

5. Патент РФ № 93295 на полезную модель Установка для газожидкостной экстракции растительного и животного сырья 27.05.2010
6. Патент РФ № 94419 на полезную модель Технологическая линия по переработке семян дыни 27.05.2010
7. Патент РФ № 94812 на полезную модель Технологическая линия получения липидно-белкового комплекса из семян дыни для обогащения мясного сырья 10.06.2010
8. Франко Е.П. Разработка технологии получения белково-липидного продукта из семян дыни и его использование в мясорастительных изделиях: Дис...канд. техн. наук: 05.18.01, 05.18.04. г. Краснодар, 2011, 135 с.

УДК 631.526.3-047.58:634.5

МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОРТОВ ГРЕЦКИХ ОРЕХОВ

Перифанова-Немска Марияна, д-р, доцент, Георгиева П., д-р, доцент
Университет пищевых технологий, Пловдив
¹Бояджиев Д, д-р, доцент, ²Гандев Ст., д-р
¹Пловдивский университет «Паисий Хилендарски»
²Институт Овощей, Пловдив

В предыдущих исследованиях авторы получили возможность объективной оценки происхождения масел, полученных из семян разных болгарских сортов хлопка и рапса. Нет информации для применения этого подхода для других культур и масел. Используя метод дискриминантного анализа, обработана база результатов для масла из грецкого ореха разных сортов. Установлена возможность применения математико-статистического моделирования отдельных сортов грецкого ореха разного происхождения. Для этого установлены значимые различия в величине рассматриваемых показателей – количество и вид жирных кислот, сделано моделирование и анализ групп, представляющих отдельные сорта.

Практическое приложение этого метода помогает селекционерам в распознавании разных сортов масличных культур и полученных из них масел.

In the previous articles it has been investigated the ability for estimation of varieties of different seeds – cotton and rape seeds and also of oils derived from them. It is not found information for application of this method for other oilseeds and oils. Using Discriminant analysis method the chemical characteristics of seeds and oils from different varieties of walnut were processed. It is established the ability for application of mathematics-statistic modeling different varieties walnuts. There are established significant value differences by investigated characteristics-Fatty acid content. The modeling and analysis of groups, representing different varieties was done. The practical application of this method is science help to breeders in recognition of varieties and derived form them oils.

Ключевые слова: дискриминантный анализ, грецкий орех, ореховое масло, масличное сырьё.

Введение. В литературе существуют исследования о возможности объективной оценки происхождения масел, полученных из семян разных болгарских сортов хлопка (8). Нет информации для применения этого подхода для других культур и масел. Используя метод дискриминантного анализа, обработана база результатов для масла из грецкого ореха разных сортов. Установлена возможность применения математико-статистического моделирования отдельных сортов грецкого ореха разного происхождения.

Цель и задачи. Цель исследования – установить возможность моделирования отдельных сортов орехов, используя дискриминантный анализ.

Для реализации этой цели выполнили следующую программу:

Получение масла из разных сортов орехов и определение их жирокислотного состава.

Установление значимых различий в величине рассматриваемых показателей – количество и вид жирных кислот.

Моделирование и анализ групп, представляющих отдельные сорта.

Материалы и методы. База данных включает результаты о маслах, полученных из 8 сортов грецкого ореха – 4 болгарские и 4 иностранные, интродуцированные в Болгарии.

Рассмотренные сорта предоставлены Институтом овощей г. Пловдива. Масла получены из семян методом исчерпывающей экстракции органическим растворителем. [3,6].

При обработке результатов участвовали специалисты из Технического Университета (г. Берлин). Использована программа «Statistica» для обработки данных. Тип распределения параметров, установлен критерием Колмогорова-Смирнова.

Стоимости данных, распределение которых не является нормальным, предварительно подвергали логарифмированию.

Для установления статистически значимых различий между показателями исследуемых 8 разновидностей/сортов был использован критерий множественных сравнений Туки [9], с одинаковым объемом извлечений/одинаковое число наблюдений в отдельных группах.

При моделировании различных групп применяли линейный дискриминантный анализ *apriori* одинаковой вероятности попадания в группы [1,2,5,7].

Результаты и обсуждение. База данных включает 4 болгарских сорта грецкого ореха – Извор10, Дряново, Силистра и Шейново и 4 иностранных сорта – французские: Лара, Фернет, Фернор и американский – Харгли.

На основе анализа жирокислотного состава масел из болгарских сортов определены основные статистические характеристики установленных кислот. Результаты приведены в табл.1.

Таблица 1 – Жирокислотный состав масла болгарских сортов орехов

Сорт	Извор 10			Дряново			Силистра			Шейново		
	\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE
Лауриновая	1.70	0.04	0.02	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Миристиновая	0.50	0.04	0.02	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Миристолеиновая	4.91	0.19	0.10	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Пальмитиновая	15.08	0.13	0.07	9.49	0.01	0.01	8.55	0.07	0.04	10.44	0.06	0.03
Пальмитолеиновая	0.20	0,01	0,00	1.20	0.02	0.01	0.88	0.05	0.02	0.97	0.03	0.02
Маргариновая	0.20	0,01	0,00	0.23	0.02	0.01	0.23	0.02	0.01	0.23	0.02	0.01
Стеариновая	5.30	0.05	0.02	8.35	0.04	0.02	9.26	0.06	0.03	10.67	0.09	0.04
Олеиновая	26.56	0.04	0.02	26.39	0.03	0.01	31.73	0.04	0.02	29.25	0.06	0.03
Линоловая	40.45	0.07	0.04	49.68	0.05	0.02	44.78	0.04	0.02	44.26	0.06	0.03
Линоленова	2.08	0.03	0.02	4.68	0.05	0.02	4.24	0.05	0.02	4.19	0.04	0.02

Первые кислоты (лауриновая, миристиновая и миристолеиновая) не установлены в сортах Дряново, Силистра и Шейново, поэтому в таблице результаты для них отсутствуют.

Критерием Туки установлены статистически значимые различия в исследуемых показателях сортов, что дает основание для их моделирования. Использован пошаговый линейный дискриминантный анализ. Полученные модели для болгарских ореховых масел включают (в порядке важности): линоловую, олеиновую, стеариновую и палмитолеиновую кислоты. Модели обеспечивают 100 % распознавания.

При анализе болгарских сортов, как дополнительные показатели, определены: масличность, коэффициент рефракции, относительная плотность и кислотность (% олеиновой), (4). Оказалось, что они не включаются в модели.

Для лучшего представления результатов, сделан и канонический анализ. Результаты канонического анализа, представлены на рис. 1, подтверждают четко выраженные сортовые различия.

Для выяснения этой разницы определены и Махаланобисовые расстояния между центроидами отдельных групп болгарских сортов, представленные в первых четырех строчках в табл. 2. Результаты получены для моделей болгарских сортов.

Из данных видно, что сорт Извор10 ближе к сорту Шейново и больше всего различается от сорта Силистра. В общем, сорт Извор отличается наиболее значительно от остальных исследуемых болгарских сортов.

Используя модели болгарских сортов проверили иностранные сорта. Последние наиболее похожи на болгарский сорт Извор, а самый близкий к нему сорт Фернет (последние строки из табл. 2).

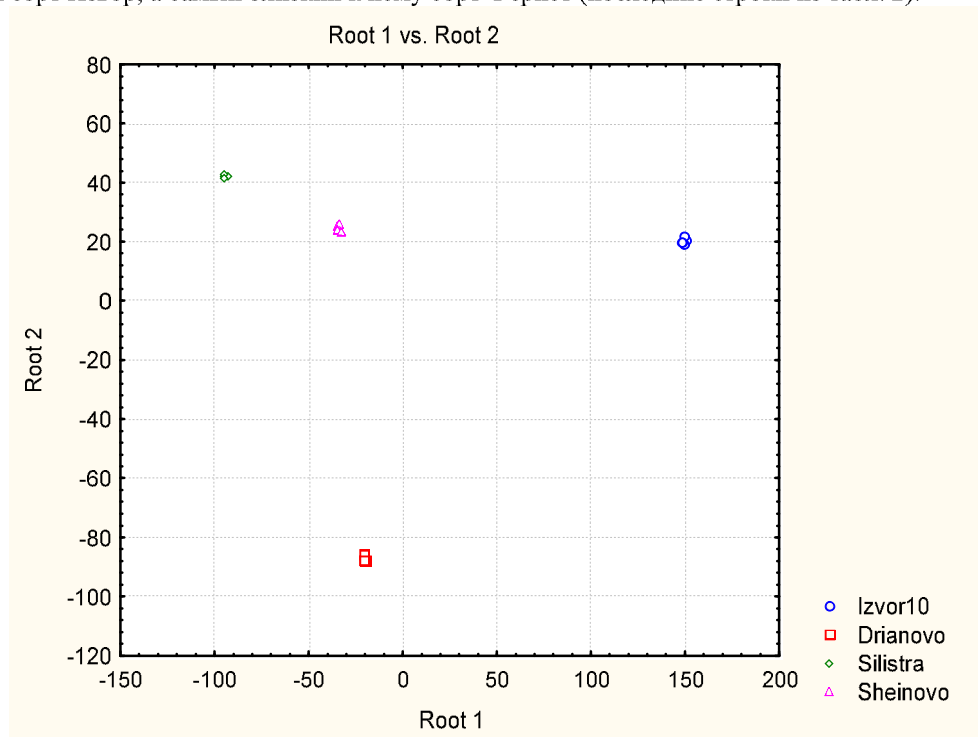


Рис. 1 – Расположение сортов болгарских ореховых масел к двум первым каноническим переменным

Основные статистические характеристики жирных кислот, установленных в иностранных сортах орехов, приведены в табл. 3. Количество миристиновой, пальмитолеиновой и маргариновой кислот незначительно, что исключает их из статистического анализа.

Таблица 2 – Махаланобисовые расстояния по модели болгарских сортов

Сорт	Извор10	Дряново	Силистра	Шейново
Извор10	0.0	40.3	60.2	35.4
Дряново	40.3	0.0	22.5	14.0
Силистра	60.2	22.5	0.0	7.2
Шейново	35.4	14.0	7.2	0.0
Лара	11.2	26.8	68.6	46.2
Хартли	15.3	29.3	78.7	53.1
Фернет	0.5	37.0	62.8	36.9
Фернор	13.8	29.6	78.6	51.7

При анализе иностранных сортов снова получили доказательство о статистически значимых различиях стоимости рассматриваемых кислот для отдельных сортов. Это дает основание исследования возможности моделирования групп сортов. Полученные линейные модели включают 6 кислот (в порядке участия): линоловая, лауриновая, пальмитиновая, линоленовая, олеиновая и стеариновая.

Таблица 3 – Жирокислотный состав масла зарубежных сортов орехов

Сорт	Lara			Hartli			Fernet			Fernor		
	\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE
Лауриновая	1.70	0.02	0.01	1.50	0.01	0.00	1.50	0.01	0.00	1.30	0.02	0.01
Миристиновая	0.30	—	—	0.30	—	—	0.50	—	—	0.20	—	—
Миристолеиновая	3.70	0.08	0.04	3.20	0.08	0.04	4.30	—	—	3.40	—	—
Пальмитиновая	13.20	0.14	0.07	14.60	0.02	0.01	14.50	0.02	0.01	14.50	0.03	0.01
Пальмитолеиновая	0.10	—	—	0.20	—	—	0.20	—	—	0.20	—	—
Маргариновая	0.10	—	—	0.20	—	—	0.20	—	—	0.20	—	—
Стеариновая	4.00	0.10	0.05	4.20	0.15	0.07	5.34	0.06	0.03	4.62	0.06	0.03
Олеиновая	24.24	0.11	0.05	23.28	0.10	0.05	25.81	0.06	0.03	23.20	0.08	0.04
Линоловая	45.80	0.08	0.04	46.70	0.08	0.04	41.51	0.04	0.02	46.40	0.04	0.02
Линоленовая	4.10	0.07	0.04	3.80	0.04	0.02	3.51	0.02	0.01	3.70	0.02	0.01

Модели дают 100 % классификацию. Для иллюстрации групп, сформированных из отдельных сортов, на рис. 2 представлен канонический анализ двух первых канонических переменных.

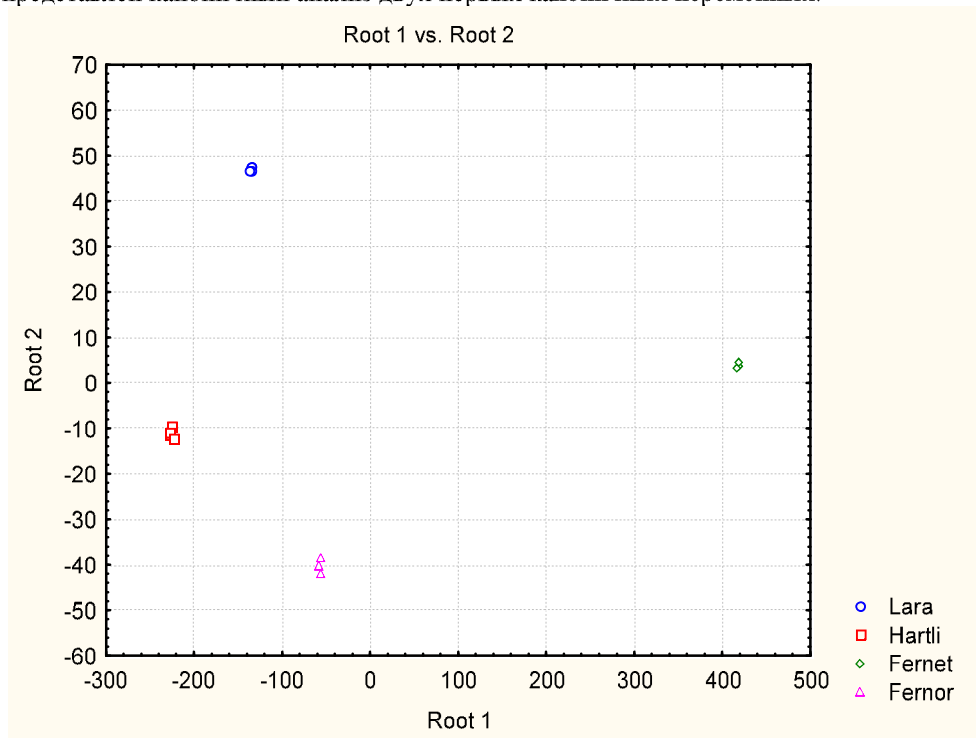


Рис. 2 – Расположение зарубежных сортов масла по отношению к двум первым каноническим переменным

Для дополнительного выяснения различий определены и Махаланобисовые расстояния между центроидами отдельных групп, представленные в первых четырех строчках в табл. 4.

Результаты получены по модели иностранных сортов. Из результатов видно, что Лара наиболее близко к Хартли. Наиболее существенное различие наблюдается между Хартли и Фернет.

Используя модель иностранных сортов, проверили и болгарские сорта. Эта модель устанавливает, что сорт Извор самый близкий к зарубежным сортам и, как следует ожидать, к Фернету.

Таблица 4 – Махаланобисовые расстояния по модели зарубежных сортов

	Лара	Хартли	Фернет	Фернор
Лара	0.0	1.2	30.8	1.4
Хартли	1.2	0.0	41.4	2.9
Фернет	30.8	41.4	0.0	22.8
Фернор	1.4	2.9	22.8	0.0
Извор10	22.4	31.6	0.8	15.9
Дряново	66.7	81.1	9.3	53.5
Силистра	190.4	215.9	69.4	169.3
Шейново	197.2	222.4	73.3	174.7

При рассмотрении результатов зарубежных сортов, сравнивая их с болгарскими, очевидно, что сорт Извор10 ближе ко всем испытанным зарубежным сортам. Если рассмотреть результаты для зарубежных сортов, как для сортов неизвестного происхождения, то все они попадают в группу сорта Извор 10 на основании полученных дескриптивных моделей.

Несмотря на вид используемой модели, тенденция одна и та же (таблицы 2 и 4). Различные значения расстояния объясняются фактом, что в модели участвуют различные жирные кислоты.

Вывод.

1. База результатов для жирокислотного состава масел из болгарских и зарубежных сортов ореховых плодов дает возможность характеризовать группы определенных сортов методом дискриминантного анализа.

2. Жирокислотный состав дифференцирует отдельные сорта.

3. Дополнительные показатели – масличность, коэффициент рефракции, относительная плотность и кислотность (% олеиновой) не участвуют в классификации разных сортов.

4. Рассмотренные масла зарубежных сортов по жирокислотному составу ближе к маслу из болгарского сорта Извор 10.

5. Сорт Извор 10 существенно отличается от остальных болгарских сортов.

Литература

1. Бондарь А., Г. Статюха. Планирование эксперимента в химической технологии, Москва, Изд. Высшая школа, – 1976.
2. Лакин Г. Биометрия. Москва Изд. Высшая школа, – 1990.
3. Хаджийски Цв., М. Перифанова-Немска. Производство на растителни масла (Ръководство за лабораторни упражнения), ВИХВП, Пловдив, – 1994.
4. AOCS Official Method Ba 8-78 – Total Gossypol. – 1997.
5. Geoffrey J. McLachlan Discriminant Analysis and Statistical Pattern Recognition, John Wiley & Sons, Inc., 1992.
6. Luque de Castro M.D., F. Priego-Capote. 2010. Soxhlet extraction: Past and present panacea. Journal of Chromatography A. 1217 (16):2383–2389
7. Vandeginste B. G .M., D. L. Massart, L. M .C. Buydens, S. De Jong, P. J. Lewi, J. Smeyers- Verbeke Handbook of Chemometrics and Qualimetrics Part A, Part B, Elsevier, 1998
8. Perifanova-Nemska, M., P. Georgieva, D. Boyadzhiev, G. Uzunova, Идентифицирование масел болгарских хлопковых сортов разных урожаев, Сборник научных трудов Международной научной конференции, г. Мелеуз, 25-26 марта 2009, – С. 107-110
9. Statistics: Methods and Applications: A Comprehensive Reference for Science, Industry and Data Mining (Electronic Version): StatSoft, Inc. (2006). Electronic Statistics Textbook. Tulsa, OK:WEB <http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html>