

СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ
ИНСТИТУТ ПО КОНСЕРВИРАНЕ И КАЧЕСТВО НА ХРАНИТЕ

ас. инж. МАРИЯ МАРИАНОВНА МОМЧИЛОВА

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПОЛУЧАВАНЕ НА
МЕСО-ЗЕЛЕНЧУКОВИ КОНСЕРВИ
С ФУНКЦИОНАЛНИ СВОЙСТВА

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертация за придобиване на образователна и научна степен
"ДОКТОР"

по 5. Технически науки, 5.12. Хранителни технологии
(Технология на плодовите и зеленчуковите консерви)

Научни ръководители:

доц. д-р Динко Йорданов

гл. ас. д-р Иван Бакалов

Пловдив, 2019 г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен към защита на разширен съвет на отдел „Хранителни технологии“ на заседание, проведено на 14.12.2018 год.

Дисертационният труд е написан на 169 стандартни машинописни страници и съдържа 38 таблици и 71 фигури. Цитирани са 296 литературни източника, от които 17 на кирилица и 279 на латиница.

Използваната номерация на таблиците и фигурите не съответства на номерацията в дисертацията.

Научно жури:

проф. д.т.н. Димитър Делчев Кьосев

проф. д-р Николай Димитров Пенев

доц. д-р Динко Георгиев Йорданов

доц. д-р Тодорка Вълкова Петрова

доц. д-р Милена Методиева Рускова

Защитата на дисертационния труд ще се състои на от часа в Институт по консервиране и качество на храните – Пловдив.

Материалите по защитата са на разположение в библиотеката на ИККХ-Пловдив и на сайта: <http://www.canri.org>

ВЪВЕДЕНИЕ

Особено значение днес придобива проблемът за създаването и внедряването в производството на продукти с предпазно-профилактично действие, съдържащи в широк спектър биологично активни вещества, които са в състояние да компенсират агресивните фактори на околната среда и по този начин допринасят за поддържане и запазване на здравето. Ето защо особено внимание се отделя на функционалните храни и обогатените продукти с растителни функционални компоненти. През последните години нараства търсенето на функционални компоненти от натурални продукти, които наред с техните хранителни качества оказват положително въздействие върху здравето на човека.

От една страна, значителният ръст в търсенето на месни продукти с намалено съдържание на мазнини, холестерол и сол, обогатени с биоактивни здравословни компоненти, като ненаситени мастни киселини, фибри и пептиди, и от друга страна – очакването на потребителите тези продукти да са с непроменени сензорни характеристики, поставя нелека задача пред месния бранш. Насоки за удовлетворяване на споменатите изисквания чрез използването на природни компоненти с доказани здравословни свойства, които да създадат ново поколение месни продукти, борецко се с широко разпространеното схващане за тях, представящо ги като вредна храна. Иновациите в хранителните технологии винаги са имали за цел получаването на готови продукти с подобрени характеристики, като сензорен профил, безопасност и икономическа рентабилност, както и да отговорят на очакванията на потребителите.

Глобалната конкуренция, обаче, принуждава месопредавателите да използват по-ефективно все по-скъпи суровини и да произвеждат продукти с по-ниска себестойност. Това предизвиква безпрецедентен тласък в развитието на методите за обработка и добавките в месопредавателния сектор. От друга страна, консуматорите очакват тези нови месни продукти с променен състав да имат същия желан вкус, външен вид и аромат и по нищо да не отстъпват на тези с традиционен състав и технологична обработка. Това определя и непрекъснатия стремеж на изследователите и месопредавателите да търсят интересни възможности за производство на нови месни продукти, тъй като традиционните продукти постепенно отстъпват място на продукти с нови качества и достойнства.

ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ДИСЕРТАЦИОННАТА РАБОТА

Целта на дисертационната работа е изследване възможностите за получаване на месо-зеленчукови консерви с функционални свойства.

За реализиране на поставената цел са дефинирани следните
ОСНОВНИ

ЗАДАЧИ:

- 1. Разработване на оптимална рецептура на месо-зеленчуков пастет с функционални свойства.***
- 2. Моделиране и оптимизиране на процеса на стерилизация на месо-зеленчуковия пастет с функционални свойства.***
- 3. Разработване на технология за производство на месо-зеленчуков пастет с функционални свойства.***

СУРОВИНИ, МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ

1. СУРОВИНИ И МАТЕРИАЛИ

За провеждане на експерименталните изследвания са използвани следните основни суровини и спомагателни материали:

- Пуешко месо – предоставено от фирма „Малевентум“ ЕООД-София, замразено и дефростирано;
- Пилешки черен дроб – закупен от магазинната мрежа, замразен и дефростиран;
- Мека сланина (сало) – предоставена от „БОНИ ОБОРОТ“ АД – Ловеч, охладена;
- Яйчен меланж – закупен от фирма “П.И.К.Ко”, гр. Пловдив;
- Царевично нишесте – закупено от фирма “П.И.К.Ко”;
- Сол готварска – закупена от фирма “П.И.К.Ко”, гр. Пловдив;
- Пипер черен – закупен от фирма “П.И.К.Ко”, гр. Пловдив;
- Индийско орехче – закупено от фирма “П.И.К.Ко”, гр. Пловдив;
- Кориандър – закупен от фирма “П.И.К.Ко”, гр. Пловдив;
- Полифосфати – закупени от фирма “П.И.К.Ко”, гр. Пловдив;
- Инулин Orafti® НРХ;
- Брашно от леща, закупена от магазинната мрежа и смляна;
- Вода питейна;
- Кутии – закупени от фирма “Лясковец“ АД (H = 26,5 mm, D = 99 mm).

2. ОПИТНА ПОСТАНОВКА

2.1. ПОДГОТОВКА НА ПРОБИТЕ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТ I

При разработването на рецептурите на месо-зеленчуков пастет с функционални свойства е използвана следната модифицирана рецептура за пастет птичи „София“: месо птиче (пуешки бутчета), обезкостено – 30%; дроб птичи – 10%; меланж яйчен – 18%; мека сланина (сало) – 25%; царевично нишесте – 2%; сол готварска – 1,5%; натриев нитрит – 0,005%; полифосфати – 0,2%; черен пипер – 0,3%; индийско орехче – 0,05%; кориандър – 0,15% и вода питейна – 15%. Приготвени са 10 вида проби с различно съдържание на мазнина, инулин и брашно от леща, съгласно определения план на експеримента (таблица 1).

Инулинът се влага под формата на гел, получен чрез хидратиране в съотношение 1:4 (w/v). Така получената суспензията се нагрява при 85°C до пълно разтваряне, след което се охлажда до 50°C. Двете функционални добавки (инулин и брашно от леща) се влагат към пълнежната маса по време на кутиране.

Пробите пастети са приготвени като дефростираното и нарязано на късове птиче месо се смила в кутер-машина (Модел Fimar CL/5, Италия) и към него се добавя дефростирания и измит под течаща вода пилешки дроб. Към получената смес се прибавят яйчния меланж и спомагателните материали, след което се влагат брашното от леща и

инулинът и кутирането (при $3 \div 5$ оборота на чинията на кутер машината) продължава до получаване на фина, хомогенна месна маса. По време на кутирането се добавя вода в количество до 15% спрямо теглото на месната маса. Пригответената пълнежна маса се загрява до 70°C и се пълни (по 0,160 kg) ръчно в консервните кутии. След напълване кутиите се затварят на затварачна машина (модел LanicoMachinenbau, Германия) и пробите се стерилизират на лабораторен автоклав (модел Хидропласт, гр. Хасково) при следния режим: $\frac{20-45-20}{121^{\circ}\text{C}} 2.10^5 \text{ Pa}$

2.2. ПОДГОТОВКА НА ПРОБИТЕ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТ II

Изследванията са проведени с оптимална рецептура на месо-зеленчуков пастет с функционални свойства, на база получените резултати в Експеримент I, със състав: месо птиче (пуешки бутчета), обезкостено – 30%; дроб птичи – 10%; меланж яйчен – 18%; инулин – 12,5%; мека сланина (сало) – 11,25%; царевично нишесте – 2%; брашно от леща – 1,25%; сол готварска – 1,5%; натриев нитрит – 0,005%; полифосфати – 0,2%; черен пипер – 0,3%; индийско орехче – 0,05%; кориандър – 0,15% и вода питейна – 15%.

Пробите се приготвят по начина, описан по-горе (Експеримент I), като проведените стерилизационни режими са съгласно определения план на експеримента (таблица 11).

2.3. ПОДГОТОВКА НА ПРОБАТА ЗА ЕКСПЕРИМЕНТ III

На база получените резултати в Експеримент I и Експеримент II е произведен месо-зеленчуков пастет с функционални свойства по определена оптимална рецептура (месо пуешко, обезкостено – 30%; дроб птичи – 10%; меланж яйчен – 18%; инулин – 12,5%; мека сланина – 11,25%; царевично нишесте – 2%; брашно от леща – 1,25%; сол готварска – 1,5%; натриев нитрит – 0,005%; полифосфати – 0,2%; черен пипер – 0,3%; индийско орехче – 0,05%; кориандър – 0,15% и вода питейна – 15%), стерилизиран при определен оптимален режим $\frac{20-40-20}{119^{\circ}\text{C}} 2.10^5 \text{ Pa}$

Пробата се приготвя по начина, описан по-горе (Експеримент I).

3. МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ

3.1. Методи за определяне на общия химичен състав

3.1.1. Определяне на водно съдържание

Водното съдържание е определено чрез изсушаване на пробата при $104 \pm 1^{\circ}\text{C}$ до постоянно тегло чрез влагомерна везна KERN MLS-A (Kern&Sohn GmbH, Germany).

3.1.2. Определяне на съдържанието на мазнини

За определяне съдържанието на мазнини в пробите е използван стандартен метод, който се основава на екстрахирането на мазнините с органичен разтворител с апарат на Soxhlet и по-нататъшно тегловно определяне на количеството им (по БДС 8549:1992).

3.1.3. Определяне на съдържанието на общ белтък

Съдържанието на общ белтък е определено съгласно метода на Келдал, с помощта на апарат VELP SCIENTIFICA UDN 127 по стандартен метод, описан в БДС 15438:1982.

3.1.4. Определяне на съдържанието на минерални вещества

Съдържанието на минерални вещества е определено съгласно метода, описан в БДС 9373-80.

3.1.5. Определяне на съдържанието на въглехидрати

Съдържанието на въглехидрати е определено по стандартен метод, описан в БДС 7169:1989.

3.1.6. Определяне на водна активност

Водната активност (a_w) е измерена чрез LabSwift - a_w system (Novasina AG, Switzerland) при 25°C.

3.1.7. Определяне на енергийна стойност

Енергийната стойност е определена съгласно Регламент ЕО 1169/2011, Приложение XIV, XV.

3.2. Методи за изследване на физикохимичните показатели на пробите

3.2.1. Определяне на рН-стойност

Промените във водородно-йонната концентрация са определени чрез стандартен метод - БДС 11688:1993. Стойността на рН е измерена чрез рН-метър MS 2004 (Microsyst, България).

3.2.2. Определяне на стабилността на месната емулсия

За установяване на стабилността на месната емулсия е използван метода, описан от Seri Chempaka & Babji (1996), с модификации от Ockerman (1985) и Zorba *et al.* (1993). От предварително приготвена средна проба се претеглят 30 g и се поставят в центрофужна епруветка. Пробата се центрофугира за 5 min при 2000 min⁻¹, след което се загрява на водна баня при 70°C за 30 min. Следва повторно центрофугиране на пробата в продължение на 5 min при 2000 min⁻¹. Пелетите от пробата се отстраняват и се претеглят, а отделената супернатанта се прехвърля в предварително претеглени тигели, които се сушат една нощ при 100°C. Отделената водна фаза и мазнина се измерват и отчетените стойности се използват за изчисляване на стабилността на емулсията, като се използват следните уравнения:

$$ES(\%) = 100 - (SW + SF) \quad (1)$$

$$SW = W \times M \quad (2)$$

$$SF = F \times d \times M \quad (3)$$

където: ES – стабилност на емулсията, %; M – маса на пробата, g; W – количество на отделената водна фаза, cm³; F – количество на отделената мазнина, cm³; d – относително тегло на мазнината, g/cm³.

3.2.3. Обективно определяне на цветови характеристики

Определянето на цветовете характеристики е извършено на повърхността на изследваните проби пастети спектрофотометрично чрез Minolta Chroma meter (модел CR 410, Osaka, Japan), по системата CIE-L*a*b* (1978). Получените данни за a^* и b^* са използвани за изчисляване на наситеността на цвета h по формулата:

$$h = \tan^{-1} (b^* / a^*) \times (180/\pi) \quad (4)$$

както и на цветността на тона C по формулата:

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (5)$$

3.2.4. Спектрофотометричен метод за определяне на фруктани (инулин)

В центрофужна епруветка от 50 mL се претегля 5,0 g проба пастет. Към всяка проба се прибавя по 5 mL хексан, центрофугира се за 5 min при 3000 min⁻¹ и хексанът се отделя. Същата процедура се повтаря още веднъж. Остатъкът се екстрахира двукратно с по 25 mL д.Н₂O в ултразвукова вана (Siel, Gabrovo, Bulgaria), 35 kHz, при 75°C за 20 min. Пробата се филтрува, а полученият екстракт се обработва с 0,2 mL Carrez I (K₄Fe(CN)₆ x 3H₂O, 15 g/100 mL) и Carrez II (Zn(CH₃COO)₂ x 2H₂O, 30 g/100 mL).

Пречистеният екстракт се анализира за инулин, изразен като фруктозни еквиваленти, спектрофотометрично, с кетозоспецифичния реактив резорцинол-тиокарбамид, при дължина на вълната 480 nm.

3.3. Методи за определяне на липолитичните и окислителните изменения на липидната фракция на пробите

3.3.1. Екстракция на липидната фракция

Екстракцията на липидната фракция на пробите пастети е проведена по метода на Bligh & Dyer (1959).

3.3.2. Определяне на пероксидно число

Пероксидното число (ПОЧ) се определя спектрофотометрично, на база окислението на Fe²⁺ до Fe³⁺, в присъствието на хидропероксиди и образуването на цветен комплекс между получените Fe³⁺ йони и SCN (тиоцианата). Спектрофотометричното измерване е проведено при абсорбция от 470 nm срещу празна проба. Абсорбцията е измерена на двойно лъчев спектрофотометар UV-VIS Camspec, model M550 („Камспек“ ООД, Саустон, Кембридж, Великобритания).

3.3.3. Определяне на степента на окислителните промени на месните липиди чрез 2-тиобарбитуровокиселите реактивоспособни съединения

Екстрахирането се извършва като 10 g от средната проба се хомогенизира с 30 cm³ 7,5% трихлороцетна киселина. Хомогенатът се филтрува и от него се прехвърлят 5 cm³ в центрофужна епруветка със запушалка, към който се прибавят 5 cm³ 0,002 М трихлороцетна киселина. Така подготвената проба се поставя на кипяща водна баня в продължение на 30 min, след което се охлажда със студена вода до стайна температура. Абсорбцията на пробата се измерва при λ = 532 nm срещу празна проба, съдържаща 5 cm³ дестилирана вода и 5 cm³ 0,002 М трихлороцетна киселина. Резултатите се представят като mg малонов диалдехид (MDA) за kg месна маса, като се изчисляват чрез концентрацията на MDA, отчетена от стандартна крива, построена за 1,1,3,3 – тетраетоксипропан.

3.3.4. Определяне на мастнокиселинния състав на липидите, екстрахирани от пробите

Определянето на мастнокиселинния състав на липидите е извършено чрез газова хроматография след предварително естерифициране на висшите мастни киселини с нисши алкохоли, метанол, с цел получаване на по-лесно летливи при условията на анализа метилови естери на мастните киселини (ISO 5508).

3.4. Методи за определяне на структурно-механичните свойства

Анализът на текстурния профил (TPA) на готовия продукт е извършен с помощта на текстурен анализатор TA-XT.Plus (Stable Micro Systems, Surrey, GB). За това изследване е използван цилиндър с размери: височина 51,75 mm и диаметър 30,37 mm, при височина на пробата 40 mm. Пробите се компресират два пъти, през интервал от 5 секунди между двата цикъла на компресия, при скорост 2 mm s⁻¹.

Компонентите от анализа на текстурния профил (TPA) са представени, както следва: 1. твърдост (N) - максималната регистрирана сила при първото компресиране; 2. адхезивност (N.mm) - извършената работа по време на първото компресиране, необходима за отделянето на работния орган от пробата; 3. кохезивност (хомогенност) - отношението на извършената работа по време на второто компресиране спрямо тази по време на първото компресиране; 4. ронливост - произведението от стойностите на твърдостта и хомогенността.

3.5. Органолептичен анализ

Органолептичният анализ на пробите е извършен като е използвана хедонична петбална скала, където 5 съответства на най-високата, а 1 – на най-ниската оценка за дадения показател. Дегустационната комисия включва общо 10 броя дегустатури. Пробите са оценявани по следните качествени показатели: външен вид, цвят, консистенция, вкус, послевкус, аромат, мажеща способност и обща оценка за възприемането на готовите продукти.

3.6. Методи за определяне на микробиологични характеристики

Пастетите са изследвани по следните микробиологични показатели:

- мезофилни аеробни и факултативно анаеробни микроорганизми (неспорообразуващи, вегетативни и спорови форми на спорообразуващи);
- мезофилни анаеробни микроорганизми (неспорообразуващи, вегетативни и спорови форми на спорообразуващи);
- термофилни аеробни и факултативно анаеробни микроорганизми (неспорообразуващи, вегетативни и спорови форми на спорообразуващи);
- термофилни анаеробни микроорганизми (неспорообразуващи, вегетативни и спорови форми на спорообразуващи).

Пробите са термостатирани при температури $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$ и $55 \pm 1^{\circ}\text{C}$, а изследванията са проведени съгласно БДС 1035-89 и БДС 6916-87.

Консервите са изследвани и за плесени и дрожди след термостатиране при $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, съгласно БДС 1035:89.

3.7. Определяне на режимите за стерилизация на консервите

За установяване режимите на стерилизация на консервите е определена F-стойността чрез отчитащ прибор на фирмата Ellab (Дания).

На режимите са снети термограмите и са определени фактическите стерилизационни ефекти (L_{121}^{10}).

За снемане на кривите на прогряване по време на стерилизация чрез термодвойки се измерва температурата (през 5 min) в най-трудно прогряваната точка в опаковката. Фактическият стерилизационен ефект се изчислява в условни минути по коефициентите на леталност за достигнатите летални температури.

3.8. Методи за математико-статистическа обработка на данните

3.8.1. Еднофакторен дисперсионен анализ

Приложен е еднофакторен дисперсионен анализ за оценка на влиянието на състава на пробата (или режима на стерилизация) върху физикохимичните и биохимични показатели на изследваните проби. Изчисленията са провеждани при ниво на доверие $\alpha = 0,05$. За сравняване на средните стойности на пробите е използван тестът за множествени сравнения на Дънкан. Данните в таблиците и графиките са средноаритметични стойности от 3 измервания.

3.8.2. Симплекс центроиден план

При Експеримент I – разработване на оптимална рецептура на месо-зеленчуков пастет с функционална насоченост е приложен Симплекс центроиден план и метода на повърхността на отражение.

Симплекс центроидният план е подходящ за изследване и моделиране на свойствата на многокомпонентни смеси, като общото количество смес се приема равно на единица (или 100%).

3.8.3. Многофакторно планиране на експеримента

За оптимизиране режима на стерилизация на месо-зеленчукови пастети от пуешко месо, пилешки черен дроб и натурални компоненти - инулин и брашно от леща (Експеримент II) е приложен метода на повърхността на отражение, като е използван оптимален композиционен план (ОКП). Като независими променливи на процеса са избрани: температура и време на стерилизация. Този метод дава изменението на зависимата променлива Y при изменение на независимите променливи ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$).

4. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

4.1. ОПТИМИЗИРАНЕ РЕЦЕПТУРАТА НА МЕСО-ЗЕЛЕНЧУКОВ ПАСТЕТ С ФУНКЦИОНАЛНИ СВОЙСТВА (ЕКСПЕРИМЕНТ I)

Матрицата за провеждане на експерименталната работа по разработване на оптимална рецептура на месо-зеленчуков пастет с функционална насоченост е дадена в Таблица 1.

ТАБЛИЦА 1. Матрица за провеждане на Експеримент I

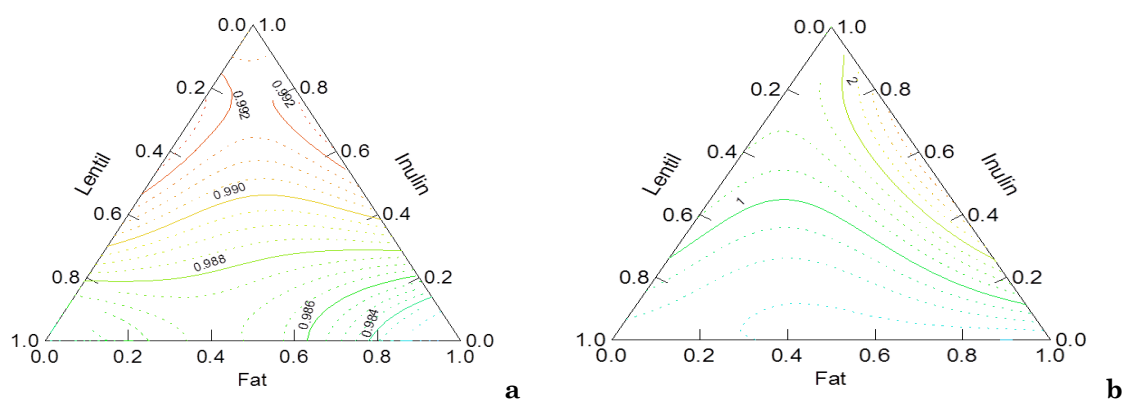
<i>N_o</i>	<i>Мазнина (X₁)</i>	<i>Инулин (X₂)</i>	<i>Брашно от леща (X₃)</i>
1	1,0	0,0	0,0
2	0,0	1,0	0,0
3	0,0	0,0	1,0
4	0,5	0,5	0,0
5	0,5	0,0	0,5
6	0,0	0,5	0,5
7	0,33	0,33	0,33
8	0,667	0,167	0,167
9	0,167	0,667	0,167
10	0,167	0,167	0,667

4.1.1. Проучване на влиянието на добавените инулин и брашно от леща върху физико-химичния състав и енергийната стойност на стерилизираните месо-зеленчукови пастети

Получените експериментални резултати са представени в Таблица 2. Данните в таблицата сочат, че концентрацията и вида на влаганите функционални добавки съществено влияят върху общия химичен състав на готовите проби пастети и от там върху енергийната им стойност. Съдържанието на фруктани намалява спрямо вложеното количество след проведена топлинна обработка.

На база експериментално-статистическия план, проведените опити и получените резултати са изведени математическите регресионни модели, представени в Таблица 3.

На фиг. 1 и 2 са представени диаграмите „състав-свойство“ за изследваните показатели.



Фиг. 1. Диаграма „състав-свойство“ за водното съдържание (а) и съдържанието на фруктани (б) в изследваната трикомпонентна смес

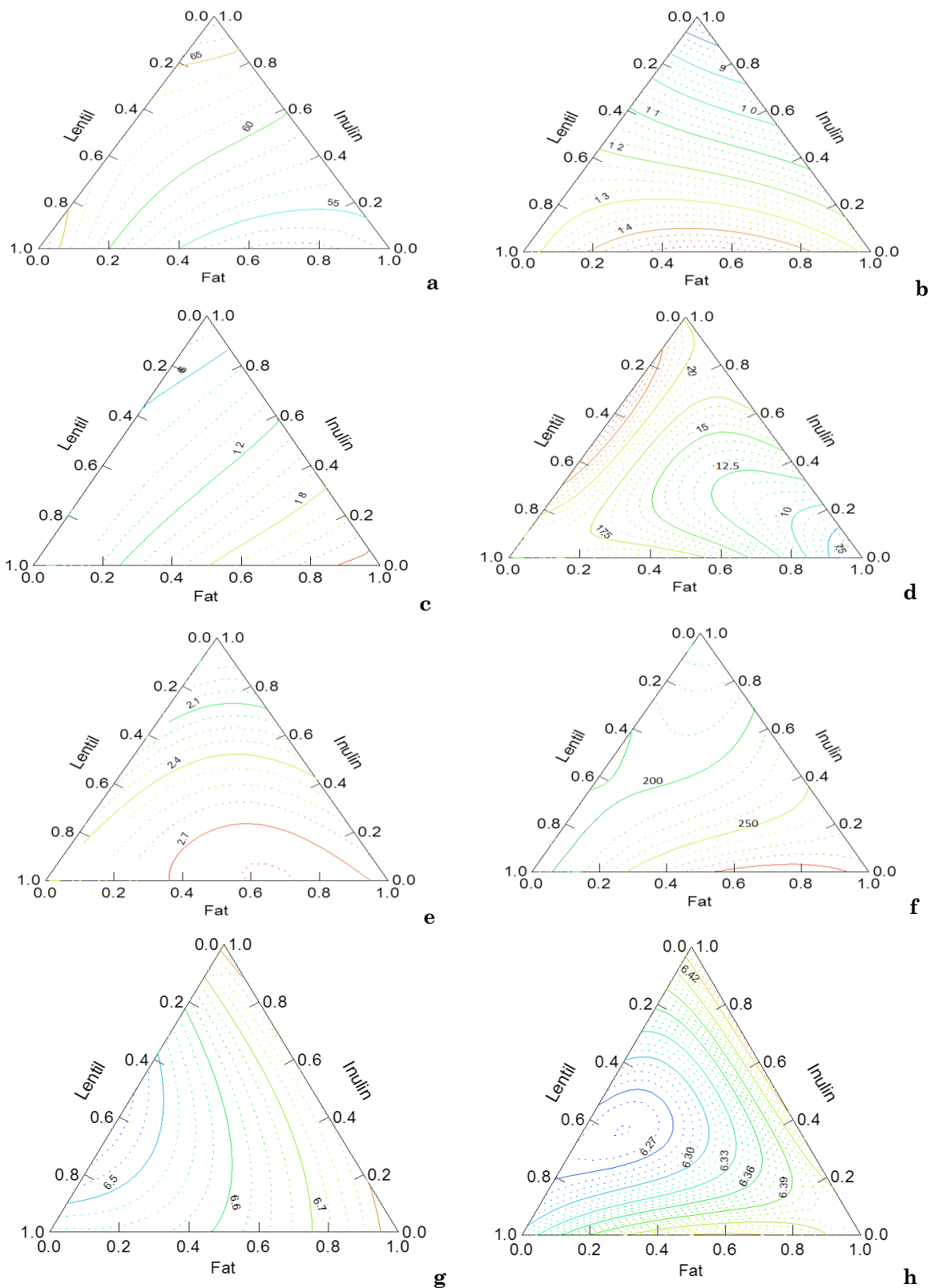
ТАБЛИЦА 2. Химичен състав на месо-зеленчукови пастети

Про-ба	Показатели									
	Водно съдържание g/100g	Белтъци g/100 g	Мазнини g/100g	Въглехидрати g/100g	Минерални вещества g/100g	Фруктани * g/100 g	pH на пълнежна маса	pH на консервата	Водна активност (a _w)	Енергийна стойност kJ/kcal на 100g
1	54,81 ± 2,32	12,47 ± 0,12	24,73 ± 0,05	3,09 ± 0,02	2,72 ± 0,01	0±0	6,83 ± 0,01	6,395 ± 0,025	0,981 ± 0,004	285 / 1191
2	67,66 ± 0,71	7,29 ± 0,09	4,24 ± 0,06	22,46 ± 0,02	1,63 ± 0,16	1,54±0,07	6,81 ± 0,01	6,48 ± 0,03	0,989 ± 0,0097	157 / 657
3	67,66 ± 5,63	12,51 ± 0,11	4,67 ± 0,08	13,55 ± 0,03	2,35 ± 0,08	0,21±0,02	6,56 ± 0,03	6,31 ± 0,02	0,982 ± 0,004	147 / 612
4	58,62 ± 1,69	10,06 ± 0,12	14,04 ± 0,09	18,47 ± 0,02	2,32 ± 0,17	2,98±0,51	6,76 ± 0,005	6,47 ± 0,05	0,992 ± 0,006	241 / 1009
5	54,03 ± 1,26	14,72 ± 0,09	17,12 ± 0,12	16,91 ± 0,01	2,77 ± 0,05	0,17±0,01	6,61 ± 0,01	6,46 ± 0,09	0,988 ± 0,0065	281 / 1173
6	62,75 ± 1,56	11,74 ± 0,10	7,08 ± 0,09	26,27 ± 0,02	2,08 ± 0,14	1,36±0,01	6,44 ± 0,04	6,29 ± 0,02	0,989 ± 0,0045	216 / 902
7	59,10 ± 1,20	11,59 ± 0,07	12,27 ± 0,08	17,66 ± 0,02	2,46 ± 0,07	0,81±0,15	6,55 ± 0,02	6,33 ± 0,02	0,986 ± 0,004	227 / 951
8	53,53 ± 1,05	13,60 ± 0,04	20,40 ± 0,12	9,96 ± 0,03	2,61 ± 0,06	0,62±0,05	6,72 ± 0,01	6,36 ± 0,005	0,982 ± 0,0025	278 / 1161
9	64,97 ± 0,19	9,80 ± 0,02	4,87 ± 0,09	8,88 ± 0,03	2,42 ± 0,91	1,59±0,13	6,71 ± 0,01	6,3 ± 0,12	0,997 ± 0,001	119 / 496
10	60,33 ± 3,29	13,47 ± 0,02	9,87 ± 0,09	19,59 ± 0,03	2,72 ± 0,10	0,67±0,03	6,52 ± 0,005	6,27 ± 0,04	0,993 ± 0,0035	222 / 929

*Фруктани, в това число инулин, фруктоолигозахариди, захароза и фруктоза

ТАБЛИЦА 3. Математически регресионни модели

Регресионно уравнение	R ²
$\hat{Y}_1$ (водно съдържание) = $54,32X_1 + 68,33X_2 + 67,48X_3 - 10,10X_1X_2 - 30,16X_1X_3 - 18,66X_2X_3 + 61,42X_1X_2X_3$	0,97
$\hat{Y}_2$ (белтъчини) = $12,69X_1 + 7,21X_2 + 12,54X_3 + 1,01X_1X_2 + 9,41X_1X_3 + 7,26X_2X_3 - 18,26X_1X_2X_3$	0,97
$\hat{Y}_3$ (мазнини) = $25,31X_1 + 3,36X_2 + 4,85X_3 - 2,39X_1X_2 + 11,12X_1X_3 + 9,02X_2X_3 - 35,20X_1X_2X_3$	0,97
$\hat{Y}_4$ (въглехидрати) = $3,29X_1 + 19,76X_2 + 14,72X_3 + 17,77X_1X_2 + 37,10X_1X_3 + 29,99X_2X_3 - 225,76X_1X_2X_3$	0,70
$\hat{Y}_5$ (мин. в-ва) = $2,67X_1 + 1,69X_2 + 2,39X_3 + 0,60X_1X_2 + 0,92X_1X_3 + 0,56X_2X_3 + 3,41X_1X_2X_3$	0,88
$\hat{Y}_6$ (енергийна стойност) = $291,83X_1 + 138,20X_2 + 153,38X_3 + 55,25X_1X_2 + 286,42X_1X_3 + 230,34X_2X_3 - 1307,23X_1X_2X_3$	0,82
$\hat{Y}_7$ (pH _{п.м.}) = $6,83X_1 + 6,82X_2 + 6,56X_3 - 0,21X_1X_2 - 0,34X_1X_3 - 0,95X_2X_3 + 0,55X_1X_2X_3$	0,89
$\hat{Y}_8$ (pH _{конс.}) = $6,39X_1 + 6,47X_2 + 6,31X_3 + 0,10X_1X_2 + 0,40X_1X_3 - 0,44X_2X_3 - 3,03X_1X_2X_3$	0,90
$\hat{Y}_9$ (a _w) = $0,98X_1 + 0,99X_2 + 0,98X_3 + 0,03X_1X_2 + 0,02X_1X_3 + 0,02X_2X_3 - 0,10X_1X_2X_3$	0,62
$\hat{Y}_{10}$ (фруктани) = $- 0,06X_1 + 1,50X_2 + 0,30X_3 + 8,65X_1X_2 + 0,32X_1X_3 + 2,03X_2X_3 - 27,69X_1X_2X_3$	0,98



4.1.2. Проучване на влиянието на добавените инулин и брашно от леща върху цветовите характеристики на месо-зеленчуковите пастети

В Таблица 4 са представени стойностите на яркостта на цвета (L^*), червената компонента (a^*) и жълтата компонента (b^*) на месо-зеленчуковите пастети след стерилизация.

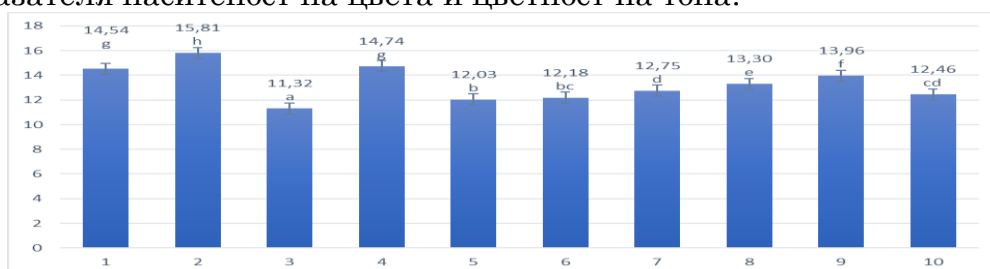
ТАБЛИЦА 4. Изменение на (L^*), (a^*), (b^*) на готов продукт в зависимост от количеството на използваните инулин и брашно от леща

Проба	L^*	a^*	b^*
1	$56,54 \pm 1,70$	$5,61 \pm 0,27$	$13,41 \pm 0,37$
2	$55,16 \pm 1,15$	$5,99 \pm 0,53$	$14,62 \pm 0,22$
3	$40,13 \pm 0,35$	$5,44 \pm 0,15$	$9,92 \pm 0,42$
4	$56,99 \pm 1,95$	$5,94 \pm 0,29$	$13,49 \pm 0,30$
5	$45,32 \pm 0,44$	$5,19 \pm 0,10$	$10,86 \pm 0,41$
6	$44,06 \pm 0,32$	$5,71 \pm 0,13$	$10,76 \pm 0,38$
7	$49,84 \pm 0,43$	$5,45 \pm 0,15$	$11,52 \pm 0,53$
8	$49,88 \pm 1,75$	$6,03 \pm 0,34$	$11,85 \pm 0,45$
9	$51,16 \pm 1,39$	$6,42 \pm 0,14$	$12,40 \pm 0,24$
10	$43,50 \pm 0,88$	$5,81 \pm 0,33$	$11,01 \pm 0,49$

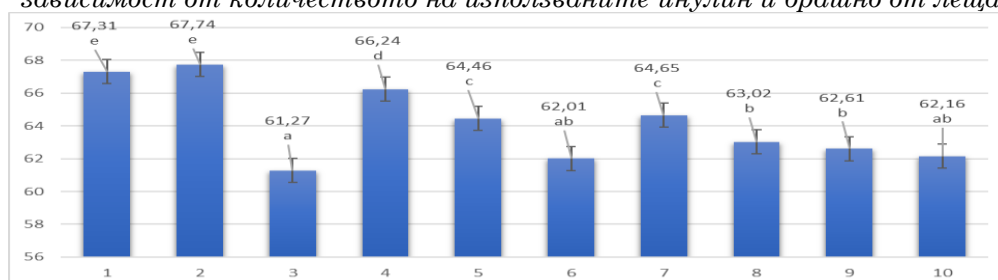
Получените резултати дават основание да се твърди, че използването на двете функционални добавки оказват влияние върху L^* , a^* , b^* - стойностите.

4.1.3. Промени в наситеността на цвета (C) и цветността на тона (h) при добавянето на инулин и брашно от леща в различни концентрации

На фиг. 3 и 4 са показани получените резултати от изследването на показателя наситеност на цвета и цветност на тона.



Фиг. 3. Изменение на наситеността на цвета (C) на месо-зеленчукови пастети в зависимост от количеството на използваните инулин и брашно от леща



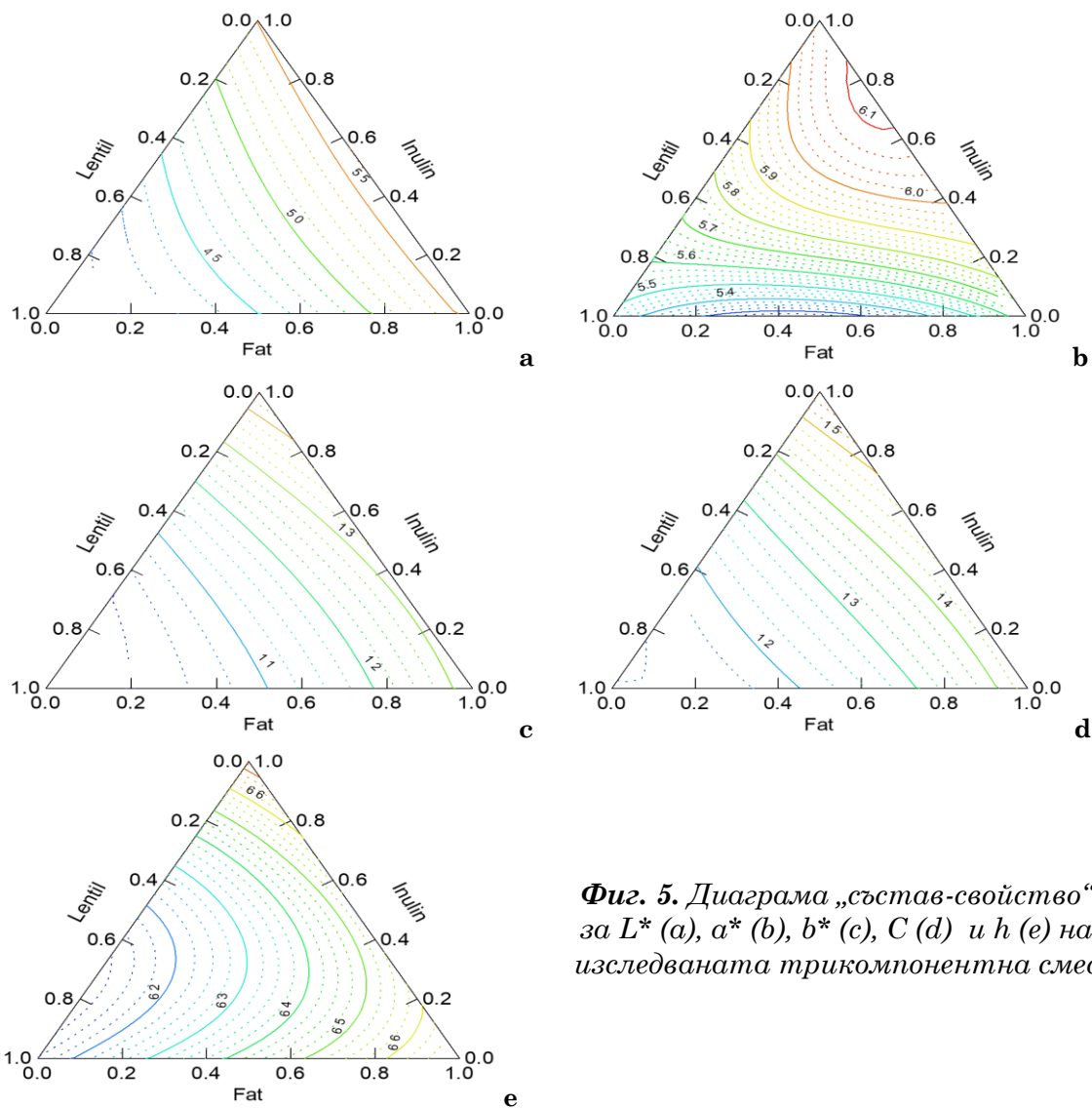
Фиг. 4. Изменение на цветността на тона (h) на месо-зеленчукови пастети в зависимост от количеството на използваните инулин и брашно от леща

Изведените регресионни модели са представени в Таблица 5.

ТАБЛИЦА 5. Математически регресионни модели за цветови характеристики

Регресионно уравнение	R ²
$\hat{Y}_{11} (L^*) = 55,91X_1 + 55,12X_2 + 40,42X_3 + 3,21X_1X_2 - 12,73X_1X_3 - 13,84X_2X_3 + 21,89X_1X_2X_3$	0,97
$\hat{Y}_{12} (a^*) = 5,66X_1 + 6,06X_2 + 5,46X_3 + 0,80X_1X_2 - 1,20X_1X_3 + 0,17X_2X_3 + 4,83X_1X_2X_3$	0,58
$\hat{Y}_{13} (b^*) = 13,28X_1 + 14,54X_2 + 10,13X_3 - 2,52X_1X_2 - 3,07X_1X_3 - 5,79X_2X_3 + 3,31X_1X_2X_3$	0,89
$\hat{Y}_{14} (C) = 14,44X_1 + 15,76X_2 + 11,52X_3 - 2,02X_1X_2 - 3,39X_1X_3 - 5,23X_2X_3 + 5,39X_1X_2X_3$	0,97
$\hat{Y}_{15} (h) = 66,87X_1 + 67,37X_2 + 61,53X_3 - 6,75X_1X_2 + 0,33X_1X_3 - 10,19X_2X_3 - 10,52X_1X_2X_3$	0,79

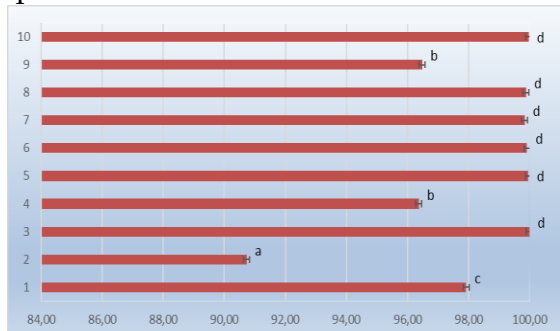
На фиг. 5 са представени диаграмите „състав-свойство“ за изследваните показатели на трикомпонентната смес.



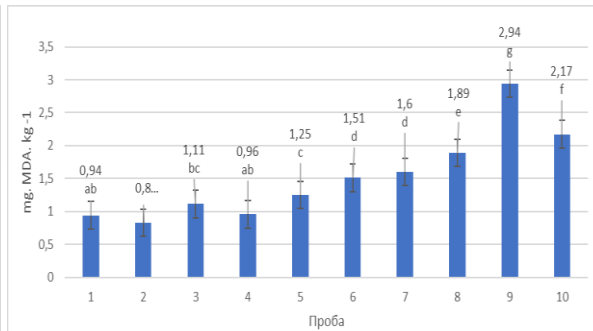
Фиг. 5. Диаграма „състав-свойство“ за L^* (a), a^* (b), b^* (c), C (d) и h (e) на изследваната трикомпонентна смес

4.1.4. Проучване на влиянието на добавените инулин и брашно от леща върху емулсионната стабилност (ES) и тиобарбитуровокиселите реактивоспособни вещества (TBARs) на месо-зеленчуковите пастети

Резултатите от проведените изследвания за определяне на стабилността на получената месна емулсия и TBARs са представени на фиг. 6 и 7.



Фиг. 6. Изменение на ES на месо-зеленчукови пастети



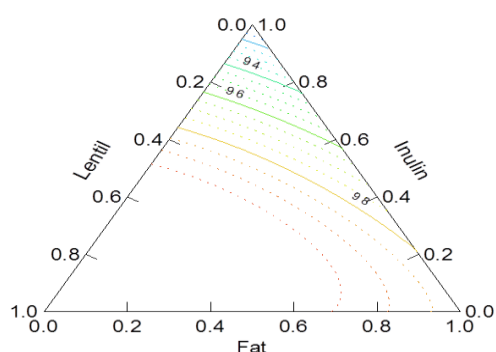
Фиг. 7. Изменение на TBARs на месо-зеленчукови пастети

В Таблица 6 са дадени изведените математически регресионни модели за ES и TBARs.

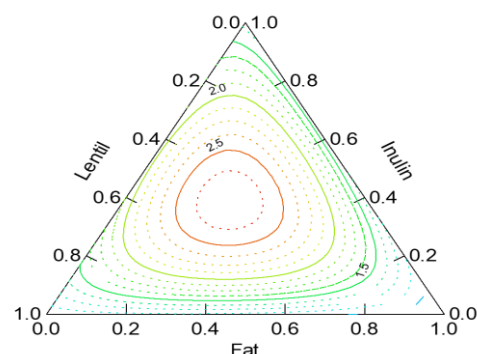
ТАБЛИЦА 6. Математически регресионни модели за ES и TBARs

Регресионно уравнение	R ²
$\hat{Y}_{16} (ES) = 98,16X_1 + 90,70X_2 + 99,76X_3 + 8,62X_1X_2 + 4,00X_1X_3 + 17,64X_2X_3 + 5,05X_1X_2X_3$	0,98
$\hat{Y}_{17} (TBARs) = 0,86X_1 + 1,34X_2 + 1,04X_3 + 1,15X_1X_2 + 0,60X_1X_3 + 3,04X_2X_3 + 28,59X_1X_2X_3$	0,36

На фиг. 8 и 9 са представени диаграмите „състав-свойство“ за изследваните показатели.



Фиг. 8. Диаграма „състав-свойство“ за ES на изследваната смес



Фиг. 9. Диаграма „състав-свойство“ за TBARs на изследваната смес

4.1.5. Проучване на влиянието на добавените инулин и брашно от леща върху текстурните показатели на месо-зеленчуковите пастети

В Таблица 7 са представени стойностите на изследваните текстурни показатели на месо-зеленчуковите пастети.

ТАБЛИЦА 7. Изменение на компонентите на текстурния анализ на месо-зеленчукови пастети в зависимост от количеството на използваните инулин и брашно от леца

Проба	Твърдост, N	Адхезивност (лепкавост), Nmm	Кохезивност (хомогенност), -	Ронливост, N
1	61,67 ± 6,85	64,63 ± 18,41	0,20 ± 0,06	12,69 ± 4,57
2	24,71 ± 10,59	12,06 ± 4,62	0,25 ± 0,04	6,14 ± 2,92
3	127,75 ± 5,44	130,15 ± 20,59	0,27 ± 0,05	34,91 ± 7,29
4	26,98 ± 4,51	21,61 ± 6,62	0,25 ± 0,045	6,71 ± 1,16
5	170,68 ± 12,99	137,23 ± 30,04	0,28 ± 0,03	47,30 ± 8,40
6	69,33 ± 8,30	64,79 ± 14,65	0,25 ± 0,02	17,62 ± 2,89
7	63,10 ± 5,44	72,66 ± 11,86	0,25 ± 0,02	15,79 ± 2,16
8	87,90 ± 5,60	81,22 ± 19,88	0,22 ± 0,02	19,07 ± 2,18
9	23,94 ± 5,23	18,10 ± 4,23	0,23 ± 0,03	5,56 ± 1,66
10	143,75 ± 6,48	129,08 ± 35,20	0,29 ± 0,03	42,24 ± 4,87

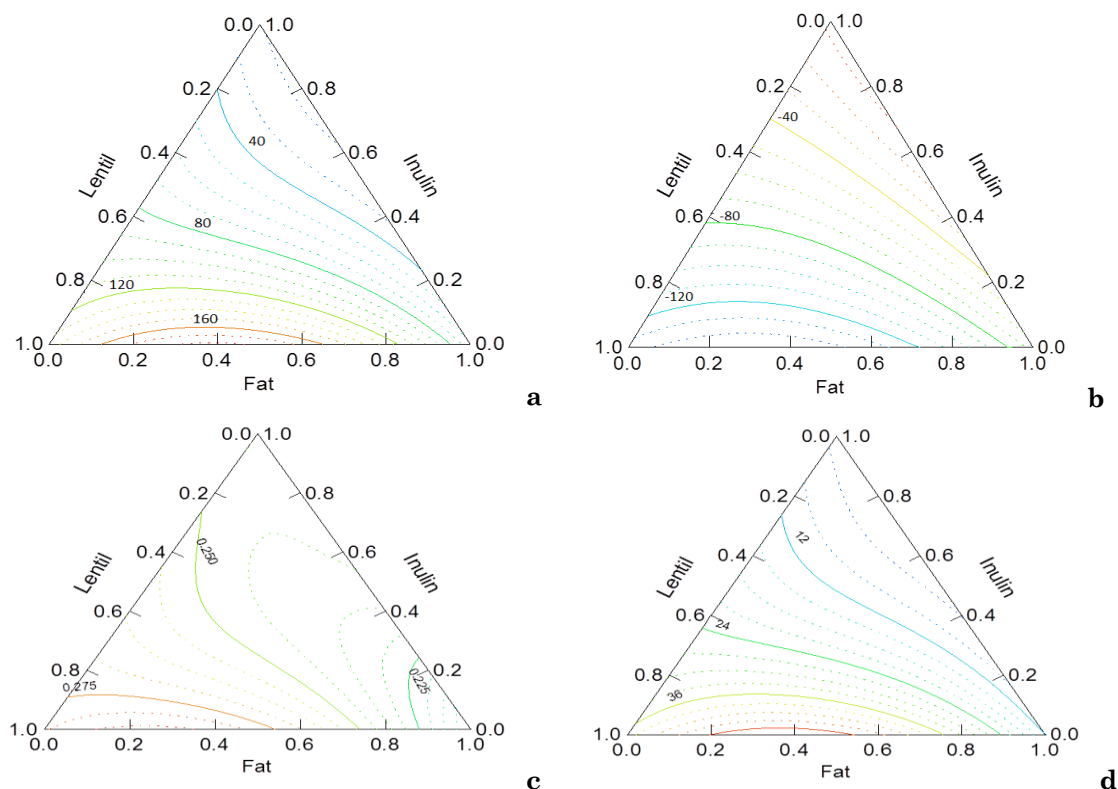
В обобщение на проведения анализ може да се каже, че експериментално получените данни от четирите изследвани компонента на ТРА са обективно доказателство за прякото въздействие на използваните функционални добавки върху текстурата на готовите проби пастет. Основна причина за установените различия между пробите е отсъствието, съответно присъствието, на мазнина, инулин гел и брашно от леца, докато вариациите в текстурата на отделните проби са резултат от едновременното влияние на факторите вид и количество на функционалните добавки.

Изведените математически регресионни модели за текстурните показатели на пастетите са представени в Таблица 8.

ТАБЛИЦА 8. Математически регресионни модели за текстурните показатели

Регресионно уравнение	R ²
$\hat{Y}_{18} \text{ (твърдост)} = 62,56X_1 + 20,74X_2 + 134,03X_3 - 70,99X_1X_2 + 318,22X_1X_3 - 23,00X_2X_3 - 665,80X_1X_2X_3$	0,97
$\hat{Y}_{19} \text{ (лепкавост)} = - 65,83X_1 - 7,41X_2 - 134,52X_3 + 73,85X_1X_2 - 170,50X_1X_3 + 25,83X_2X_3 + 46,13X_1X_2X_3$	0,98
$\hat{Y}_{20} \text{ (хомогенност)} = 0,20X_1 + 0,24X_2 + 0,28X_3 + 0,09X_1X_2 + 0,16X_1X_3 - 0,02X_2X_3 - 0,54X_1X_2X_3$	0,78
$\hat{Y}_{21} \text{ (ронливост)} = 12,03X_1 + 5,08X_2 + 37,55X_3 - 14,27X_1X_2 + 97,93X_1X_3 - 8,44X_2X_3 - 217,25X_1X_2X_3$	0,95

На фиг. 10 са представени диаграмите „състав-свойство“ за изследваните показатели.



Фиг. 10. Диаграма „состав-свойство“ за твърдост (а), лепкавост (b), хомогенност (с) и ронливост (d) на изследваната трикомпонентна смес

4.1.6. Проучване на влиянието на добавените инулин и брашно от леща върху органолептичната оценка на месо-зеленчуковите пастети

Резултатите, получени от проведения сензорен анализ на изследваните месо-зеленчукови пастети са представени в Таблица 9.

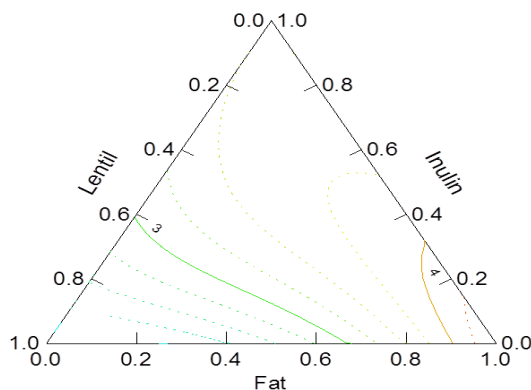
ТАБЛИЦА 9. Органолептична оценка на месо-зеленчукови пастети

№	Външен вид	Цвят	Мажеща способност	Аромат	Консистенция	Вкус	После вкус	Обща оценка
1	4,05±0,96	4,35±1,06	4,35±0,67	4±1,33	4,15±1,00	4,55±0,69	4,55±0,69	4,6±0,66
2	2,7±0,67	3,4±1,07	3,75±1,03	3,35±1,11	2,3±0,67	3,6±1,26	3,7±1,06	3,45±1,21
3	1,25±0,42	1,15±0,34	1,55±0,83	2,05±0,90	1,7±0,82	2,2±1,40	2,25±1,40	1,85±0,94
4	3,5±1,08	3,75±1,03	4,25±1,03	3,75±0,86	3,35±1,16	3,85±1,00	4±1,25	3,85±1,16
5	2,25±0,79	2,45±1,07	2,25±0,98	2,85±1,23	3,1±1,20	2,7±1,40	2,45±1,34	2,55±1,17
6	3,25±0,89	3,2±1,01	2,7±0,79	3,05±1,17	3,75±0,92	2,75±0,98	2,6±1,24	3,15±0,91
7	3,05±0,83	2,9±1,13	3,6±0,84	3,45±0,93	3,9±0,61	3,6±0,81	3,45±1,01	3,65±0,67
8	2,9±0,91	3,35±1,38	3,1±0,91	3,65±0,97	3,85±0,82	3,1±0,99	3,35±1,25	3,4±0,99
9	2,4±0,97	2,95±1,40	4,3±0,82	3,4±1,07	3,2±1,55	4,15±0,88	3,65±1,38	3,65±1,20
10	1,9±0,99	1,8±1,03	2,2±1,23	2,55±0,83	2,95±1,21	2,9±1,20	2,75±1,27	2,7±1,03

На база експериментално-статистическия план, проведените опити и получените резултати е изведен математически регресионен модел за общата сензорна оценка на месо-зеленчуковите пастети:

$$\hat{Y}_{22} \text{ (сензорна оценка)} = 4,50X_1 + 3,47X_2 + 1,88X_3 - 0,85X_1X_2 - 2,84X_1X_3 + 2,09X_2X_3 + 10,69X_1X_2X_3 \quad (R^2 = 0,97) \quad (6)$$

На фиг. 11 е представена диаграмата „състав-свойство“ за сензорната оценка на консервите.



Фиг. 11. Диаграма „състав-свойство“ за сензорната оценка

4.1.7. Определяне на фактическите стерилизационни ефекти на месо-зеленчуковите пастети

В Таблица 10 са дадени определените фактически стерилизационни ефекти (L_{121}^{10}) при режим на стерилизация на месо-зеленчуковите пастети $\frac{20-45-20}{121^\circ\text{C}} 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ и необходимия стерилизационен ефект при стерилизация на консерви в зависимост от рН и обема на опаковката при тест микроорганизъм *Cl. Sporogenes* - 25. Данните показват, че при всички проби месо-зеленчукови пастети е постигната стерилизационна стойност, която е по-висока от необходимия стерилизационен ефект.

ТАБЛИЦА 10. Фактически стерилизационни ефекти на пастетите

	L_{121}^{10}
3	24,83 min
4	51,43 min
5	31,88 min
6	26,91 min
8	31,07 min
9	26,46 min
10	33,35 min
Необходима леталност при стерилизация на консерви с обем на опаковката 200 cm ³	
pH 6,1 – 6,4	F ₀ = 17,4 min
pH над 6,4	F ₀ = 20,3 min

4.1.8. Оптимизиране на компонентния състав на месо-зеленчуков пастет с функционални свойства

Сензорна оценка > 3,5
Емулсионна стабилност > 94 %
Фруктани > 0,8 %
Мазнини < 16 %
Белтъчини > 10 %
Енергийна стойност < 250 kcal

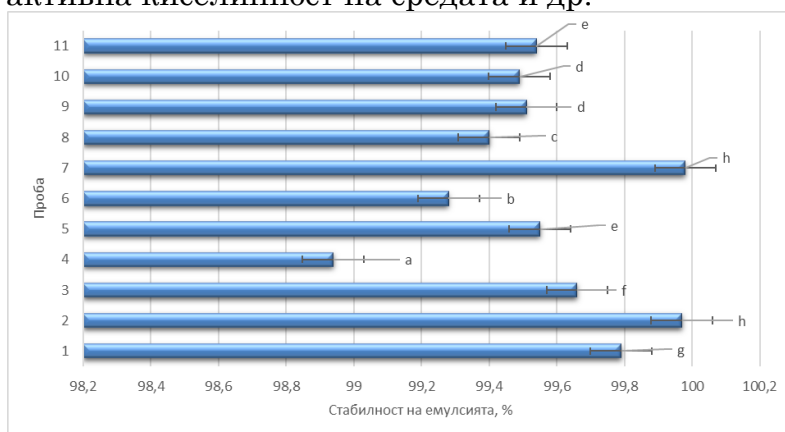
4.2. ОПТИМИЗИРАНЕ НА ПРОЦЕСА НА СТЕРИЛИЗАЦИЯ НА МЕСО-ЗЕЛЕНЧУКОВИЯ ПАСТЕТ С ФУНКЦИОНАЛНИ СВОЙСТВА (ЕКСПЕРИМЕНТ II)

ТАБЛИЦА 11. Нива и интервали на вариране на независимите променливи

Независими променливи (входни фактори)	Горно ниво	Долно ниво	Център на плана	Интервал на вариране
Температура (Т, °C) – X ₁	121 (+1)	111 (-1)	116 (0)	5
Време (τ, min) – X ₂	70 (+1)	24 (-1)	47 (0)	23

4.2.1. Влияние на параметрите на процеса върху емулсионната стабилност

На фиг. 13 са представени средните стойности за емулсионна стабилност на стерилизираните месо-зеленчукови пастети. Най-добра емулсионна стабилност показват проби 7 и 2, които са с много по-кратък режим на стерилизация. Вероятно термичната обработка оказва влияние върху структурата на въглеводородните вериги, образувани от добавеното брашно от леща и инулин гел, и следователно върху тяхната способност да стабилизират месната емулсия. Според Kim *et al.* (2001) образуването на стабилен гел, а от там и стабилна месна емулсия, се влияе от няколко фактора, като температура и време на топлинна обработка, активна киселинност на средата и др.



Фиг. 13. Влияние на параметрите на процеса върху емулсионната стабилност

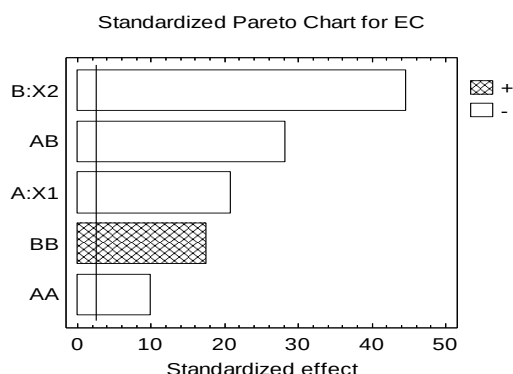
На база резултатите от проведения план на експеримента е получено следното регресионно уравнение:

$$Y_{23} = 39,906 + 0,986X_1 + 0,183X_2 - 0,004X_1^2 - 0,002X_1X_2 + 0,0003X_2^2, \% \quad (7)$$

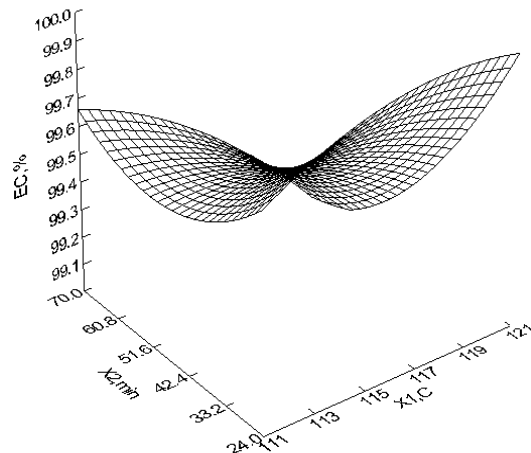
Изследваният процес се описва с висока точност от математичния модел, като коефициентът на множествена корелация е 0,9986.

Основните ефекти, линейни, квадратични и междуфакторни, са обобщени и оценките им са представени на стандартизираната диаграма на Парето (фиг. 14), която се състои от хоризонтални блокове с дължини, пропорционални на абсолютните стойности на оценените ефекти, разделени на техните стандартни грешки. Схемата включва една вертикална линия на критичната стойност на Стюдънт за ниво на доверие 95%. От диаграмата на Парето се вижда, че най-голямо влияние върху емулсионната стабилност оказва линейният ефект на времето на стерилизация, следван от междуфакторното взаимодействие на температурата и времето на стерилизация на пастетите. По-малко влияние върху този показател оказва температурата на стерилизация. С увеличаване на времето на обработка емулсионната стабилност намалява. Тенденцията е същата и по отношение на температурата. Най-ниските стойности за емулсионната стабилност на пастетите са

получени при високите стойности на температурата и времето на стерилизация, което се вижда и на фиг. 15.



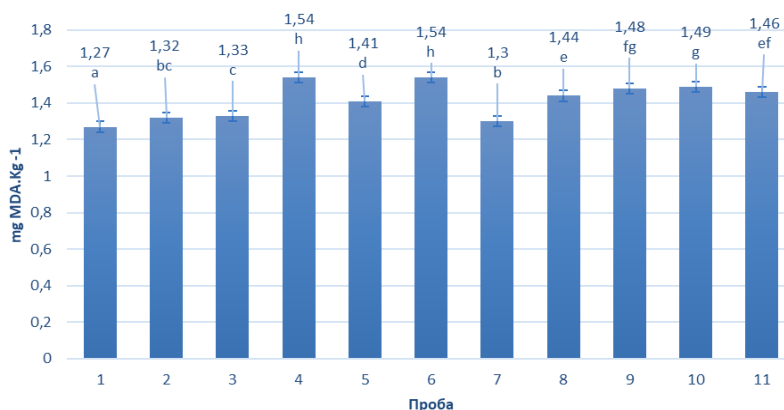
Фиг. 14. Диаграма на Парето за емулсионна стабилност



Фиг. 15. Промяна на EC (%) в зависимост от T (°C) и τ (min)

4.2.2. Влияние на параметрите на процеса върху формирането на вторични продукти на липидна пероксидация, изразено чрез показателя TBARs

На фиг. 16 са представени средните стойности за тиобарбитурово-реактивоспособните съединения (TBARs).



Фиг. 16. Влияние на параметрите на процеса върху формирането на вторични продукти на липидна пероксидация

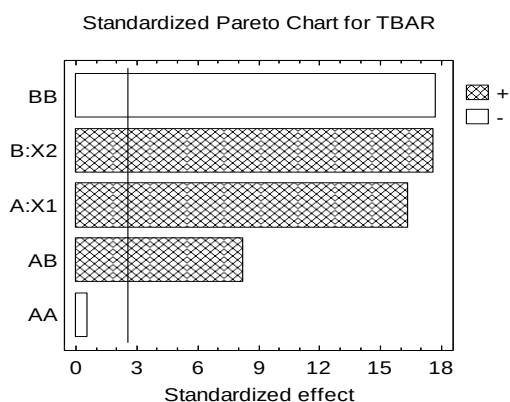
След обработка на експерименталните резултати и отстраняване на незначимите ефекти е получено следното регресионно уравнение, което описва изследвания процес с висока точност ($R^2 = 0,9950$):

$$Y_{24} = -0,571 + 0,028X_1 - 0,018X_2 + 0,0003X_1X_2 - 0,0002X_2^2, \text{ mg MDA/kg} \quad (8)$$

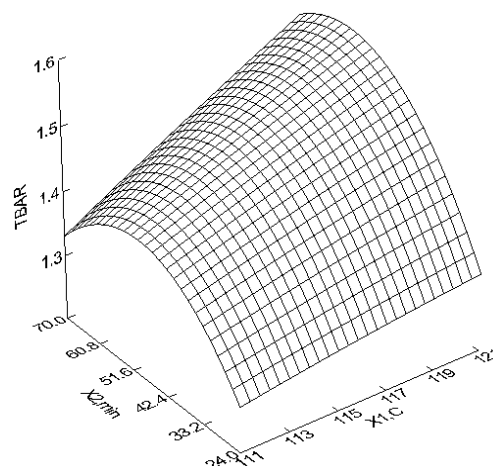
От диаграмата на Парето (фиг. 17) се вижда, че най-голямо влияние върху TBARs оказва квадратичният ефект на времето на стерилизация. По-малко влияние върху този показател оказват линейните ефекти на температурата и времето на стерилизация. С увеличаване времето на обработка тиобарбитурово-реактивоспособните

съединения се увеличават. Тенденцията е същата и по отношение на температурата.

Фиг. 18 онагледява промяната на формирането на вторични продукти от липидната пероксидация при стерилизация на месо-зеленчуковите пастети в зависимост от температурата и времето на стерилизация. От нея се вижда, че най-високи стойности за TBARs са получени при високите стойности на температурата и времето на стерилизация на пастетите.



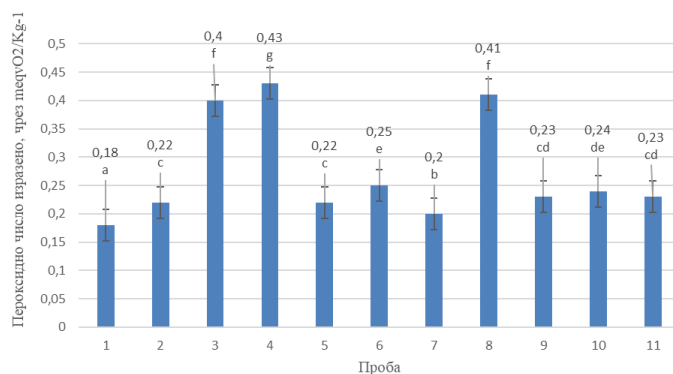
Фиг. 17. Диаграма на Парето за TBARs



Фиг. 18. Промяна на TBAR (mg MDA/kg) в зависимост от $T (^{\circ}\text{C})$ и $t (\text{min})$

4.2.3. Влияние на параметрите на процеса върху скоростта на натрупване на първични продукти на липидното окисление, изразено чрез показателя пероксидно число

На фиг. 19 са представени средните стойности на пероксидното число (ПОЧ) за стерилизираните месо-зеленчукови пастети.



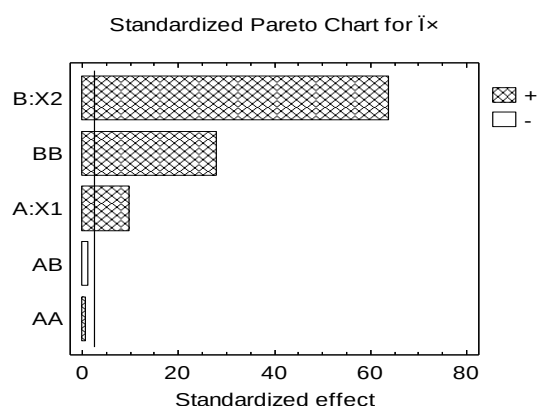
Фиг. 19. Влияние на параметрите на процеса върху ПОЧ

Изследваният процес се описва с висока точност от математичния модел, като коефициентът на множествена корелация е 0,9990.

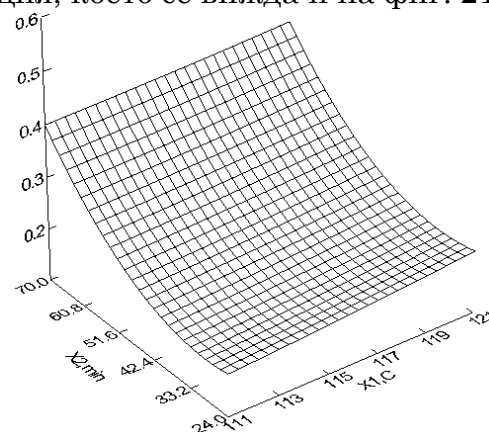
На база резултатите от проведения план на експеримента е получено следното регресионно уравнение:

$$Y_{25} = 0,944 - 0,015X_1 - 0,006X_2 + 0,0001X_2^2, \text{ meqO}_2/\text{kg} \quad (9)$$

От диаграмата на Парето (фиг. 20) се вижда, че най-голямо влияние върху пероксидното число оказва линейният ефект на времето на стерилизация на пастетите. По-малко влияние върху този показател оказва температурата на стерилизация. С увеличаване времето на обработка пероксидното число нараства. Тенденцията е същата и по отношение на температурата. Най-ниските стойности за пероксидното число на пастетите са получени при ниските стойности на температурата и времето на стерилизация, което се вижда и на фиг. 21.



Фиг. 20. Диаграма на Парето за пероксидно число



Фиг. 21. Промяна на ПОЧ ($\mu\text{eqO}_2/\text{kg}$) в зависимост от T ($^{\circ}\text{C}$) и τ (min)

4.2.4. Влияние на параметрите на процеса върху съдържанието на фруктани

В Таблица 12 са представени средните стойности за съдържанието на фруктани в стерилизираните месо-зеленчукови пастети.

ТАБЛИЦА 12. Влияние на параметрите на процеса върху съдържанието на фруктани

Проба	Фруктани, g/100 g
1	1,67±0,01
2	0,43±0,01
3	0,74±0,01
4	0,59±0,01
5	1,31±0,01
6	1,61±0,01
7	1,19±0,01
8	0,69±0,01
9	1,00±0,01
10	0,99±0,01
11	1,08±0,01

Резултатите за съдържанието на фруктани (инулин) в пробите показват, че проведените режими на стерилизация влияят върху остатъчното му количество. От таблицата става видно, че съдържанието

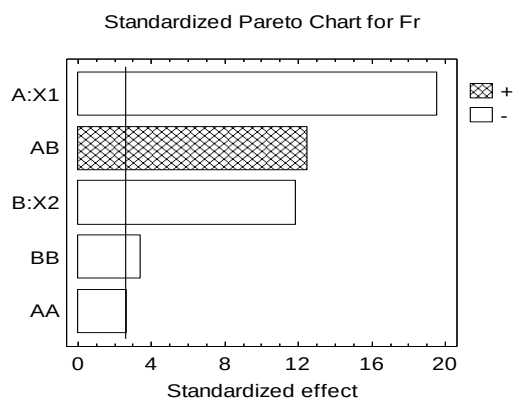
на инулин намалява с нарастване на температурата и времето за стерилизация. Тези резултати подкрепят и резултатите на Bohm *et al.* (2005), Wang *et al.* (2009), според които топлинната обработка води до разпадане на дългите фруктозни вериги (фруктани) до фруктозите им мономери. Според Huebner *et al.* (2008) високата температура и ниското рН могат да причинят частична хидролиза на тези въглехидрати, а според Bohm *et al.* (2005) те предизвикват значително намаляване на пребиотичната активност на инулина. При нас обаче съдържанието на инулин намалява в зависимост от топлинната обработка и не се влияе от стойностите на активната киселинност. Така например ръжен хляб, произведен с добавка на инулин, изпечен в продължение на 60 min при 210°C показва загуба на инулин, варираща между 10 и 20% (Fretzdorff & Welge, 2003). Деградацията на фруктоолигозахариди се наблюдава в температурния диапазон на обработка 60 - 100°C. Скоростта на разграждане зависи от времето за обработка и от активната киселинност на средата (Matusek *et al.*, 2009).

Изследваният процес се описва с висока точност от математичния модел, като коефициентът на множествена корелация ($R^2 = 0,9930$) показва, че в 99% от случаите промяната във входните величини ще доведе до изменение в съдържанието на фруктани в стерилизираните месо-зеленчукови пастети.

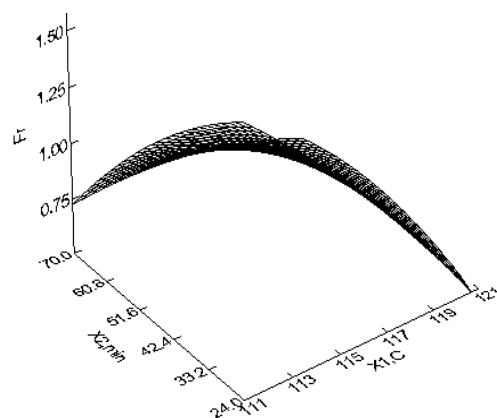
На база резултатите от проведения план на експеримента е получено следното регресионно уравнение:

$$Y_{26} = -17,448 + 0,5X_1 - 0,267X_2 - 0,003X_1^2 + 0,002X_1X_2 - 0,0002X_2^2, \text{ g/100 g} \quad (10)$$

От диаграмата на Парето (фиг. 22) се вижда, че най-голямо влияние върху съдържанието на фруктани оказва линейният ефект на температурата. По-малко влияние върху този показател оказва времето на стерилизация. С увеличаване на температурата фруктаните намаляват. Тенденцията е същата и по отношение на времето на обработка. Най-високо е съдържанието на фруктани при ниските стойности на температурата и времето на стерилизация на пастетите, което се вижда и на фиг. 23.



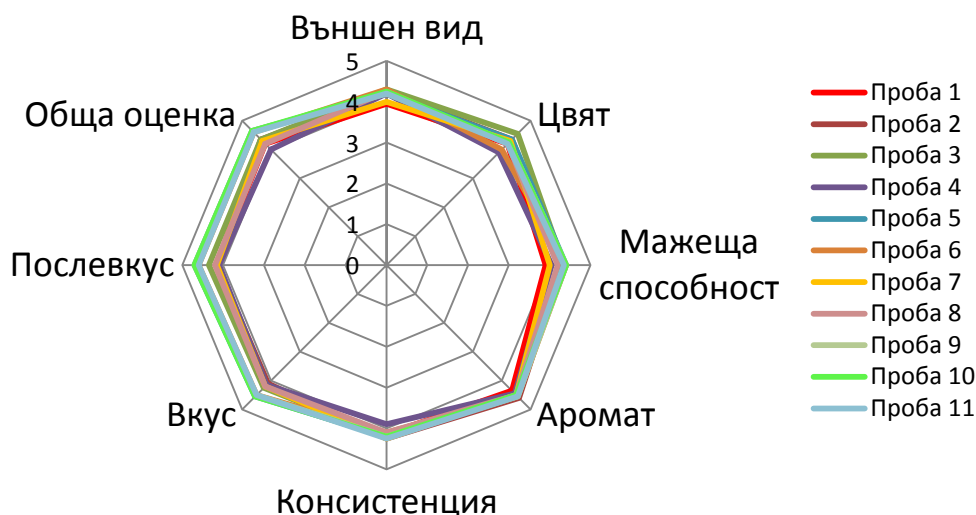
Фиг. 22. Диаграма на Парето за съдържание на фруктани



Фиг. 23. Промяна на съдържанието на фруктани (g/100 g) в зависимост от T (°C) и τ (min)

4.2.5. Влияние на параметрите на процеса върху сензорната оценка

Получените резултати от проведения сензорен анализ на пробите пастети са представени на фиг. 24.



Фиг. 24. Влияние на параметрите на процеса върху сензорната оценка

В Таблица 13 са представени средните стойности за общата сензорна оценка на стерилизираните месо-зеленчукови пастети.

ТАБЛИЦА 13. Обща сензорна оценка на месо-зеленчукови пастети

Проба	Обща сензорна оценка
1	4,20
2	4,35
3	4,35
4	4,00
5	4,65
6	4,60
7	4,30
8	4,20
9	4,65
10	4,65
11	4,60

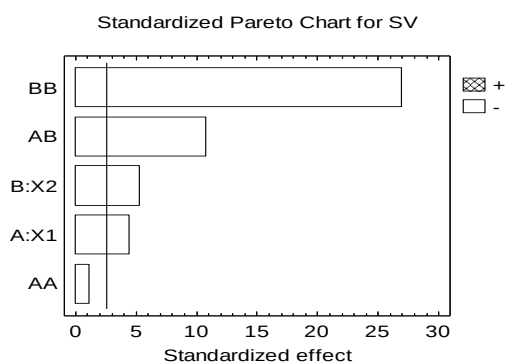
След обработка на експерименталните резултати и отстраняване на незначимите ефекти е получено следното регресионно уравнение, което описва изследвания процес с висока точност ($R^2 = 0,9949$):

$$Y_{27} = -11,065 + 0,201X_1 + 0,194X_2 - 0,001X_1X_2 - 0,001X_2^2 \quad (11)$$

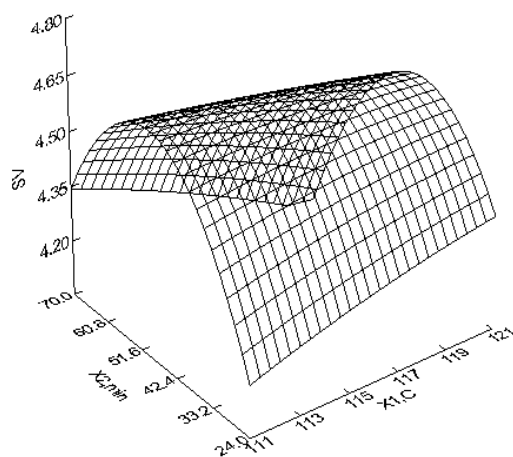
От диаграмата на Парето (фиг. 25) се вижда, че най-голямо влияние върху общата сензорна оценка на пастетите оказва

квадратичният ефект на времето на стерилизация. По-малко влияние върху този показател оказват линейните ефекти на температурата и времето на стерилизация. С увеличаване на температурата общата сензорна оценка намалява. Тенденцията е същата и по отношение на времето на обработка.

Фиг. 26 онагледява промяната на сензорната оценка в зависимост от температурата и времето на стерилизация. С увеличаване времето на стерилизация общата сензорна оценка нараства, но това е ограничено. След определен период от време се наблюдава намаляване на сензорната оценка.



Фиг. 25. Диаграма на Парето за общата сензорна оценка



Фиг. 26. Промяна на сензорната оценка в зависимост от $T (^{\circ}\text{C})$ и $\tau (\text{min})$

4.2.6. Влияние на параметрите на процеса върху фактическата леталност на стерилизационния процес

В Таблица 14 са дадени стойностите на определената фактическа леталност (F_0 усл. мин.) при стерилизация на консервите.

ТАБЛИЦА 14. Фактически стерилизационни ефекти на месо-зеленчуковите пастети

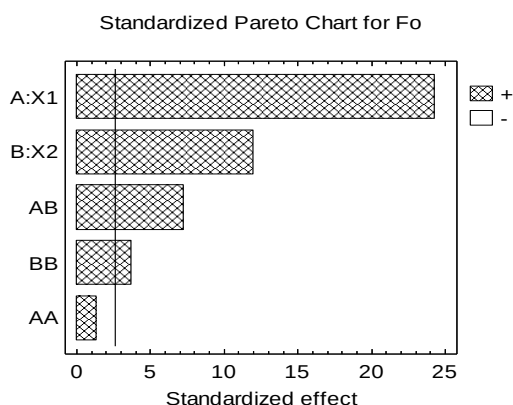
Проба №	F_0 усл. мин.
1	2,28
2	25,85
3	6,62
4	55,46
5	4,45
6	35,17
7	12,02
8	24,15
9	16,69
10	17,22
11	16,81

След обработка на експерименталните резултати и отстраняване на незначимите ефекти е получено следното регресионно уравнение, което описва изследвания процес с висока точност ($R^2 = 0,9938$):

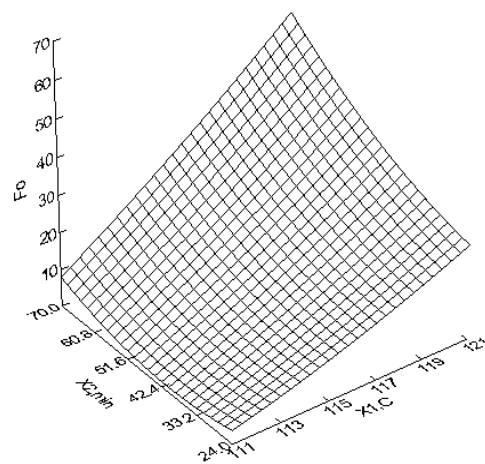
$$Y_{28} = 700,446 - 12,638X_1 - 6,724X_2 + 0,055X_1X_2 + 0,008X_2^2, \min \quad (12)$$

От диаграмата на Парето (фиг. 27) се вижда, че най-голямо влияние върху определената фактическа леталност при стерилизация на месо-зеленчуковите пастети оказва линейният ефект на температурата, следван от този на времето на стерилизация, като зависимостите са положителни. С повишаване на температурата стойностите на F_0 нарастват. С увеличаване времето на стерилизация F_0 - стойностите също нарастват, но в по-малка степен.

На фиг. 28 е дадена промяната на определената фактическа леталност при стерилизация на пастетите в зависимост от температурата и времето на стерилизация. Високи F_0 - стойности се получават при комбинация от висока температура и продължително време на стерилизация на пастетите.



Фиг. 27. Диаграма на Парето за определената фактическа леталност



Фиг. 28. Промяна на F_0 (ул. мин.) в зависимост от T ($^{\circ}\text{C}$) и τ (min)

4.2.7. Оптимизиране на процеса на стерилизация на месо-зеленчуковия пастет

За установяване на оптималните условия на процеса е необходимо да се определят условията, водещи до високи стойности на съдържанието на фруктани, общата сензорна оценка, определената фактическа леталност и емулсионната стабилност на стерилизираните месо-зеленчукови пастети и ниски стойности за тиобарбитурово-реактивоспособните съединения и пероксидното число. Границите на целевите функции за оптимизация са дадени в Таблица 15.

Оптималната област за режима на стерилизация на месо-зеленчуковите пастети от пуешко месо, пилешки черен дроб и натурални компоненти - инулин и брашно от леща, е представена на фиг. 29 (потъмнената област).

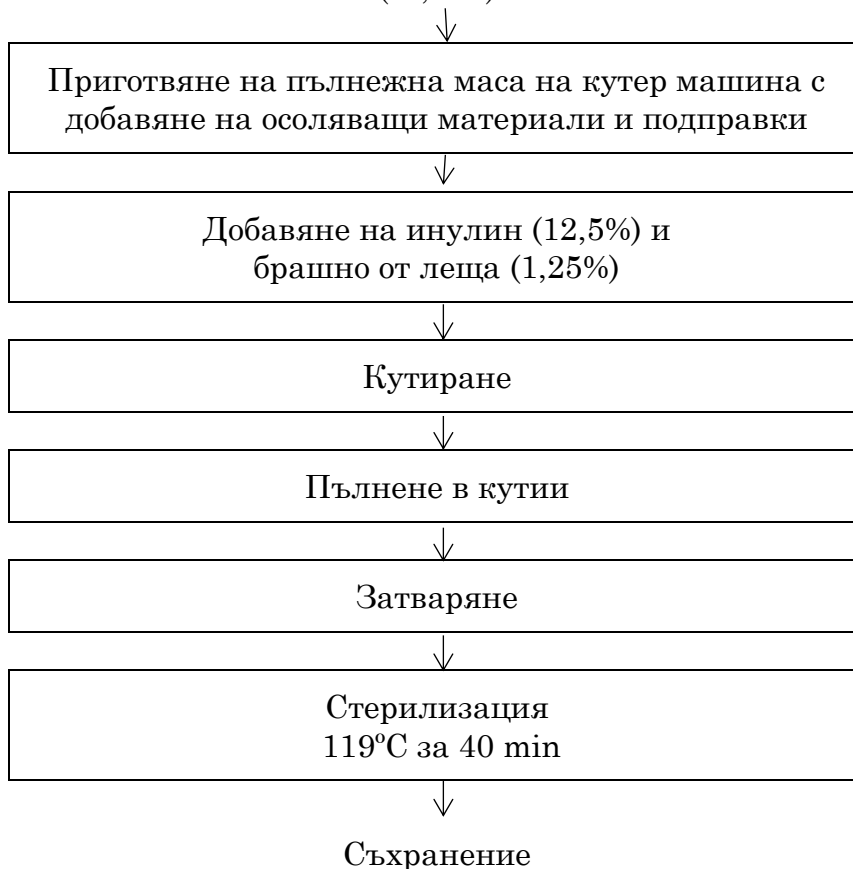
функционални добавки (инулин и брашно от леща) се влагат към пълнежната маса по време на кутиране.

Пробите пастети са приготвени като дефростираното и нарязано на късове птиче месо се смила в кутер-машина и към него се добавя дефростирания и измит под течаща вода пилешки дроб. Към получената смес се прибавят яйчния меланж и спомагателните материали, след което се влагат брашното от леща и инулинът, и кутирането (при 3 ÷ 5 оборота на чинията на кутер машината) продължава до получаване на фина, хомогенна месна маса. По време на кутирането се добавя вода в количество до 15% спрямо теглото на месната маса. Приготвената пълнежна маса се загрява до 70°C и се пълни (по 0,160 kg) в консервни кутии. След напълване кутиите се затварят на затварачна машина и пробите се стерилизират при следния режим:

$$\frac{20 - 40 - 20}{119^{\circ}\text{C}} 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Технологичната схема е представена на фигура 30.

ДЕФРОСТИРАНО ПУЕШКО МЕСО, ПИЛЕШКИ ЧЕРЕН ДРОБ И МЕКА СЛАНИНА
(11,25%)



Фиг. 30. Технологична схема за производство на месо-зеленчуков пастет с функционални свойства

В Таблицы 16 – 22 са представени данните за състава на месо-зеленчуковия пастет, неговите цетови и микробиологични показатели, както и общата сензорна оценка.

ТАБЛИЦА 16. Общ химичен състав на месо-зеленчуков пастет с функционални свойства

Водно съдържание g/100g	Белтъци g/100g	Въглехидрати g/100g	Мазнини g/100g	Минерални вещества g/100g	Енергийна стойност kJ/kcal на 100 g
61,19	12,02	12,46	15,22	2,1	234,9/981,88

ТАБЛИЦА 17. Физикохимичен състав на месо-зеленчуков пастет с функционални свойства

pH пълнежна маса	pH консерви	Емулсионна стабилност, %	Фруктани g/100g
6,32	6,24	99,68	1,4

ТАБЛИЦА 18. Цетови показатели на месо-зеленчуков пастет с функционални свойства

L*	a	b	c	h
59,51	6,78	15,3	16,74	66,08

ТАБЛИЦА 19. Липолитични и окислителни изменения на липидната фракция на месо-зеленчуков пастет с функционални свойства

TBARs, mg MDA/kg	ПОЧ, $\mu\text{eqO}_2/\text{kg}$
1,01	0,24

ТАБЛИЦА 20. Структурно-механични свойства на месо-зеленчуков пастет с функционални свойства

Твърдост, N	Адхезивност (Лепкавост), Nmm	Хомогенност (Кохезивност)	Ронливост, N
27,45	46,79	0,33	9,1

ТАБЛИЦА 21. Обща сензорна оценка на месо-зеленчуков пастет с функционални свойства

Дегустатор	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Оценка	5	4,5	5	4,5	5	5	5	5	5	5

Микробиологичните показатели (данните не са показани) отговарят на нормативните изисквания, което говори за постигната стерилност и гарантирана безопасност на месо-зеленчуковия пастет.

ТАБЛИЦА 22. Масно киселинен състав на месо-зеленчуков пастет с функционални свойства

Масни киселини	Съдържание
C4:0 (Маслена)	0,03
C6:0 (Капронова)	0,08
C8:0 (Каприлова)	0,04
C10:0 (Капринова)	0,05
C11:0 (Ундецилова)	0,06
C12:0 (Лауринова)	1
C13:0 (Тридеканова)	0,02
C14:0 (Миристинова)	0,03
C14:1 (Миристолеинова)	0,04
C16:0 (Палмитинова)	26
C16:1 (Палмитолеинова)	2
C 17:0 (Маргаринова)	0,01
C17:1 (Гинколова)	0,35
C18:0 (Стеаринова)	10,2
C18:1 (Олеинова)	41,31
C18:2 (Линолова)	16,29
C18:3 (α -Линоленова)	1,19
C20:4 (Арахидонова)	0,18
C22:0 (Бехенова)	0,65
C24:1 (Селахолеинова)	0,69
Наситени МК (НМК), (g. kg⁻¹)	37,52
Ненаситени МК (ННМК), (g.kg⁻¹)	62,35
Мононенаситени МК (МНМК), (g.kg⁻¹)	42,65
Полиненаситени МК (ПНМК), (g.kg⁻¹)	19,7
ПНМК/НМК	0,53
МНМК/ПНМК	2,16

Получената фактическа леталност на пастета е 23,99 min.

Обобщавайки данните от проведените изследвания на месо-зеленчуковия пастет следва да отбележим, че е постигнато намаляване на мазнините в пастета, респективно на енергийната му стойност. Количеството на протеините е близко до това на изходната рецептура, а съдържанието на въглехидратите се увеличава в резултат от добавените инулин и брашно от леща. Значително се увеличава и количеството на добавената вода.

Съдържанието на фруктани в изследвания месо-зеленчуков пастет е 1,4 g/100g. Това количество е приемливо от гледна точка на желания потенциален функционален пребиотичен ефект и докладваното от

Bodner & Sieg (2009) лимитиращо количество на фруктаните (инулин) в месни продукти – 4 g/100g.

Резултатите от проведената дегустационна оценка на месо-зеленчуковия пастет показват, че той се възприема много добре от консуматорите.

ОБОБЩЕНИ ИЗВОДИ

- На база проведения Симплекс центроиден план и получените резултати са изведени математически регресионни модели. Коефициентите на детерминация показват значителна зависимост между променливите величини.

- Снети са термограмите и са определени фактическите стерилизационни ефекти на проведения режим на стерилизация на месо-зеленчуковите пастети. При всички проби е постигната стерилизационна стойност, която е по-висока от необходимия стерилизационен ефект.

- В резултат на изведените математични модели за съдържание на мазнини, белтъчини, фруктани, емулсионна стабилност, сензорна оценка, енергийна стойност и определена оптимална област е избран състава на сместа от животинска мазнина (мека сланина) – 45%, инулин – 50% и брашно от леща – 5%, която гарантира минимално съдържание на мазнини, максимално съдържание на белтъчини и фруктани, както и висока сензорна оценка на месо-зеленчуковия пастет.

- Добавянето на инулин и брашно от леща може да замени количеството на животинските мазнини с почти 50%, респективно да намали енергийната стойност на готовия продукт.

- Получените математични модели описват със сравнително висока точност влиянието на независимите променливи (температура и време на стерилизация) върху емулсионната стабилност, TBARs, пероксидното число, съдържанието на фруктани, сензорната оценка и фактическата леталност на стерилизационния процес.

- В резултат на изведените математични модели за съдържанието на фруктани, емулсионната стабилност, TBARs, пероксидното число, сензорната оценка, фактическата леталност на процеса и определена оптимална област е избран следния режим за стерилизация на месо-зеленчуковия пастет: $\frac{20-40-20}{119^{\circ}\text{C}} 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

- При избрания температурен режим на стерилизация на месо-зеленчуковия пастет с функционални свойства се запазва желания позитивен ефект по отношение на хранителните, технологичните и функционални характеристики на продукта.

- Частичната замяна на животинската мазнина с инулин и брашно от леща при производството на пастет представлява

технологична възможност, която с успех може да се използва за създаване на нови месни стерилизирани продукти, обогатени с натурални полифункционални компоненти, с подобрени качествени показатели и икономически ползи.

- Разработването на месо-зеленчуковия пастет е в съответствие със съвременните пазарни тенденции и отговаря на търсения от консуматора продукт, с подобрени качествени характеристики и потенциални здравни ползи.

ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

- Научно доказана е ефективността от добавянето на инулин и брашно от леща за подобряване на емулсионната стабилност и водозадържащата способност на пълнежната маса, което ги превръща в икономически изгодно средство за намаляване на себестойността на произвеждания продукт.

- Въз основа на проведен Симплекс центроиден план и изведените математични модели за съдържание на мазнини, белтъчини, фруктани, емулсионна стабилност, сензорна оценка и енергийна стойност е определена оптимална област за състава на сместа от животинска мазнина (мека сланина), инулин и брашно от леща, която гарантира минимално съдържание на мазнини, максимално съдържание на белтъчини и фруктани, както и висока сензорна оценка на месо-зеленчуковия пастет.

- Получени са адекватни математични модели за емулсионната стабилност, пероксидното число, тиобарбитурово-реактивоспособните съединения, съдържанието на фруктани, сензорната оценка на месо-зеленчуковия пастет и фактическата леталност на стерилизационния процес.

- Установена е оптимална зона от параметрите (температура и време) на процеса на стерилизация, в която могат да се получават месо-зеленчукови пастети с високи стойности на съдържанието на фруктани, емулсионна стабилност, обща сензорна оценка и ниски стойности за тиобарбитурово-реактивоспособните съединения и пероксидното число.

- Разработена е технология за получаване на месо-зеленчуков пастет с функционални свойства. Продуктът е победител в Конкурс за иновации, раздел „Научна дейност и разработки“, на Международен панаир Пловдив, през 2018 г.

ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИЯТА

1. **Момчилова М.** (2018). Влияние на инулина и брашно от леща върху физикохимичните и цветови показатели на месо-зеленчуков пастет. Младежки форум – 2018 „Наука, технологии, иновации, бизнес в машиностроенето, ISSN 2367- 8569, 147-152.

2. Marudova M., **M. Momchilova**, G. Antova, Z. Petkova, D. Yordanov, G. Zsivanovits (2018). Investigation of fatty acid thermal transitions and stability in poultry pates enriched with vegetable components. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 133 (1), 539-547. (<https://doi.org/10.1007/s10973-017-6841-z>).

3. M. Tonchev, T. Atanasov, A. Todorova, Tz. Atanasova, N. Schtrankova, **M. Momchilova**, G. Zsivanovits (2017). Sensory and instrumental texture analysis of Bulgarian commercial pates. Agricultural Science and Technology (AST), 9 (3), 251-256.

MOMCHILOVA MARIA (2019). POSSIBILITY TO OBTAIN THE MEAT VEGETABLE CANNED FOODS WITH FUNCTIONAL PROPERTIES. ABSTRACT OF PHD THESIS, INSTITUTE OF FOOD PRESERVATION AND QUALITY-PLOVDIV

ABSTRACT

The main purpose of this investigation is the possibility to obtain the meat vegetable canned foods with functional properties. To achieve the set goal, three main tasks are defined, divided into three experiments. 1) Development of an optimal formula of the meat and vegetable pâtés with functional properties; 2) Modeling and optimizing of the sterilization process of the meat and vegetable pâtés with functional properties; 3) Development of technology for production of meat and vegetable pâtés with functional properties.

To develop an optimal formula of the meat and vegetable pâtés with functional properties the Simplex Centroid Plan and Response Surface Methodology are applied. A graphic optimization of the component composition was carried out to determine the quantities of functional additives used. To optimize the composition of the investigated mixture of animal fat (saló), inulin, and lentil flour, incorporated into poultry meat pate, the following limited conditions are accepted: Sensory evaluation > 3.5; Emulsion stability > 94%; Fructans > 0.8%; Fats < 16 %; Protein > 10 %; Energy value < 250 kcal. As a result of the deduced mathematical models, the composition of the animal fat mixture (saló) – 45%, inulin – 50%, and lentil flour – 5%, was chosen. This composition guarantees minimal Fat content, maximal Protein and Fructans content, as the same time a high Sensory evaluation of the meat and vegetable pâtés.

To optimize sterilizing regime of meat and vegetable pâtés from turkey meat, chicken liver and natural ingredients as inulin and lentil flour was applied Response Surface Methodology, using Optimal Composition Plan. The obtained mathematical models describe with relatively high accuracy the influence of the independent variables (temperature and time of sterilization) on the emulsion stability, the TBARs, the peroxide number, the fructan content, the sensory evaluation and the actual lethality of the sterilization process. As a result of the mathematical modeling was chosen the following sterilizing regime of the meat and vegetable pâté

$\frac{20-40-20}{119^{\circ}\text{C}}$ $2 \cdot 10^5$ Pa.

A meat-vegetable pâté production technology, by which was achieved a reducing of fat content in the pate respectively its energy value, has been developed. The amount of protein is close to the original formula, and the carbohydrates content increases as a result of the added inulin and lentil flour. The added water amount is increased significantly. The Fructan's content in the meat-vegetable pate is 1.4 g / 100g. This quantity is acceptable in terms of the desired potential functional pro biotic effect.