

## **ФОРМИРОВАНИЕ ПЕРЕКИСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В МАСЛЕ ГРЕЦКОГО ОРЕХА (*JUGLANS REGIA L*) В ПРИСУТСТВИИ ОКТИЛГАЛЛАТА И ВОДЫ**

*Оксана Раду*

*Технический Университет Молдовы, г. Кишинёв, Республика Молдова*

**Аннотация:** Скорость деградации растительных масел, богатых полиненасыщенными жирными кислотами, может быть снижена посредством применения антиоксидантов. Помимо непосредственного воздействия, предполагалось совместное влияние антиоксидантов и следов воды в масляных композициях. Проводился полный двухуровневый двухфакторный эксперимент (ПФЭ 2<sup>2</sup>). Анализ кинетики перекисного числа показал, что следы воды отрицательно влияют на эффективность антиоксиданта н-октилгаллата в композициях, содержащих масло грецкого ореха холодного отжима.

**Ключевые слова:** масло грецкого ореха, полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), стабильность, перекисное число, н-октилгаллат, ПФЭ.

**Введение.** Растительные масла, полученные методом холодного прессования из качественного исходного растительного сырья, являются богатым источником биологически активных веществ, среди которых особую ценность представляют полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК). Однако, расширение ассортимента продуктов питания путём использования нерафинированных растительных масел (масла грецкого ореха, масла виноградной косточки и др), встречает определенные трудности. С ростом количества непредельных связей масляная композиция более подвержена процессам окисления, полимеризации и гидролиза. Основными факторами, отрицательно влияющими на стабильность ПНЖК в составе масел, являются повышенная температура, контакт масел с кислородом и ультрафиолетовое излучение [10].

I МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЯ  
«БІОТЕХНОЛОГІЯ: ДОСВІД, ТРАДИЦІЇ ТА ІННОВАЦІЇ»

*Таблиця 1. Содержание ненасыщенных жирных кислот в некоторых растительных маслах регионального и нерегионального происхождения*

Тип растительного масла	UA, MD, RO	Жирные кислоты, %				ненасыщенные / насыщенные
		Насыщенные	Ненасыщенные			
			C18:1 олеино- вая, ω <sub>9</sub>	C18:2 линоле- вая, ω <sub>6</sub>	C18:3 линолено- вая, ω <sub>3</sub>	
грецкого ореха [11]	+	9.05	15.82	64.69	10.13	11
виногр. кост. [7]	+	12.6	15.1	71.7	0.6	7.3
оливковое [8]	-	16.2	67.3	13.1	0.6	4.6
пальмовое [4]	-	49.48	40.49	9.25	0.5	1.0
какао [12]	-	72.33	22.78	4.88	-	0.4
кокосовое [2]	-	90.90	7.41	1.69	-	0.1

Значения соотношения ненасыщенных/насыщенных жирных кислот показывает очевидное преимущество масел, производимых в нашем регионе. Особенно это касается ценности масла грецкого ореха по сравнению с оливковым, а тем более, с пальмовым и кокосовым маслами (таблица 1).

Одним из самых распространённых и эффективных способов стабилизации ПНЖК является использование жирорастворимых антиоксидантов, которые одновременно являются поверхностно-активными веществами, т.е. концентрируются на границе раздела фаз. Поэтому представляет интерес исследование совместного влияния стабилизатора и следовых количеств воды, присутствующих в масляной композиции.

**Материалы и методы исследования.** Масло грецкого ореха было получено методом холодного прессования из орехов сорта «Когылничану» урожая 2015 года, Государственное Лесное Хозяйство «Яргара», Республика Молдова. Антиоксидант *n*-октилгаллат (*n-Octyl Gallate*, OG) был выбран, как лучше зарекомендовавший себя для стабилизации масла грецкого ореха, чем широко используемые антиоксиданты:

рацемат  $\alpha$ -токоферолов (*DL- $\alpha$ -Tocopherol*, DLTP) и 6-пальмитат-*L*-аскорбиновой кислоты (*L-Ascorbic Acid 6-Palmitate*, AAP) [1], причём стабилизирующая способность этих антиоксидантов возрастала в ряду DLTP < AAP < OG [5].

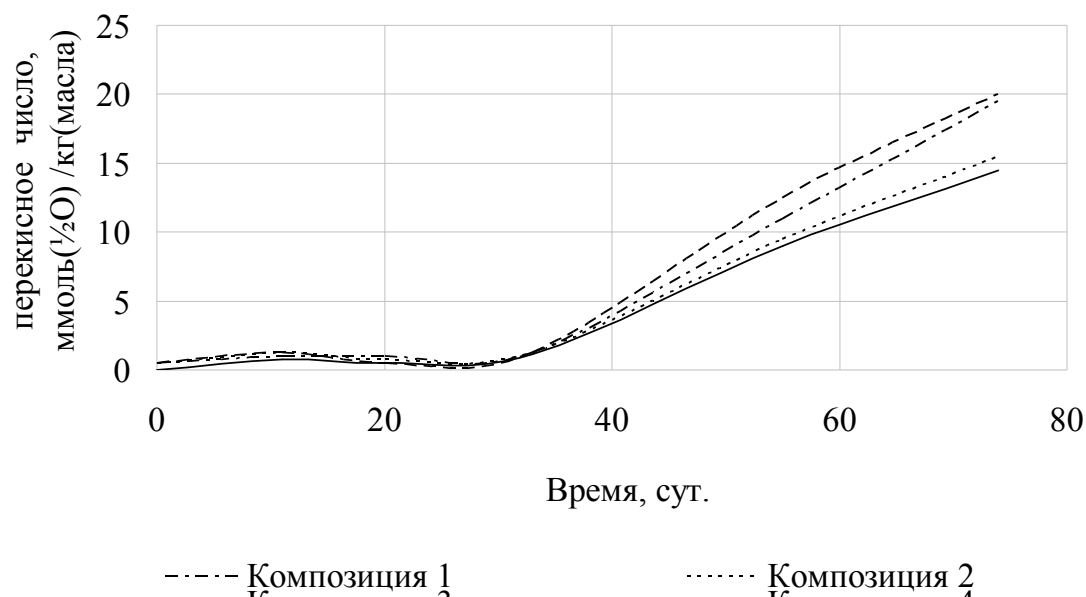
Масло, насыщенное водой, отстаивалось в течение суток при 4-6 °С. Содержание воды в полученной таким образом прозрачной масляной фазе не превышало 0,3 % [3]. Обезвоженное масло получали сушкой над безводным сульфатом натрия при той же температуре с последующей декантацией. Эксперимент проводился по стандартному плану ПФЭ 2<sup>2</sup> [6] (таблица 2). Полученные композиции вносились в герметичные одноразовые полиэтиленовые ампулы, добиваясь отсутствия воздушной прослойки. Ампулы хранились в тёмном месте и вскрывались непосредственно перед измерениями.

Таблица 2. Масляные композиции с водой и OG.

Фактор		Композиция, N							
		1		2		3		4	
Ореховое масло, г	X <sub>0</sub>	+	20	+	20	+	20	+	20
Вода, %	X <sub>1</sub>	-	0	+	0,3	-	0	+	0,3
Октилгаллат, мг	X <sub>2</sub>	-	0	-	0	+	2	+	2
Взаимодействие	X <sub>12</sub>	+		-		-		+	

В композициях исследовались значения перекисного числа [9], отражающего накопление первичных продуктов окисления масла. Строились и анализировались кинетики процесса окисления композиций.

**Результаты и обсуждение.** В течение первых 40 дней эксперимента при температуре хранения масляных композиций равной 20 °С все пробы характеризуются высокой стабильностью: перекисное число не превышает значения равное 1,25 ммоль (½O) /кг (масла), при максимально допустимом – 15 ммоль (½O) /кг(масла) [1] (рисунок 1). Более того, этот показатель снижается за 28 дней в среднем на 0,5 ммоль (½O) /кг (масла) в случае композиций с N=3 и N=4, что соответствует наличию в них антиоксиданта OG.



**Рис. 1. Сравнительный анализ динамики окисления масляных композиций**

Ситуация резко меняется при повышении температуры хранения масла на 10 °С. Перекисное число начинает почти линейно увеличиваться, причём в композициях с N=2 и N=3 это происходит значительно медленнее, чем в композициях с N=1 и N=4. Обезвоженное масло без антиоксиданта (N=1) и насыщенное водой с антиоксидантом (N=4) имеют наивысшие показатели перекисного числа. В масле, насыщенном водой и без антиоксиданта (N=2), вода связывает гидропероксиды, сталкивается с их продуктами распада и, таким образом, препятствует окислению [13]. Наиболее устойчивым остается обезвоженная композиция с добавлением н-октилгаллата (N=3).

**Выводы.** При температуре хранения 20 °С присутствие остатков воды в нерафинированном растительном масле не имеет ключевого влияния на процесс его окисления. Исследование при 30 °С также не подтвердило прямого влияния воды. Однако, достоверно обнаружено, что фактор взаимодействия X<sub>12</sub> является значимым, т.е., совместное присутствие воды и октилгаллата способствует накоплению перекисных соединений в ореховом масле. Поэтому, при существовании рисков хранения масляных композиций,

стабилизированных антиоксидантами, при высоких (летних) температурах, рекомендуется предварительно осуществлять его глубокое обезвоживание.

### Список литературы

1. Codex Alimentarius. *Codex standard for edible fats and oils not covered by individual standards*. CX-STAN 19-1981. FAO and WHO, rev.2, 1999.
2. Euro-asian council for standardization, metrology and certification. *Coco-nut oil. Specifications*. EASC, Minsk, 2013.
3. ГОСТ 18848-73. *Масла растительные. Показатели качества. Термины и определения*. Дата введения: 1974-06-30. Оpubл.: Москва, Стандартинформ, 2005. 5 стр.
4. ГОСТ 31647– 2012. *Масло пальмовое рафинированное дезодорированное для пищевой промышленности. Технические условия*. Дата введения: 2013-07-01. Оpubл.: Москва, Стандартинформ, 2013. 16 стр.
5. BAERLE A., POPOVICI C., RADU O., TATAROV P. *Effect of synthetic antioxidants on the oxidative stability of cold pressed walnut oil*. Journal of Food and Packaging Science, Technique and Technologies. Year V, №9, Plovdiv, 2016. p.19-25
6. BAERLE A., MACARI A. *Modelarea matematică a experimentului*. Suport teoretic de curs. Chişinău: „Tehnică” UTM, 2014.
7. LUQUE-RODRIGUEZ J.M., LUQUE DE CASTRO M.D., PEREZ-JUAN P. *Extraction of fatty acids from grape seed by superheated hexane*. Talanta, 2005. p.126–130
8. NAZ S., HINA S., RAHMANULLAH S. *Oxidative stability of olive, corn and soybean oil under different conditions*. Food Chem. 88, 2004. p.253–259
9. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists’ Society. Method Cd 8-53. *Peroxide value*. Champaign: AOCS Press, 2003.
10. TATAROV P., SANDULACHI L. *Chimia produselor alimentare, ciclul de prelegeri, Partea II*. Chişinău: „Tehnică-UTM”, 2008.
11. UZUNOVA G., PERIFANOVA-NEMSKA M., STOJANOVA M., GANDEV St. *Chemical composition of walnut oil from fruits on different years old branches*. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 21 (No 3) 2015. p.494-497
12. ZZAMAN W., ISSARA U., FEBRIANTO N., YANG T. *Fatty acid composition, rheological properties and crystal formation of rambutan fat and cocoa butter*. International Food Research Journal V. 21, part 3, 2014 p.1019-1023.