

УДК 664

«Разработка методики расчёта прочности продукта, полученного путём внесения энзима трансглутаминазы при различных температурах ферментации»

Доморацкий С.С., Куцакова В.Е.

2don.serg85@mail.ru

Санкт-Петербургский государственный университет
низкотемпературных и пищевых технологий

Основным компонентом, необходимым для производства реструктурированных полуфабрикатов является трансглутаминза. Показатели прочности склеенного продукта изменяются в зависимости от температуры и времени ферментации. Быстрое получение точного значения времени необходимого для достижения максимального усилия склейки позволит облегчить и интенсифицировать производственный процесс.

Ключевые слова: тримминг, трансглутаминаза, ферментация, теория вероятности.

Engineering of technique of product resistance calculation, which is derived with transglutaminase with different temperatures of addition application

S. S. Domoratskiy, V.E. Kutsakova

Saint-Petersburg State University of Low Temperature and Food
Technology

Transglutaminase is used as a basic component in restructured semi-finished products production. Glued product resistance indicators are changing according to the temperature and time of fermentation. Quick exactly time value reception which is necessary for maximum patch level achievement will allow to facilitate and intensify manufacturing process.

Key words: trimming, transglutaminase, fermentation, probability theory

В настоящее время для обработки низкосортного сырья, а именно свиного тримминга в качестве основного компонента для производства реструктурированного полуфабриката используют трансглутаминазу. Ферментацию продукта проводят при различных температурах и в течение различных временных промежутков. Наилучшие результаты даёт

ферментация свиного тримминга при комнатной температуре, т.к. в этом случае значительно уменьшается время, необходимое для достижения максимального усилия склейки в продукте и полностью исключаются дополнительные энергетические затраты, необходимые для поддержания требуемых условий, как при холодильной или тепловой ферментации[1]. Кроме того, в данном случае снижается вероятность интенсивного развития микрофлоры в обработанном тримминге.

Как подтверждают научные исследования, применение данного фермента не оказывает никакого негативного влияния на организм человека и состояние окружающей среды. Кроме того, фермент трансклутаминаза в малых количествах синтезируется в организме человека, играя важную роль в переваривании глютинсодержащего сырья.

Склейка отдельных кусков тримминга происходит благодаря способности фермента катализировать образование ковалентных связей между остатками глутамина и лизина в белках животного и растительного происхождения, тем самым заново восстанавливая нарушенную структуру белка [2].

В ходе исследований была получена технология позволяющая использовать любое сырье для производства реструктурированного полуфабриката, а так же измерены конкретные числовые значения прочности «сшитого» мясного тримминга.

Нами была предложена методика оценки прочности «склеивания» ферментируемого трансклутаминазой свиного тримминга в зависимости от времени и температуры ферментирования. Для создания расчетных соотношений была применена теория вероятности в условиях гетерогенной системы (мышечная ткань-жировая ткань). Результаты эксперимента были подвергнуты математической обработке, согласно которой рассчитывались конкретные значения прикладываемого усилия на разрыв, Н/м². Далее, используя основные положения теории вероятности, был произведен расчёт ожидаемого усилия на разрыв в гетерогенном продукте в соответствии с формулой (1).

$$Y = \frac{1}{4}Y_1 + \frac{1}{2}Y_2 + \frac{1}{4}Y_3 \quad (1)$$

где: Y – усилие разрыва готового продукта;

Y_1 – усилие разрыва соответствующего образца М-М;

Y_2 – усилие разрыва соответствующего образца М-Ж, Ж-М;

Y_3 – усилие разрыва соответствующего образца Ж-Ж.

Объектом исследования в данной работе являлся свиной тримминг. В отличие от модельных образцов тримминг имеет неправильную «рваную» форму, что осложняет измерение площади «склеивания», а следовательно и расчет вносимого фермента – трансклутаминазы.

В связи с этим было найдено следующее решение: взята навеска из кусочков тримминга массой 100 г;

- кусочкам придали максимально правильную форму;
- кусочки обклеили миллиметровой бумагой (во избежание ощутимой погрешности измерений), благодаря чему была сосчитана площадь ферментирования 100 г тримминга, равная $S_{100г\ тр.} = 2,68 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$

Зная площадь ферментирования 100 г тримминга становится возможным рассчитать $S_{скл.}$ в конечном продукте любой массы, а также количество вносимого при этом ферментного препарата.

Расчет усилия на разрыв готовых батонов производился аналогичным методом, что и в экспериментальных образцах, только с заменой площади сечения разрыва продукта. Эта площадь также была измерена с помощью миллиметровой бумаги и равна $S_{р. пр-та} = 0,0065 \text{ м}^2$.

Экспериментальные результаты прочности продукта при различных температурах представлены в табл.1,2,3.

Таблица 1

Экспериментальные результаты прочности продукта, состоящего из 50% мышечной ткани и 50% жира, склеенного при температуре ферментации 4-7°C

Образцы М-Ж без термообработки			
Время ферментации, час.	Усилие, Н/м ²		
	3,0*10 ⁻¹ г фермента (30% р-р)	3,6*10 ⁻¹ г фермента (40% р-р)	4,0*10 ⁻¹ г фермента (50% р-р)
4	408,8	817,5	1226,3
6	1633,3	2041,7	2450,0
8	2041,7	2858,3	4083,3
10	2450,0	3266,7	5308,3
16	2858,3	3675,0	6125,0
18	3266,7	3675,0	6533,3
24	3675,0	3675,0	6533,3

Таблица 2

Экспериментальные результаты прочности продукта, состоящего из 50% мышечной ткани и 50% жира, склеенного при температуре ферментации 20-22°C

Образцы М-Ж без термообработки	
Время	Усилие, Н/м ²

ферментации, час.	3,0*10 ⁻¹ г фермента (30% р-р)	3,6*10 ⁻¹ г фермента (40% р-р)	4,0*10 ⁻¹ г фермента (50% р-р)
2	0,0	0,0	0,0
3	408,8	817,5	1226,3
4	1226,3	2043,8	2452,5
5	2043,8	2861,3	2861,3
6	3270,0	3270,0	4905,0
7	4496,3	5722,5	6948,8
8	5313,8	6540,0	7766,3
9	5722,5	6948,8	8175,0
10	6131,3	7357,5	8583,8
11	6131,3	7357,5	8583,8

Таблица 3

Экспериментальные результаты прочности продукта, состоящего из 50% мышечной ткани и 50% жира, склеенного при температуре ферментации 30-35⁰С

Образцы М-Ж без термообработки			
Время ферментации, час.	Усилие, Н/м ²		
	3,0*10 ⁻¹ г фермента (30% р-р)	3,6*10 ⁻¹ г фермента (40% р-р)	4,0*10 ⁻¹ г фермента (50% р-р)
2	-	-	-
3	1635,0	2043,8	2043,8
4	2043,8	2861,3	3270,0
5	2861,3	3678,8	4496,3
6	4087,5	5313,8	6131,3
7	5313,8	6540,0	7766,3
8	6131,3	7357,5	8583,8
9	6131,3	7357,5	8583,8

Расчётные результаты прочности продукта при различных температурах представлены в табл.4,5,6.

Таблица 4

Расчётные результаты прочности продукта, состоящего из 50% мышечной ткани и 50% жира, склеенного при температуре ферментации 4-7⁰С

Образцы М-Ж без термообработки			
Время ферментации, час.	Усилие, Н/м ²		
	3,0*10 ⁻¹ г фермента (30% р-р)	3,6*10 ⁻¹ г фермента (40% р-р)	4,0*10 ⁻¹ г фермента (50% р-р)
4	510,9	817,6	1123,7
6	1633,3	1939,6	2450,0
8	2143,8	2858,3	4083,3
10	2450,0	3470,9	5206,2
16	2858,3	3879,2	6022,9
18	3164,6	4083,3	6329,2
24	3572,9	4083,3	6431,3

Таблица 5

Расчётные результаты прочности продукта, состоящего из 50% мышечной ткани и 50% жира, склеенного при температуре ферментации 20-22⁰С

Образцы М-Ж без термообработки			
Время ферментации, час.	Усилие, Н/м ²		
	3,0*10 ⁻¹ г фермента (30% р-р)	3,6*10 ⁻¹ г фермента (40% р-р)	4,0*10 ⁻¹ г фермента (50% р-р)
2	102,2	204,4	306,6
4	1635,1	2350,1	3065,6
6	5109,4	5313,8	6744,4
8	6540,1	7970,7	9094,7
10	7561,9	8890,3	10116,6

Таблица 6

Расчётные результаты прочности продукта, состоящего из 50% мышечной ткани и 50% жира, склеенного при температуре ферментации 30-35⁰С

Образцы М-Ж без термообработки			
Время ферментации, час.	Усилие, Н/м ²		
	3,0*10 ⁻¹ г фермента (30% р-р)	3,6*10 ⁻¹ г фермента (40% р-р)	4,0*10 ⁻¹ г фермента (50% р-р)

2	204,4	306,6	408,8
4	2554,8	3372,3	4087,5
6	6029,1	7153,2	7970,6
8	7459,8	8788,2	10014,4

Полученные результаты экспериментальных и расчётных данных коррелируются с погрешностью 17%. Оптимальное усилие склейки при различных температурах в обоих случаях происходит через одинаковые временные промежутки.

Таким образом, была разработана методика расчета ожидаемого усилия на разрыв в гетерогенном продукте, которая, обладая высокой точностью, позволяет ускорить процесс обработки результатов эксперимента и определять время, необходимое для достижения максимального усилия склейки.

Список использованной литературы

1. Доморацкий С.С. Влияние различных температур ферментации на получение реструктурированных полуфабрикатов «эконом-класса» с применением трансглутаминазы / В.Е. Куцакова, С.С. Доморацкий, А.Л.Ишевский//ЭНЖ СПбГУНиПТ серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2011. - №2.
2. Feiner G. Meat products handbook. Practical science and technology. – Boca Raton, Boston, NY, Washington: CRC Press, Woodhead Publ, 2006.