

ШҰЖЫҚТАРДЫҢ ТҮС ПАРАМЕТРЛЕРІН СТАТИСТИКАЛЫҚ ТАЛДАУ: SPSS БАҒДАРЛАМАСЫНДА БІР ФАКТОРЛЫ ДИСПЕРСИЯЛЫҚ ТАЛДАУ (ONE-WAY ANOVA) ЖӘНЕ TUKEY ТЕСТІМЕН ӨНДЕУ

¹А.Т. КОЙШЫБАЕВА *, ²М. КОРЖЕНИОВСКА , ¹Я.М. УЗАКОВ ,
³Л.А. КАЙМБАЕВА , ¹А.К. СМАГУЛОВА 

(¹Алматы технологиялық университеті, 050012, Алматы, Қазақстан Республикасы

²Вроцлав табиғат және өмір туралы ғылымдар университеті, 50-375, Вроцлав, Польша

³Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, 050010, Алматы, Қазақстан Республикасы)

Автор-корреспонденттің электрондық почтасы: aigerim.koishybayeva@atu.edu.kz*

Бұл мақалада шұжық өнімдерінің түс параметрлерін статистикалық өңдеу әдістерін қолдану арқылы талдау нәтижелері жан-жақты баяндалады. Зерттеудің мақсаты – бақылау және 3-8 % аралығында алма сызындысының ұнтағы қосылған күрке тауық етінен пісірілген шұжық өнімдерінің T1, T2, T3 үлгілерінде ашықтық (L*) мәндеріндегі айырмашылықтарды анықтау болып табылады. Бұл зерттеуде SPSS бағдарламасындағы бір факторлы дисперсиялық талдау (One-Way ANOVA) және Tukey HSD жұптық салыстыру тесті пайдаланылды. ANOVA нәтижелері бойынша үлгілердің орташа мәндері арасында статистикалық тұрғыда маңызды айырмашылықтардың бар екені анықталды ($p < 0,05$). Tukey тесті арқылы үлгілер гомогендік топтарға бөлініп, әрбір топ «a-c» аралығындағы латын әріптерімен белгіленді. Зерттеу нәтижелері шұжық өнімдерінің түс параметрлерін сипаттау мен бағалау барысында қолданылатын статистикалық әдістердің жоғары тиімділігін көрсетті. Алынған мәліметтер шұжық өнімдерінің сапасын арттыру және жаңа рецептураларды әзірлеу барысында қолдануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелері студенттер, жас зерттеушілер мен азық-түлік өндірісі саласындағы мамандарға пайдалы болуы мүмкін. Бұл жұмыс азық-түлік өнімдерінің сапасын бағалау әдістерін жетілдіру және өнімнің физикалық-химиялық сипаттамаларын жақсарту бойынша болашақ зерттеулерге негіз бола алады.

Негізгі сөздер: шұжық түсі, ашықтық (lightness), біртектілік тесті (homogeneous test), статистикалық бағдарламалық қамтамасыз ету (statistical software), p-value.

STATISTICAL ANALYSIS OF COLOR PARAMETERS OF SAUSAGES: PROCESSING WITH ONE-WAY ANOVA AND TUKEY TEST IN SPSS

¹A. KOISHYBAYEVA*, ²M. KORZENIOWSKA, ¹Y. UZAKOV,
³L. KAIMBAYEVA, ¹A. SMAGULOVA

(¹ Almaty technological university, 050012,

²Wroclaw university of environmental and life sciences, 50-375, Wroclaw, Poland

³Kazakh national agrarian research university, 050010, Almaty, Kazakhstan)

Corresponding author e-mail: aigerim.koishybayeva@atu.edu.kz*

This article presents a detailed analysis of the color parameters of sausage products using statistical processing methods. The aim of the study was to identify differences in the lightness (L*) values between control samples and T1, T2, and T3 sausage samples made from turkey meat with the addition of apple pomace powder in amounts ranging from 3% to 8%. The study employed one-way analysis of variance (One-Way ANOVA) and Tukey HSD pairwise comparison tests using the SPSS program. According to the ANOVA results, statistically significant differences in mean values between the samples were identified ($p < 0.05$). The Tukey test grouped the samples into homogeneous groups, each designated by Latin letters from "a" to "c." The study results demonstrated the high effectiveness of statistical methods in describing and evaluating the color parameters of sausage products. The findings can be used to improve the quality of sausage products and develop new recipes. Additionally,

the research outcomes may prove valuable for students, young researchers, and professionals in the food industry. This work lays the foundation for future studies aimed at enhancing methods for evaluating food quality and improving the physical and chemical characteristics of products.

Keywords: color of sausage, lightness (L^*), homogeneous test, statistical software, p-value.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦВЕТОВЫХ ПАРАМЕТРОВ КОЛБАС: ОБРАБОТКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОДНОФАКТОРНОГО ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА (ONE-WAY ANOVA) И ТЕСТА ТЬЮКИ В SPSS

¹А.Т. КОЙШЫБАЕВА*, ²М. КОРЖЕНИОВСКА, ¹Я.М. УЗАКОВ,
³Л.А. КАЙМБАЕВА, ¹А.К. СМАГУЛОВА

¹Алматинский технологический университет, 050012, Алматы, Республика Казахстан

²Вроцлавский университет наук об окружающей среде и жизни, 50-375, Вроцлав, Польша

³Казахский национальный аграрный исследовательский университет, 050010, Алматы, Республика Казахстан)

Электронная почта автора-корреспондента: aigerim.koishybayeva@atu.edu.kz*

В данной статье подробно представлены результаты анализа цветовых параметров колбасных изделий с применением методов статистической обработки. Цель исследования заключалась в выявлении различий в показателях светлоты (L^) у контрольных образцов и образцов Т1, Т2, Т3 колбас, приготовленных из индейки с добавлением порошка яблочного жмыха в количестве 3-8 %. В данном исследовании использовались методы однофакторного дисперсионного анализа (One-Way ANOVA) и теста попарного сравнения Tukey HSD в программе SPSS. Согласно результатам ANOVA, были выявлены статистически значимые различия средних значений между образцами ($p < 0,05$). С помощью теста Tukey образцы были разделены на гомогенные группы, каждая из которых обозначена латинскими буквами от «а» до «с». Результаты исследования продемонстрировали высокую эффективность статистических методов в описании и оценке цветовых параметров колбасных изделий. Полученные данные могут быть использованы для улучшения качества колбасной продукции и разработки новых рецептов. Кроме того, результаты исследования могут быть полезны студентам, молодым исследователям и специалистам в области пищевой промышленности. Данная работа закладывает основу для дальнейших исследований, направленных на совершенствование методов оценки качества пищевых продуктов и улучшения их физико-химических характеристик.*

Ключевые слова: цвет колбасы, светлота (L^*), тест на однородность, статистическое программное обеспечение, p-value.

Kіріспе

Дұрыс статистикалық талдау жүргізу азық-түлік ғылымындағы зерттеулерде маңызды рөл атқарады, бірақ эксперименттік нәтижелерді тиімді түсіндіруде көптеген ғалымдар елеулі қиындықтарға тап болады. Белгілі бір статистикалық әдістерді қолдану үшін қажетті шарттар мен талаптарды түсінбеу негізгі қиындықтардың бірі болып табылады [1]. Бұл қиындық ғылыми журналдардың эксперименттік деректердің статистикалық тұрғыдан маңызды екенін дәлелдеуге қоятын қатаң талаптарына тығыз байланысты [2]. Нәтижелерді дұрыс түсіндіру мен оларды жеткізу үшін сенімді статистикалық талдау мен деректерді көрнекі түрде ұсыну аса маңызды.

Жақсы құрылымдалған статистикалық қорытынды эксперименттік нәтижелерді оқырманның оңай

түсінуіне ықпал етіп, зерттеу нәтижелерінің қолжетімді әрі әсерлі болуын қамтамасыз етеді [3].

Статистикалық әдістердің қолданылуы азық-түлік өнімдерінің химиялық құрамы мен қауіпсіздігін бағалау және процестерін оңтайландыру үшін қажет. Тағам өнеркәсібінде кеңінен қолданылатын статистикалық бағдарламалық жасақтамалардың бірі - SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) бағдарламасы. Chen және т.б. SPSS бағдарламасының азық-түлік өнімдерін ғылыми моделдеуде пайдалы екенін атап өтеді, себебі ол деректерді талдау процесін жеңілдетеді және

зерттеушілерге нәтижелерді оңай интерпретациялауға мүмкіндік береді, сонымен қатар, күрделі есептеулермен айналысуға кедергі болмайды [4].

Бір факторлы дисперсиялық талдау (One-Way ANOVA) – үш немесе одан көп топтың орташа мәндерін бір мезгілде салыстыруға арналған статистикалық әдіс. Оның мақсаты - топтар арасындағы айырмашылықтардың статистикалық тұрғыдан маңызды екенін анықтау.

Tukey тесті – немесе Tukey-дің сенімді маңызды айырмашылық тесті, HSD тесті – бұл дисперсиялық талдау (ANOVA) аясында топтық орташа мәндер арасындағы жұптық салыстыруларды жүргізуге қолданылатын статистикалық әдіс [5]. Ол ANOVA-да елеулі нәтиже анықталғаннан кейін, нақты қай үлгілердің орташа мәндері арасында елеулі айырмашылық бар екенін анықтауға көмектеседі. Tukey тесті ауыл шаруашылығы, биология және жаратылыстану ғылымдары сияқты көптеген салаларда, әсіресе әртүрлі үлгілерге әсер ететін өңдеулерді талдағанда кеңінен қолданылады.

Шұжықтың түсі – тұтынушылардың таңдауларына айтарлықтай әсер ететін және өнімнің балғындығын, құрамын және өңдеу сапасын көрсететін негізгі сапа көрсеткіші. Әртүрлі зерттеулер шұжықтың түс параметрлерін, мысалы, ашықтығын (L), қызылдығын (a) және сарылығын (b), заманауи әдістерді қолдану арқылы талдаудың маңыздылығын атап өтті. Мысалы, цитрус қабығының экстракттары мен соя майын қолдану b^* (қызыл түс) мәндеріне айтарлықтай әсер ететінін, сонымен қатар R^2 80.61 % екенін көрсетті, бұл цитрус қалдықтарын қайта өңдеу арқылы тұрақтылыққа қол жеткізу мүмкіндігін айқындайды [6]. Түс параметрлері шұжықтың pH және құрғақ зат мөлшері сияқты сипаттамаларымен байланысты екеніндігі анықталып, хитин қоспалары түс тұрақтылығы мен тағамдық құндылығын арттыратындығы зерттелді [7]. Сондай-ақ, биологиялық белсенді заттарды қосу және нитриттерді азайту шұжық түсінің тұрақтылығын арттырды, бұл қызылдығының b^* артуы және ашықтығының (L) төмендеуі арқылы дәлелденді [8]. Бұл нәтижелер қолайлы түс қасиеттерін сақтау және жалпы өнім сапасын жақсарту үшін рецептура мен өңдеу әдістерін оңтайландырудың маңыздылығын көрсетеді. Соңғы зерттеулер табиғи қоспалардың, мысалы, антоциандар мен қызанақ ұнтақтарының, ет

өнімдерінің түсіне әсерін бағалау үшін бір факторлы дисперсиялық талдауды (ANOVA) қолданды. Бұл зерттеулер түс параметрлерін пайдаланып, қоспалардың әсерінен болатын сыртқы өзгерістерді талдап, қызылдығы мен сарылығының айтарлықтай жақсаруын, ашықтығын сақтай отырып, атап көрсетті. Мысалы, қызанақ ұнтағын қосу өсімдік негізіндегі ет өнімдерінің сыртқы тартымдылығын жақсартса, табиғи пигменттер, мысалы, антоциандар, өңделген еттің түс тұрақтылығын арттырған [9].

Ал алма сығындысы күркетауық етінен жасалған шұжықтарда, тауық нагетстері мен буфало котлеттерінде қызылдықты (a^*) арттырып [10-11], тауық және күркетауық етінен жасалған шұжықтарда, гоштаба ет өнімдерінде ашықтықты (L^*) төмендеткен [12-14], ал сары түстің (b^*) ет өнімдерінде артқандығы байқалған [15].

Бұл зерттеудің мақсаты – пісірілген шұжықтардың түсін талдай отырып, әртүрлі шұжық үлгілері арасындағы түс бойынша статистикалық тұрғыдан маңызды айырмашылықтардың бар-жоғын анықтау үшін бір факторлы дисперсиялық талдауды қолдану. Мысалы, пісірілген шұжық үлгілеріне әртүрлі деңгейде (0, 3%, 5%, 8%) алма сығындысының ұнтағын қосып пісірілген шұжық үлгілерінің түсін салыстыруда бір факторлы дисперсиялық талдау осы үлгілер арасындағы түс өзгерістерінің маңыздылығын бағаланды. Бұл практикалық нұсқаулықты студенттерге және зерттеушілерге ұсыну SPSS бағдарламасында статистикалық әдістерді дұрыс түсіну және қолдану, зерттеу нәтижелерін дәл интерпретациялауды қамтамасыз ету үшін өте маңызды болып табылады.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Шұжықтарының түс параметрлері, яғни L (ашықтық), a (қызыл түс) және b (сары түс) мәндері Вроцлав қоршаған орта мен өмір туралы ғылымдар университетінің «Функциональдық тамақ өнімдерін әзірлеу» кафедрасының зертханасында рефлексиялық колориметр (Minolta CR-400, ақ пластинамен калибрленген, $L^*=+97.83$, $a^*=-0.43$, $b^*=+1.98$) көмегімен анықталды (1-сурет). Әртүрлі дейгейде алма сығындысының ұнтағы қосылып пісірілген шұжықтарының үлгілері әрбір өлшеу алдында 15×25 мм өлшемдерінде кесілді. Талдау пісірілген шұжықтарды өндіру күнінде тікелей жүргізілді. Өлшемдер үш рет қайталанып, статистикалық талдау үшін орташа мәндер алынды (1-кесте).



Сурет 1. Шұжық түсін колориметрмен өлшеу қадамдары

Бұл зерттеу шұжық формулаларында өсімдік қоспаларының деңгейлері арасында маңызды айырмашылықтар бар-жоғын анықтауға бағытталған. Осыған байланысты келесідегідей 2 гипотеза қойылады:

- H0: Топтар арасында түс деңгейлерінде статистикалық тұрғыдан маңызды айырмашылық жоқ;

- H1: Топтар арасында түс деңгейлерінде статистикалық тұрғыдан маңызды айырмашылық бар.

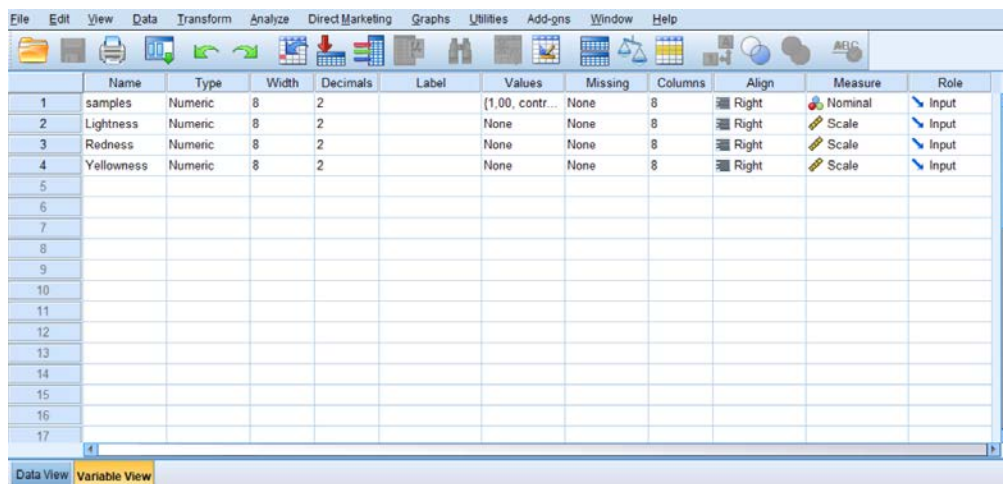
Кесте 1. Пісірілген шұжықтардың түс параметр-лері, әрбір түстің үш рет қайталанған өлшемдері

Үлгілер	Түс параметрлері		
	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Бақылау	83,12	5,98	21,6
Бақылау	84,12	6,19	22,26
Бақылау	85,62	5,43	18,88
T1	77,47	4,82	16,76
T1	78,25	4,65	17,74
T1	78,81	4,73	17,69
T2	78,97	4,57	17,76
T2	81,05	4,19	16,91
T2	79,04	4,54	17,78
T3	76,52	4,31	17,73
T3	76,97	4,3	17,82
T3	76,01	4,32	19,18

Пісірілген шұжықтардың түсінде байқалған айырмашылықтардың статистикалық тұрғыдан маңызды екендігін сенімді түрде анықтау және сондай-ақ өсімдік қоспаларының әртүрлі мөлшерінің шұжықтардың сыртқы түріне қалай әсер ететінін түсіну мақсатында бір факторлы дисперсиялық талдау (*One-Way*

ANOVA) жүргізу үшін *SPSS* бағдарламасын ашып келесі пәрмендерді орындау керек.

2-суретте *SPSS* бағдарламасының *Variable View* (Айнымалыларды көру) терезесі көрсетілген, онда деректер айнымалыларының сипаттамалары орнатылған. Әрбір жол бір айнымалыны білдіреді, ал бағандар оның әртүрлі қасиеттерін сипаттайды.



Сурет 2. SPSS бағдарламасындағы Variable View бөліміне айнымалыларды енгізу

Айнымалылар сипаттамалары:

Name (Аты) - айнымалының атауы жазылады.

Мысалы: samples, Lightness, Redness, Yellowness.

Type (Түрі) - айнымалы деректерінің түрі (мысалы, Numeric - сандық деректер).

Width (Ені) - айнымалы мәндерінің максималды символдық ұзындығын көрсетеді.

Decimals (Ондық сандар). Ondық таңбалардың саны (мысалы, 2).

Label (Жапсырма) - айнымалының толық сипаттамасы. Бұл қолданушыларға түсінікті болу үшін қосымша ақпарат береді.

Values (Мәндер) - айнымалының кодталған мәндері мен олардың сипаттамалары көрсетілген. Мысалы, samples үшін: 1,00 = "Control", 2,00 = "T1", 3,00 = "T2", 4,00 = "T3".

Missing (Жоғалған мәндер) - есепке алынбайтын жоғалған мәндерді көрсетеді (None - жоғалған мәндер жоқ).

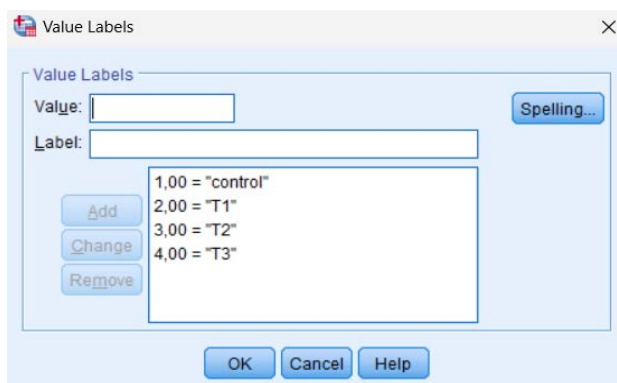
Columns (Бағандар) - айнымалының кестеде қанша баған алатынын анықтайды.

Align (Туралау) - айнымалы мәндерін туралау (оңға, солға, ортасына).

Measure (Өлшем) - айнымалының өлшем деңгейі. Nominal: Санаттық айнымалылар (мысалы, топтар). Scale: Сандық айнымалылар (үздіксіз деректер).

Role (Рөл) - айнымалының рөлі (Input — талдау үшін енгізу айнымалысы).

3-суретте көрсетілген Value Labels опциясы арқы-лы Samples үшін белгілер тағайындалады. Бұл әдіс кодталған мәндерді түсінікті түрде көрсетеді және статистикалық талдау кезінде оларды жеңіл оқуға мүмкіндік береді.



Сурет 3. Value Labels опциясында белгілерді тағайындау

Value өрісіне сандық мән енгізіледі (мысалы, 1, 2, 3, 4). Label өрісіне осы мәnnің мәтіндік сипаттамасы енгізіледі (мысалы, "control", "T1", "T2", "T3").

Бұл процесс шұжық үлгілері немесе басқа эксперименттік топтар сияқты кодталған деректерді оңай талдау үшін қолданылады. Value Labels

функциясы әсіресе көп деңгейлі деректерді талдауда немесе дискретті категорияларды қолданатын зерттеулерде пайдалы.

Ары қарай, 4-суретте көрсетілгендей Data View бөліміне өтіп, төмендегі форматта деректерді енгіземіз:

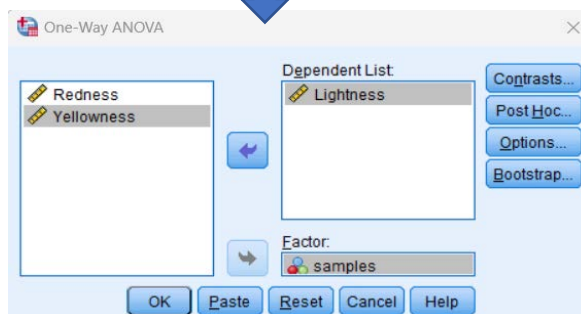
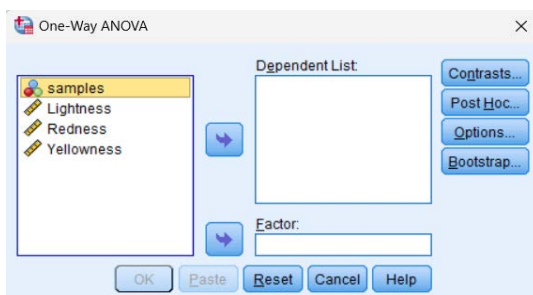
	samples	Lightness	Redness	Yellowness
1	1.00	83.12	5.98	21.60
2	1.00	84.12	6.19	22.26
3	1.00	85.62	5.43	18.88
4	2.00	77.47	4.82	16.76
5	2.00	78.25	4.65	17.74
6	2.00	78.81	4.73	17.69
7	3.00	78.97	4.57	17.76
8	3.00	81.05	4.19	16.91
9	3.00	79.04	4.54	17.78
10	4.00	76.52	4.31	17.73
11	4.00	76.97	4.30	17.82
12	4.00	76.01	4.32	19.18

Сурет 4. SPSS бағдарламасындағы Data View бөліміне деректерді енгізу

Деректерді толтырғаннан кейін Analyze → Compare Means → One-Way ANOVA командасын таңдаймыз.

5-суретте көрсетілгендей One-Way ANOVA диалогтық терезесінде Lightness (немесе қажет

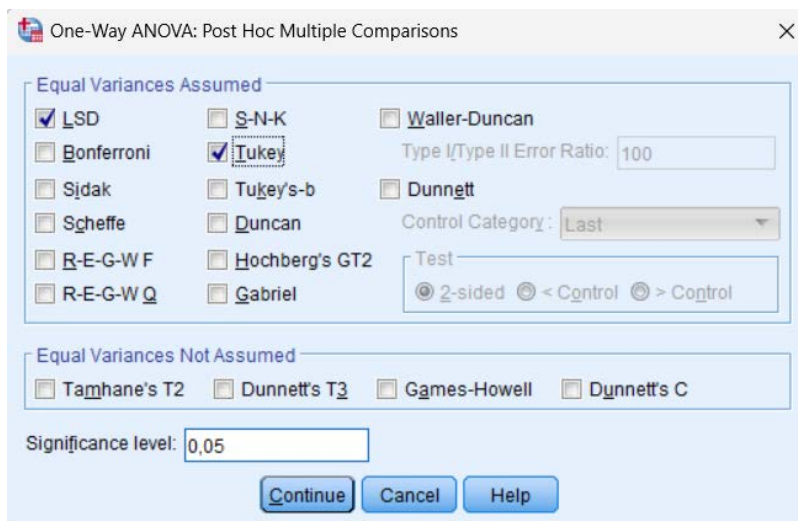
параметр, мысалы, а немесе b) мәнін Dependent List қорапшасына, ал Samples мәнін Factor қорапшасына орналастыру керек.



Сурет 5. One-Way ANOVA параметрлерін орнату.

Осы диалогтық терезенің оң жағында тұрған Post Hoc түймесін басып, келесі 6-суретте

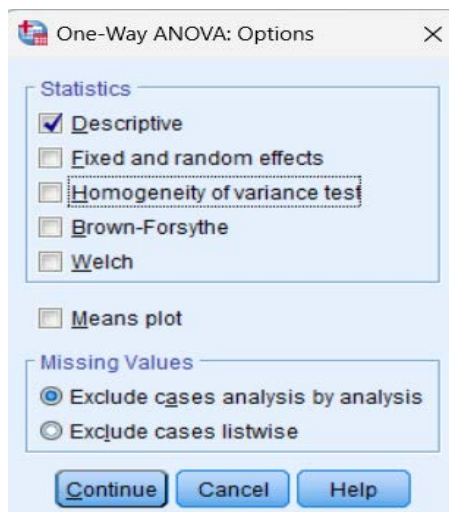
көрсетілгенлей топтар арасындағы салыстыру үшін Tukey тестін таңдау керек.



Сурет 6. Tukey тестін таңдау

Ары қарай, диалогтық терезедегі (7-сурет) Options бөлімін ашып келесілердің таңдалғанын тұрғандығын тексеру керек: орташа мәндер мен стандартты ауытқулар үшін Descriptive Statistics;

гипотезалардың дұрыстығын тексеру үшін Homogeneity of Variance Test. Талдауды іске қосу үшін OK түймесін басу керек.



Сурет 7. ANOVA талдау нәтижелерін алу

Нәтижелер және оларды талқылау

2-кестеде төрт үлгі арасындағы ашықтық (L) мәндері бойынша статистикалық сипаттамалардың қысқаша мәліметтері келтірілген. Бұл әр үлгінің орташа мәнін, стандартты ауытқуын (Std.

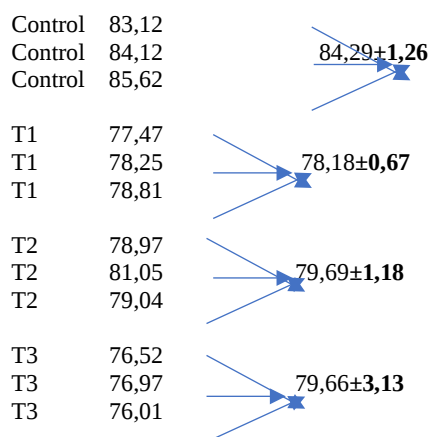
Deviation), орташа мәнің қателігін (Std. Error), сенімді интервалды (95% Confidence Interval), сондай-ақ минималды және максималды мәндерді көрсетеді.

Кесте 2. Ашықтық (L) мәндері бойынша сипатта-малық статистика

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
Control	3	84.2867	1.25831	0.72648	81.1609	87.4125	83.12	85.62
T1	3	78.1767	0.67300	0.38856	76.5048	79.8485	77.47	78.81
T2	3	79.6867	1.18120	0.68197	76.7524	82.6209	78.97	81.05
T3	3	76.5000	0.48031	0.27731	75.3068	77.6932	76.01	76.97
Total	12	79.6625	3.13488	0.90496	77.6707	81.6543	76.01	85.62

Control үлгісі ең жоғары орташа ашықтық мәніне (Mean = 84.29) ие және салыстырмалы түрде жоғары вариациямен (Std. Deviation = 1.26) сипатталады. T3 үлгісі ең төмен орташа ашықтық мәнін көрсетеді (Mean = 76.50) және оның вариациясы өте аз (Std. Deviation = 0.48), бұл үлгідегі

ашықтық мәндерінің тұрақтылығын көрсетеді. Яғни, Control үлгісі бойынша орташа мән Mean алу үшін 1-кестеде келтірілген үш мәнің (83,12; 84,12; 85,62) орташа мәні және оның 1,26 вариациясынан шықты. Және басқа үлгілерге де дәл солай.



T1 және T2 үлгілері ашықтық мәндері бойынша Control және T3 үлгілерінің арасында орналасқан. T1 үлгісінің орташа мәні 78.18 болса, T2 үлгісінің орташа мәні 79.69 құрайды. Бұл екі үлгінің стандартты ауытқулары салыстырмалы түрде төмен (T1: Std. Deviation = 0.67, T2: Std. Deviation = 1.18), бұл олардың үлгі ішіндегі нәтижелерінің салыстырмалы тұрақтылығын көрсетеді.

Жалпы алғанда, барлық үлгілердің орташа ашықтық мәні 79.66 (Std. Deviation = 3.13), ал ашықтықтың минималды және максималды мәндері сәйкесінше 76.01 және 85.62 аралығында.

Бұл мәліметтер топтар арасындағы ашықтық деңгейлерінің айтарлықтай ерекшеленетінін көрсетеді, бұл кейінгі статистикалық талдау үшін негіз болады. 2-кестедегі Mean және Std. Deviation бағандарына сүйене отырып, төрт үлгінің ашықтық (L) мәндері 3-кестеде көрсетілгендей түрде құрастырылады. Бұл жағдайда әр үлгінің орташа мәні ± стандартты ауытқуы (Mean ± Std. Deviation) түрінде беріледі.

Кесте 3. Үлгілердің ашықтық (L) мәндері

Samples	Lightness
Control	84,29±1,26
T1	78,18±0,67
T2	79,69±1,18
T3	79,66±3,13

Бұл формат әр үлгідегі ашықтық мәндерінің орташа деңгейі мен вариациясын оңай салыстыруға мүмкіндік береді.

Сипаттамалық статистика үлгілер арасындағы ашықтық айырмашылықтарының жалпы көрінісін ұсынады. Control тобы ең ашық және

өзгермелі ашықтық мәндеріне ие, ал T3 тобы ең күңгірт және тұрақты ашықтық көрсеткішін көрсетеді. Қосымша статистикалық талдау (мысалы, ANOVA және Tukey тесті) бұл айырмашылықтардың маңыздылығын растайды.

Кесте 4. Anova талдау нәтижелері

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	100.778	3	33.593	36.691	.000
Within Groups	7.324	8	.916		
Total	108.102	11			

p-мәні 0.000, бұл стандартты шектен ($p < 0.05$) аз. Бұл нәтиже үлгілердің орташа мәндері арасындағы айырмашылықтың статистикалық тұрғыдан маңызды екенін көрсетеді. Үлгілер арасындағы p-мәні 0.000 болғандықтан, біз бірінші гипотезаны жоққа шығарамыз және үлгілердің түс деңгейлері арасында маңызды айырмашылық бар деген H1 гипотезамен әрі қарай талдау жасаймыз.

5- кестеде үлгілер арасында ашықтық деңгейіндегі айырмашылықтарды сипаттайтын мәліметтер келтірілген. Әрбір үлгі жұбы үшін орташа айырмашылық (Mean Difference), стандартты қате (Std. Error), маңыздылық деңгейі (Sig.), және 95% сенімділік интервалы (Confidence Interval) көрсетілген.

Кесте 5. Ашықтық (L) параметрі бойынша Post Hoc тест нәтижелері

(I) samples			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Control	T1	6,11000*	.78126	.000	3.6081	8.6119
		T2	4,60000*	.78126	.002	2.0981	7.1019
		T3	7,78667*	.78126	.000	5.2848	10.2885
	T1	Control	-6,11000*	.78126	.000	-8.6119	-3.6081
		T2	-1.51000	.78126	.288	-4.0119	.9919
		T3	1.67667	.78126	.218	-.8252	4.1785
	T2	Control	-4,60000*	.78126	.002	-7.1019	-2.0981
		T1	1.51000	.78126	.288	-.9919	4.0119
		T3	3,18667*	.78126	.015	.6848	5.6885
	T3	Control	-7,78667*	.78126	.000	-10.2885	-5.2848
		T1	-1.67667	.78126	.218	-4.1785	.8252
		T2	-3,18667*	.78126	.015	-5.6885	-.6848

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Орташа айырмашылық (Mean Difference) - бағанда екі үлгі арасындағы ашықтық деңгейлерінің орташа мәндерінің айырмашылығы. Мысалы, Control мен T1 топтарының арасындағы айырмашылық 6.11, ал Control мен T3 үлгілерінің айырмашылығы 7.79. Оң мәндерде Control үлгісінің

ашықтығы екінші үлгіден жоғары екені көрсетіледі, ал теріс мәндерде төмен екені байқалады.

Стандартты қате (Std. Error) орташа айырмашылықтың дәлдігін сипаттайды. Қате неғұрлым төмен болса, нәтиже соғұрлым сенімді болады. Мұнда стандартты қателер салыстырмалы

түрде аз (≈ 0.78 approx $0.78 \approx 0.78$), бұл нәтижелердің сенімділігін арттырады.

Маңыздылық деңгейі (Sig.) p-мәнін білдіреді. Егер $p < 0.05$, айырмашылық статистикалық тұрғыда маңызды болып табылады.

Жұлдызшамен (*) белгіленген айырмашылықтар (Sig. < 0.05) маңызды екенін көрсетеді. Мысалы:

Control - T1 айырмашылығы маңызды ($p = 0.000$).

Control - T2 айырмашылығы да маңызды ($p = 0.002$).

T2 - T3 арасындағы айырмашылық маңызды ($p = 0.015$).

95% сенімділік интервалы (Lower Bound - Upper Bound) - екі үлгінің орташа айырмашылық мәндерінің шекарасын көрсетеді. Егер бұл диапазон 000-ді қамтымаса, айырмашылық маңызды болып саналады. Мысалы:

Control - T3 үшін сенімділік интервалы 5.28, 10.29, яғни 000-ден жоғары. Бұл айырмашылықтың маңызды екенін білдіреді.

T1 - T2 үшін сенімділік интервалы -4.01, 0.99, яғни 000-ді қамтиды. Сондықтан бұл айырмашылық маңызды емес.

Жалпы, Control үлгісінің барлық басқа үлгілер арасындағы айырмашылықтар маңызды ($p < 0.05$). Бұл Control үлгісінің ашықтығы басқа үлгілерге қарағанда едәуір жоғары екенін көрсетеді.

T2 мен T3 үлгілері арасындағы айырмашылық та маңызды ($p = 0.015$), бұл олардың ашықтық деңгейлерінің өзгеше екенін көрсетеді.

T1 мен T2, T1 мен T3 үлгілері арасындағы айырмашылықтар маңызды емес ($p > 0.05$), яғни бұл үлгілердің ашықтық деңгейлері ұқсас.

Кестеде әріптер үлгілердің арасындағы статистикалық айырмашылықты түсіндіру үшін қолданылады. Олар Tukey HSD (Honestly Significant Difference) әдісінің нәтижелері негізінде гомогендік топтарды анықтайды. Әріптерді кою ережелері төмендегідей:

Tukey HSD тесті үлгілердің арасындағы айырмашылықты (Mean Difference) тексеріп, маңыздылық деңгейін (p-value) береді. Егер екі үлгінің арасындағы $p\text{-value} > 0.05$ болса, онда бұл үлгілер статистикалық тұрғыдан ұқсас және олар бір гомогендік топқа жатады. 6-кестеде әріптер үлгілерді осы гомогендік топтарға жіктеу үшін қолданылады.

Кесте 6. Ашықтық (L) параметрлері бойынша Tukey HSD гомогендік топтары

samples		N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD ^a	T3	3	76.5000		c
	T1	3	78.1767	78.1767	bc
	T2	3		79.6867	b
	control	3			84.2867 a
	Sig.		0.218	0.288	1.000

Ең төменгі орташа мәннен бастап әр үлгінің әріптік белгісі беріледі:

- бір гомогендік топқа жататын үлгілерге бірдей әріп беріледі;

- егер бір үлгі бірнеше топта болса (көпір рөлінде), оған сәйкес бірнеше әріп берілуі мүмкін.

Кестедегі T3 (76.5000), басқа үлгілерден (T1, T2, Control) статистикалық тұрғыдан айтарлықтай ерекшеленеді ($p < 0.05$), сондықтан T3 тек "c" әрпіне ие.

T1 (78.1767) үлгісі T3-тен айтарлықтай ерекшеленеді, бірақ T2-мен статистикалық ұқсас ($p > 0.05$), сондықтан T1 "bc" әрпіне ие (T3-пен "c" және T2-мен "b").

T2 (79.6867) үлгісі T3-тен де, T1-ден де жоғары, бірақ Control-мен статистикалық тұрғыда ерекшеленеді, сондықтан T2 "b" әрпіне ие.

Control (84.2867) үлгісі барлық басқа үлгілерден (T1, T2, T3) статистикалық тұрғыдан жоғары ($p < 0.05$), сондықтан Control тек "a" әрпіне ие.

Әріптер үлгілер арасындағы қайсысы ұқсас, қайсысы әртүрлі екенін жылдам түсінуге мүмкіндік береді. Статистикалық есеп беру кезінде бұл тәсіл нәтижелерді графикалық немесе мәтіндік түрде көрсетуді жеңілдетеді.

Егер T1 және T2 ортақ әріпке (мысалы, "b") ие болса, бұл олардың ашықтық мәндерінің арасында

статистикалық маңыздылығы жоқ екенін білдіреді. Бірақ Т3 "с", ал Control "а" әріптерін алғандықтан, олардың Т1 және Т2-ден айтарлықтай ерекшеленетінін көрсетеді.

3-кестедегі мәліметтерге әріптерде қосып пісірілген шұжықтың түс параметрлерінің нәтижелерін 7-кестедегідей көрсетеміз.

Кесте 7. Пісірілген шұжықтың ашықтық түс (Lightness) параметрлері

Үлгілер	Ашықтық	Ашықтық
Control	84,29±1,26	84,29±1,26 ^a
T1	78,18±0,67	78,18±0,67 ^{bc}
T2	79,69±1,18	79,69±1,18 ^b
T3	79,66±3,13	79,66±3,13 ^c

Қорытынды

Бұл зерттеу пісірілген шұжықтардың түс параметрлерін (ашықтық – L) бір факторлы дисперсиялық талдау (One-Way ANOVA) және Tukey HSD тесті арқылы статистикалық өңдеу нәтижелерін ұсынды. Зерттеудің негізгі нәтижелері шұжық үлгілері арасындағы түс айырмашылықтарының статистикалық тұрғыдан маңыздылығын анықтау және олардың сапасын бағалауға бағытталған. Статистикалық талдау нәтижелері көрсеткендей, түрлі деңгейдегі алма сығындысын қосу шұжықтардың түсіне айтарлықтай әсер етті. Tukey HSD тестінің нәтижелері әрбір шұжық тобы арасындағы жұптық айырмашылықтарды нақтылауға мүмкіндік берді. Нәтижесінде шұжықтардың ашықтық (L) параметрлері бойынша «Control», «T1», «T2», және «T3» топтары арасында статистикалық маңызды айырмашылықтар байқалды. Бұл нәтижелер топтық орташа мәндерді әріптермен белгілеу арқылы визуалды түрде көрсетілді. Бұл нәтижелер алма сығындысының мөлшері шұжықтардың түсіне айтарлықтай әсер ететінін көрсетеді. Сонымен қатар, бұл әдіс өнімнің сапасын бақылауда статистикалық өңдеудің маңыздылығын дәлелдейді. Зерттеу SPSS бағдарламасының статистикалық деректерді талдаудағы тиімділігін көрсетіп, азық-түлік өнеркәсібіндегі зерттеушілер мен мамандар үшін оны қолдану бойынша практикалық бағыт береді. Бір факторлы дисперсиялық талдау және Tukey HSD тесті өнімнің сапа көрсеткіштерін нақтылауға, сонымен қатар өндіріс процесін оңтайландыруға арналған құнды құралдар болып табылады. Осы зерттеудің нәтижелері шұжықтардың рецептурасын жетілдіру, өндіріс сапасын арттыру және тұтынушыларға тартымды өнім ұсыну үшін маңызды ақпарат береді. Болашақта өнімнің басқа физикалық-химиялық

және сенсорлық қасиеттеріне статистикалық талдау жүргізу арқылы тағамдық өнімдерді зерттеуді кеңейту ұсынылады.

Алғыс, (қаржыландыру)

Бұл зерттеу «AgroSector» ЖШС қолдауымен және ҚР Ғылым және Жоғары Білім Министрлігі қаржыландыратын ЖТН AP22684574 «Іріктелген дақылдардың қосалқы өнімдерін қосу арқылы құс етінен пісірілген шұжықтардың технологиясы мен сапасын оңтайландыру» тақырыбында «Жас ғалым» ғылыми жобасының аясында жүзеге асырылды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Eftimov, T., Korošec, P., Potočnik, D., Ogrinc, N., Heath, D., and Seljak, B. K. "How to Perform Properly Statistical Analysis on Food Data? An E-Learning Tool: Advanced Statistics in Natural Sciences and Technologies." *Science within Food: Up-to-Date Advances on Research and Educational Ideas*, 144–151, 2017.
2. Nunes, C. A., Alvarenga, V. O., de Souza Sant'Ana, A., Santos, J. S., and Granato, D. "The Use of Statistical Software in Food Science and Technology: Advantages, Limitations and Misuses." *Food Research International* 75 (2015): 270–80.
3. Vargas, David A., Rossy Bueno López, Diego E. Casas, Andrea M. Osorio-Doblado, Karla M. Rodríguez, Nathaly Vargas, Sara E. Gragg, Mindy M. Brashears, Markus F. Miller, and Marcos X. Sanchez-Plata. 2024. "Modernization Data Analysis and Visualization for Food Safety Research Outcomes" *Applied Sciences* 14, no. 12: 5259. <https://doi.org/10.3390/app14125259>
4. Chen, M., Xiang-sheng, K., & Kan, C. (2014). "Application of statistical analysis software in food scientific modeling." *Advance Journal of Food Science and Technology*, 6(10): 1143-1146. <https://doi.org/10.19026/ajfst.6.174>
5. Agbangba, C. E., Aide, E. S., Honfo, H., and Kakai, R. G. "On the Use of Post-Hoc Tests in Environmental and Biological Sciences: A Critical Review." *Heliyon* 10, no. 3 (2024).
6. Feng, C. (2024). "Colour Analysis of Sausages Stuffed with Modified Casings Added with Citrus Peel

Extracts Using Hyperspectral Imaging Combined with Multivariate Analysis." *Sustainability* 16(19): 8683. <https://doi.org/10.3390/su16198683>.

7. Murashev, S. V., Gorlach, E. A., Chertov, A. N., Gorbunova, E. V., & Kiprushkina, E. I. (2020). "Development of a Colourimetric Method for Quality Control of Sausage Products Produced Using Chitinous Food Additives." *Procedia Chemistry and Chemical Engineering* 25: 151–163. <https://doi.org/10.15259/PCACD.25.012>.

8. Kolev N.D., Vlahova-Vangelova D.B., Balev D.K., Dragoev S.G. "Color dynamics of cooked sausages after nitrite reduction and incorporation of biologically active substances." *The Journal of Almaty Technological University*. 2022;(3):130-137. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-3-130-137>

9. Bakhsh, A., Cho, C., Baritugo, K. A., Kim, B., Ullah, Q., Rahman, A., & Park, S. (2023). "Production and Analytical Aspects of Natural Pigments to Enhance Alternative Meat Product Color." *Foods* 12(6): 1281. <https://doi.org/10.3390/foods12061281>.

10. Verma, A. K., Sharma, B. D., and Banerjee, R. (2010). "Effect of Sodium Chloride Replacement and Apple Pulp Inclusion on the Physico-Chemical, Textural, and Sensory Properties of Low Fat Chicken Nuggets." *LWT-Food Science and Technology* 43(4): 715–719.

11. Younis, K., and Ahmad, S. (2018). "Quality Evaluation of Buffalo Meat Patties Incorporated with Apple Pomace Powder." *Buffalo Bulletin* 37(3): 389–401.

12. Yadav, S., Pathera, A. K., Islam, R. U., Malik, A. K., Sharma, D. P., and Singh, P. K. (2020). "Effect of Incorporation of Wheat Bran with Dried Apple and Carrot Pomace on Quality Attributes of Chicken Sausage." Accessed at <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijps&volume=55&issue=2&article=005>.

13. Rather, S. A., Akhter, R., Masoodi, F. A., Gani, A., and Wani, S. M. (2015). "Utilization of Apple Pomace Powder as a Fat Replacer in Goshtaba: A Traditional Meat Product of Jammu and Kashmir, India." *Journal of Food Measurement and Characterization* 9(3): 389–399. <https://doi.org/10.1007/s11694-015-9247-2> [<https://doi.org/10.1007/s11694-015-9247-2>]

14. Koishybayeva, A., and Korzeniowska, M. (2024). "Utilization and Effect of Apple Pomace Powder on Quality Characteristics of Turkey Sausages." *Foods* 13(17): 2807.

15. Kęska, P., Wójciak, K., Stadnik, J., Kluz, M. I., Kačániová, M., Čmíková, N., and Mazurek, K. (2024). "Influence of Apple Pomace on the Oxidation Status, Fatty Acid Content, Colour Stability and Microbiological Profile of Baked Meat Products." *International Journal of Food Science & Technology* 59(3): 1591–1604. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16908> [<https://doi.org/10.1111/ijfs.16908>]