ежемесячной выработке объема и соответствующем обновлении партий продукта таким падением активности можно пренебречь, и тогда хранение в морозильной камере становится излишним.

Другое дело – открытый пакет с ферментом, имеющий доступ кислорода или температуры, значительно превышающие 25°C. Эти факторы существенно ускоряют потерю ферментативной активности, и их следует избегать.

– Фермент нужно хранить в холодильнике, если только вы не находитесь в условиях Крайнего Севера. Касательно активности, в спецификации к продукту указывается не фиксированная активность (например, 135), а интервал 120–150. В этом случае цифра 150 соответствует активности на дату производства, а 120 – активности на момент

Ферментативная активность в зависимости от pH



окончания срока годности, как правило – года, при температуре не выше +4°C.

– Условия хранения фермента практически у всех производителей идентичны. Фермент фасуется в фольгированные полимерные пакеты и упаковывается под вакуумом. И в таком виде попадает на заводы, где признается как вспомогательная технологическая добавка. Фермент при условии сохранения целостности индивидуальной упаковки может лежать в сухом проветриваемом помещении практически при любых температурных режимах хранения пищевых и вспомогательных продуктов. При вскрытии индивидуальной упаковки и нарушении вакуума ТГ следует хранить в холодильнике, но, учитывая объемы производства и дозировку, фермент в этом случае при самых неблагоприятных условиях может расходоваться не более 48 часов, и потеря активности составит в среднем не более трех единиц, что не сможет являться препятствием для выбраковки

и списания сырья, поскольку не скажется на из-



менении функциональных свойств. Потеря активности на всем сроке хранения при соблюдении всех условий составляет максимум не более 10 единиц, что также не отразится на изменении функциональных свойств фермента.

Качество препаратов

Как проверить концентрацию фермента и активность продукта, декларируемую поставщиком? Существуют ли методики определения активности ТГ?

– Поскольку отечественные лаборатории не аккредитованы на подобные исследования, по запросу клиентов предоставляются контакты независимых лабораторий в Италии и Германии, которые могут достоверно оценить параметр активности. В случае мясopереработки пока единственным верным способом оценки активности препарата является традиционный сравнительный тест на предприятии на действующей отработанной рецептуре.

Отдельной строкой проходит сложность оценки стабильности качества этого параметра во времени, от партии к партии, которая может сильно варьироваться у производителей, зачастую не имеющих ни опыта, ни возможности анализировать и обеспечивать стабильность показателя активности. А это дает спонтанные изменения плотности и «кусаемости» колбас, сарделек и сосисок, в которых технологи в последнюю очередь подозревают скачки функциональности трансглутаминазы.

– Впрочем, методика существует, она основана на

времени/скорости выработки определенного количества субстрата.

– Этот вопрос в конечном счете волнует больше конечного потребителя, то есть пищевое производство. Так как любое поступающее сырье для нужд технологического процесса имеет сопроводительную документацию, которая соответствует нормативным требованиям, указываются качественный состав и степень активности фермента в данной смеси с результатами лабораторных исследований на предмет активности. Производитель заинтересован удовлетворить требования потребителя к качеству поставляемой продукции и максимально работает в этом направлении.

На данный момент утвержденной методики определения активности фермента в смеси нет. Лаборатории, которые имеют методики и аккредитацию, находятся в Японии и ЕС. Производители ферментного препарата осуществляют отбор проб при выпуске каждой партии и отправляют на исследования в аттестованные лаборатории. Конечно, возникает вопрос, а вдруг заявленная активность будет не соответствовать. Такие случаи имеют место у недобросовестных производителей смесей, но, следуя установленной программе производственного контроля поступающего сырья, с каждой новой партией требуется провести исследование согласно условиям применения в технологическом процессе, где выявится соответствие или же несоответствие заявленным функциональным свойствам.

Владимир РОМАНОВ,
портал «Мясной Эксперт»

О фальсификации молока с помощью мела и гипса

Наиболее часто для фальсификации молочных продуктов используют добавки пальмового масла и других дешевых растительных жиров, сообщают эксперты. В то же время специалисты выявили целый ряд других способов обмана потребителей.

В частности, дорогое козье молоко нередко подменяется более дешевым коровьим, а цельное коровье молоко

жирностью 4,5% или 6% – нормализованным с жирностью в 2,5%. Кроме того, вместо натурального молока часто используют восстановленное с добавлением вышперечисленных растительных жиров. Наконец, молоко просто разбавляют обычной водой.

Кроме воды в молоко подмешивают крахмал, мел, мыло, соду, известь, борную или салициловую кислоты и даже гипс. Все это делается для фальсификации или для предохранения от быстрого скисания. В действительности, применение этих добавок не предохраняет молоко от скисания. И, что самое главное, часто приводит к пищевым отравлениям.

Сметану, за данными экспертиз, чаще всего разбавляют водой, кефиром или обезжиренным творогом, после чего добавляют в ее состав растительное масло, соевый белок или крахмал. В сливочное масло добавляют маргарин, в сыр – соевый белок, в творог – растительные жиры. В ре-

зультате жирность фальсифицированного нежирного творога нередко превышает 10% (вместо заявленных 0,5%) в то же время содержание белка не дотягивает до обещанных 17%.

– Целью фальсификации является получение незаконной прибыли за счет снижения себестоимости продукции в результате несанкционированной замены качественного биологически ценного сырья менее ценным. Наряду с намеренным введением потребителя в заблуждение относительно свойств и происхождения продукции, снижения пищевой и биологической ценности, производство и реализация фальсифицированной продукции способствует также недобросовестной конкуренции на продовольственном рынке, в результате чего добросовестные изготовители оказываются в невыгодном положении, – отмечается в сообщениях контролирующих органов.

Интернетресурс

