

СТАБИЛНОСТ НА ЕМУЛСИИ ОТ ТИПА МАСЛО/ ВОДА С КОНЮГИРАНА ЛИНОЛОВА КИСЕЛИНА

¹И. Милкова-Томова, ¹Д. Бухалова, ²К. Николова,
¹И. Алексиева, ¹И. Минчев, ¹Г. Рунтолев
¹Университет по хранителни технологии – Пловдив
²Медицински университет – Варна

Резюме. Изследвани са моделни емулсионни системи от типа масло/вода (М/В) с маслена фаза рафинирано слънчогледово масло („Класик“) и водна фаза – дейонизирана вода с конюгирана линолова киселина (CLA). Цел на настоящата работа е да се изследват стабилитетните характеристики на моделните емулсии – стабилност, дисперсност и реологични свойства. Разработени са сензорни карти на показателите консистенция и вкус. Приложени са спектроскопски и микроскопски метод за анализ на дисперсността. Установени са стабилността и реологичното поведение на емулсиите М/В. Проведен е сензорен анализ. Установено е, че стойностите на коефициента на пропускане са статистически неразличими с нарастване на маслената фаза от 30 % до 60 % и съдържание на CLA от 1% до 3%. При маслената фаза 10 % и 20% се наблюдава тенденция на увеличаване на коефициента на пропускане, което е доказателство за монодисперсност на моделните емулсии. При ниските скоростни градиенти (от $1,32 \text{ min}^{-1}$ до 2 min^{-1}), реологичното поведение на моделни емулсии е на непсевдопластично тяло. Повишаването на скоростния градиент води до преструктуриране на емулсионните системи и кривите се приближават до типични за псевдопластично тяло. Резултатите от изследването на емулсионната стабилност показват, че изследваните състави са нестабилни. За получаване на хранителни емулсии и сосове е наложително използването на стабилизатор. Данните от сензорния анализ потвърждават, че препоръчителната концентрация на CLA в хранителни емулсионни системи трябва да е 2%, независимо от маслената фаза. Получените моделни емулсии са с нежен приятен вкус без кисел привкус и остатъчен страничен послевкус. Ниските стойности на маслената фаза са подходящи за разработване на емулсионни сосове и дресинги.

Keywords: emulsion stability; conjugated acid (CLA); rheology; dispersion; sensory profile

Въведение

Потребителите все повече се насочват към консумацията на функционални храни и напитки, които биха подобрили техния здравословен статус (Miller et al., 2001). Наблюдава се тенденцията при приготвянето на емулсионните

храни и напитки без използване на изкуствени емулгатори и стабилизатори и предпочитения към clean label foods (чисти храни), обогатени с естествени витамини, минерали и хранителни вещества. Много автори (Stamov & Alexieva, 1994; Hennesary et al., 2007; Obreshkov, 2011; Bolashenko, 2011; Mihov, 2008) изследват ролята на протеини и хидроколоиди (с естествен произход) като емулгатори и стабилизатори в хранителни емулсии.

Поведението на емулсии вода/масло със съдържание на конюгирана линолова киселина (CLA) представлява интерес поради свойствата ѝ. (Blankson et al., 2000) са установили, че приемът на CLA води до значително намаляване на телесните мазнини. Конюгираната линолова киселина не само стимулира отслабването, предотвратява навлизането на мазнините в клетките, но и затвърждава резултатите от загуба на тегло, като това е клинично доказано. Според McCluskey et al. (1997), Palombo et al. (2000) и Cantwell et al. (1998) употребата на CLA (четири седмици) води до намаляване на триглицеридите и общия холестерол. Cantwell et al. (1998) и Decker (1995) убедително показват, че CLA има силни антиоксидантни и противовъзпалителни свойства. Свойствата на конюгирана линолова киселина имат уникален физиологичен ефект върху организма на човека. CLA: (а) пречи на образуването на подкожна мастна тъкан и стимулира тялото да използва мастните депа като източник на енергия; (б) намалява нивото на LDL холестерол и пречи на развитието на атеросклеротични плаки в кръвоносните съдове; (в) стимулира имунната система, като показва противовъзпалителни свойства; (г) спира растежа на раковите тумори; (д) предотвратява развитието на диабет тип 2.

Целта на настоящата работа е да се изследват стабилизиращите характеристики на моделни емулсии масло/вода с конюгирана линолова киселина, да се установи подходяща концентрация на CLA за хранителни емулсии, като изследванията се потвърдят чрез сензорни профили на показателите консистенция и вкус.

Материали и методи

За маслена фаза на изследваните моделни емулсии от типа масло/вода е използвано рафинирано слънчогледово масло „Класик“, бутилирано от фирма „Агро-М“ ЕООД. Водната фаза на моделните емулсии включва дейонизирана вода и конюгирана линолова киселина.

Реологичните характеристики на моделните емулсии М/В са определени чрез вискозиметър Fungilab Expert с цилиндър TL5, при различни скоростни градиенти. Стабилността е определена по метода на Козин. Оптичните характеристики са изследвани с влакнестооптичен спектрофотометър AvaSpec-2038, Avantes. Дисперсността на емулсията е определена чрез коефициент на пропускане T(%). За целта пробата се разрежда 1:500 и се определя количеството преминала светлина при дължина на вълната $\lambda = 540 \text{ nm}$.

Микроскопският тест подкрепя резултатите за стабилитетните харатеристики, получени по описаните методики. За целта пробата се заснема и се отчитат броят и размерът на маслените глобули. Маслените глобули се разделят в четири класа с предварително определени размери: първи – 0 – 4 μm ; втори – 4 – 8 μm ; трети – 8 – 12 μm , и четвърти – над 12 μm . Средният диаметър на маслените глобули се определят по формули (1) и (2).

$$dln = \frac{\sum n M_n \cdot d_{sr}}{\sum n} \quad (1)$$

$$F = \frac{n \cdot 100}{\sum n}, \quad (2)$$

където: n – брой на маслените клъбца в дадена група; F – хомогенност; dln – среден аритметичен диаметър на маслените глобули; M_n – модул на маслените глобули; d_{sr} – среден диаметър на маслените глобули за даден модул; $\sum n$ – брой на всички маслени глобули.

Проведен е сензорен анализ (с обучени дегустатори) въз основа на разработени карти, отразяващи интензивността на показателите консистенция и вкус.

Стабилността на емулсиите е изследвана чрез определяне на параметър P за количествена оценка на седиментационно разслояване. Последният може да бъде изчислен чрез формула (3)

$$P = \frac{x_t}{mt}, \quad (3)$$

където $\frac{x_t}{t}$ е средна скорост, с която се премества единица маса m от течна дисперсна система, изпълваща седиментационен съд K .

Резултати и дискусия

Изследвани са осемнадесет моделни емулсии масло/вода с конюгирна киселина. Съставът на емулсионните системи е даден в таблица 1.

Таблица 1. Състав на изследваните емулсионни системи

Проба №	Маслена фаза, (ml)	H ₂ O (ml)	Конюгирана киселина (ml)
601	60	39	1
501	50	49	1
401	40	59	1
301	30	69	1
201	20	79	1
101	10	89	1
602	60	38	2
502	50	48	2
402	40	58	2
302	30	68	2
202	20	78	2
102	10	88	2
603	60	37	3
503	50	47	3
403	40	57	3
303	30	67	3
203	20	77	3
103	10	87	3

Изследвана е стабилността на емулсиите при центрофугиране и утаяване. Установено е, че с увеличаване на маслената фаза при 1 и 2 % съдържание на CLA се наблюдава увеличаване на количеството на неразрушената емулсия. Подобна, но по-слабо изразена зависимост се наблюдава при емулсии със съдържание на CLA 3%.

Разслояването Р е най-силно при моделни емулсии с 60% маслена фаза и 3% конюгирана киселина, като нарастването ѝ от 1% на 3% е два пъти. Аналогична е зависимостта при емулсии с 50% маслена фаза. Нарастването е само 1,7 пъти. Подобна е и динамиката на изменението на показателя при 20 и 10 % на маслената фаза. Следователно увеличаването на съдържанието на CLA не влияе положително на стабилността на изследваните моделни емулсии.

Дисперсността на моделните системи е изследвана спектрофотометрично. Резултатите са представени в таблица 2. Данните за светлопропускливостта са статистически неразличими при маслената фаза 30 % – 60 % и съдържание на CLA 1%. При ниските маслени фази (10 % и 20%) се наблюдава нарастване на светлопропускливостта съответно 1,3 и 1,05 пъти. Подобна е тенденцията при съдържание на CLA 2% и 3%.

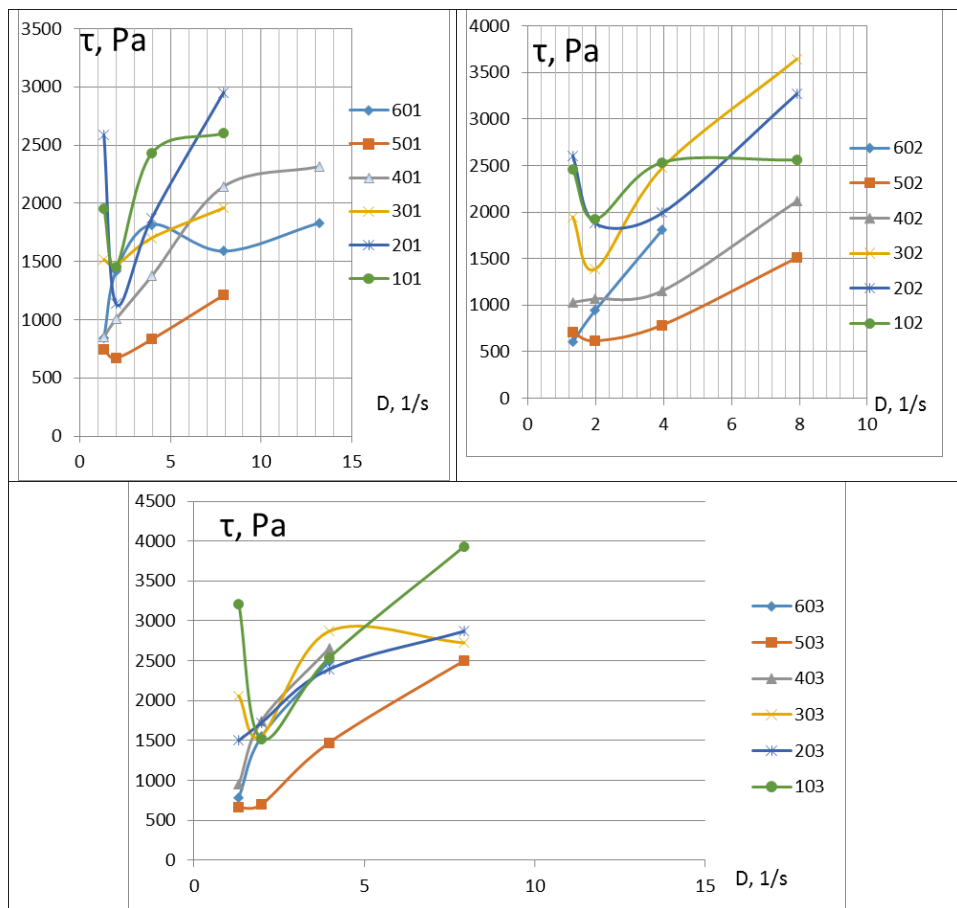
От проведения сензорен анализ можем да направим следните обобщения.

При ниските концентрации на маслена фаза моделните емулсии имат маслен вкус, при високите концентрации на конюгирана киселина (3%) се усеща кисел и страничен привкус.

Всички моделни емулсии не са с консистенция на сметана и са по-скоро течливи. Следователно наложително е да бъде използван стабилизатор при създаване на хранителни емулсии.

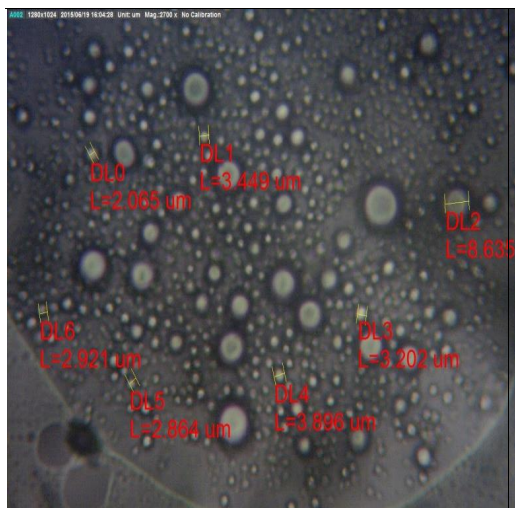
От направените изследвания препоръчителни концентрации на CLA са 2%, което ще гарантира нежен приятен вкус без кисел привкус и остатъчен страничен послевкус. Предварителните изследвания показаха, че ниските стойности на маслената фаза са подходящи за разработване на емулсионни сосове и дресинги.

Реологични криви на изтичане на моделни емулсии с 1 %, 2% и 3% конюгирана киселина и маслена фаза 60, 50, 40, 30, 20 и 10% са показани на фиг.1. При ниските скоростни градиенти ($1,32 \text{ min}^{-1}$ до 2 min^{-1}) реологичното поведение на моделни емулсии е на непсевдопластично тяло. Повишаването на скоростния градиент води до реструктуриране на емулсионните системи и кривите се приближават до типични за псевдопластично тяло. Емулсиите не са стабилни и трябва да се използва стабилизатор за повишаване на стабилността на моделните емулсии масло/вода.

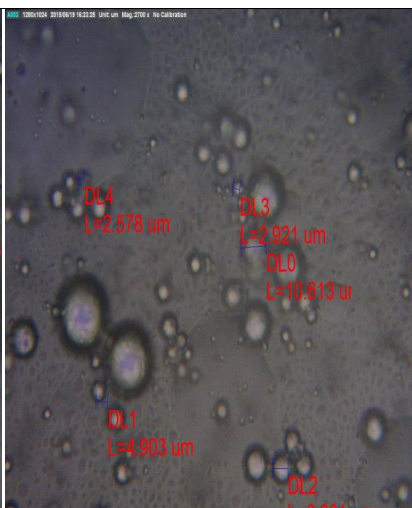


Фигура 1. Реологични криви на изтичане на моделни емулсии с 1 %, 2% и 3% конюгирана киселина и маслена фаза 60, 50, 40, 30, 20 и 10%

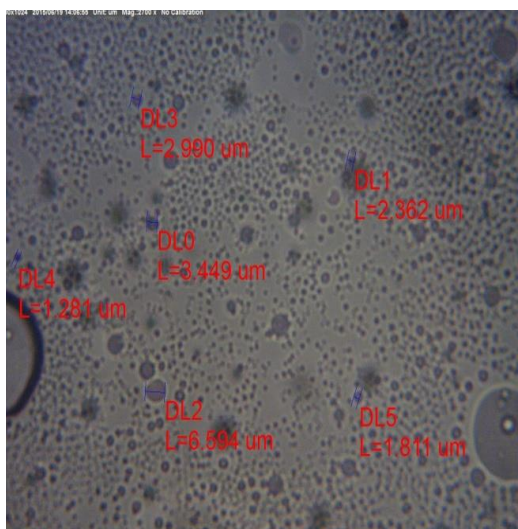
Микроскопските изследвания на някои от емулсиите са представени на фиг. 2.



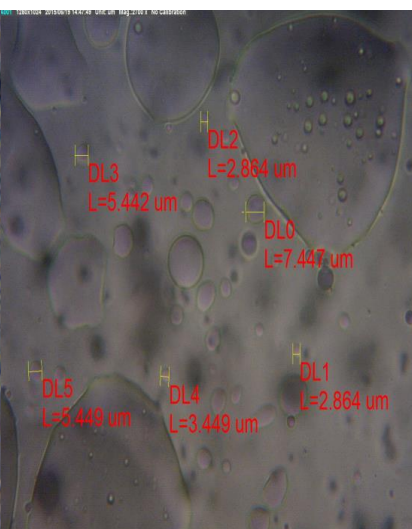
Фигура 2а. Емулсия 30/3



Фигура 2б. Емулсия 10/3



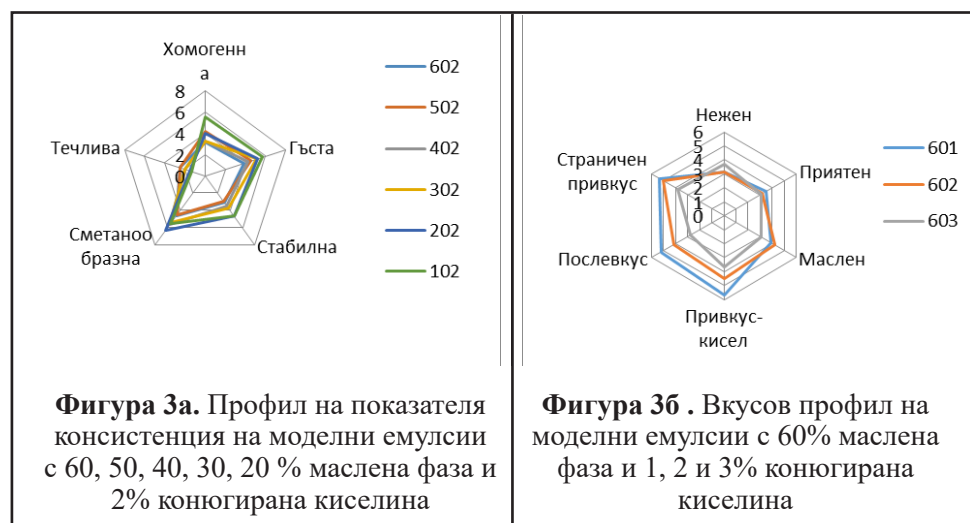
Фигура 2в. Емулсия 50/2



Фигура 2с. Емулсия 60/2

Фигура 2. Микроскопски изследвания

Микроскопските изследвания показват, че при ниско и високо маслено съдържание на емулсията съответно 10% и 60% преобладават дисперсни частици с диаметър между 4 μm и 8 μm . Противоположна тенденция се наблюдава при маслена фаза между 30 % и 50 %: диаметърът на частиците от дисперсната среда е между 1 μm и 4 μm . Повишаването на концентрацията на CLA от 2 на 3 % води до увеличаване на размера на дисперсните частици, а при много ниско и високо съдържание на маслената фаза (съответно 10 % и 60 %) – и до наблюдаване на частици с диаметър между 8 μm и 12 μm .



От проведения сензорен анализ (фиг. 3а и 3б) можем да направим следните обобщения.

При ниските концентрации на маслена фаза моделните емулсии имат маслен вкус, при високите концентрации конюгирана киселина (3%) се усеща кисел и страничен привкус.

Всички моделни емулсии не са с консистенция на сметана и са по-скоро течливи. Следователно наложително е да бъде използван стабилизатор при създаване на хранителни емулсии.

От направените изследвания препоръчителната концентрация на CLA в хранителни емулсии е 2%. Това ще гарантира нежен приятен вкус без кисел привкус и остатъчен страничен послевкус. Предварителните изследвания показваха, че ниските стойности на маслената фаза са подходящи за разработване на емулсионни сосове и дресинги.

Таблица 2. Определяне на дисперсността чрез фотометричен метод

№		Средно аритметично	Проба/контрола.100, %
60/1	Контрола	0,155	32,90
	Проба	0,051	
50/1	Контрола	0,90	32,70
	Проба	0,049	
40/1	Контрола	0,101	32,60
	Проба	0,033	
30/1	Контрола	0,159	32,70
	Проба	0,052	
20/1	Контрола	0,103	34,40
	Проба	0,087	
10/1	Контрола	0,163	36,70
	Проба	0,011	
60/2	Контрола	0.075	81,00
	Проба	0.090	
50/2	Контрола	0.100	80,00
	Проба	0.080	
40/2	Контрола	0.111	71,10
	Проба	0.079	
30/2	Контрола	0.115	95,6,0
	Проба	0.110	
20/2	Контрола	0.120	97,00
	Проба	0.120	
10/2	Контрола	0.122	99,00
	Проба	0.141	
60/3	Контрола	0,127	37,50
	Проба	0,016	
50/3	Контрола	0,106	37,70
	Проба	0.040	
40/3	Контрола	0,109	38,30
	Проба	0,032	
30/3	Контрола	0,142	38,00
	Проба	0,054	

20/3	Контрола	0,112	96,40
	Проба	0,108	
10/3	Контрола	0,149	98,70
	Проба	0,028	

Изводи

От изследванията могат да бъдат направени следните изводи: (А) увеличаването на процентното съдържание на CLA не влияе положително на стабилността на изследваните моделни емулсии; (Б) препоръчителните концентрации на CLA са 2%, което гарантира нежен приятен вкус без кисел привкус и остатъчен страничен послевкус; (В) ниските стойности на маслената фаза са подходящи за разработване на емулсионни сосове и дресинги; (Г) с увеличаване на скоростта се наблюдава преструктуриране на емулсиите, кривите се доближават до зависимостта на изтичане на псевдопластично тяло; (Д) изследваните моделни емулсии масло/вода могат да бъдат използвани за хранителни цели с добавка на стабилизатор.

REFERENCES/LITERATURA

- Blankson, H., Stakkestad, H.J., Fagertun, H., Thom, E., Wadstein, J. & Goodmunstein, O. (2000). Conjugated linoleic acid reduces body fat mass in overweight and obese humans. *J. Nutr.*, 130, 2943 – 2948.
- Bolashenko, T.N. (2011). *Tehnologia proizvodstva mayoneza funkcionalnogo naznachenia s ego ispolzovaniem: kandidatskaia dissertacia*. Mogilev: Mogilevskij gosudarstvenij universitet [Болашенко, Т.Н. (2011). *Технология производства майонеза функционального назначения и продуктов с его использованием: кандидатская диссертация*. Могилев: Могилевский государственный университет продовольствия].
- Cantwell, H., Devery, R., Stanton, C. & Lawless, F. (1998). The effect of a conjugated linoleic acid on superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase in oxidatively – challenged liver cells. *Biochem. Soc. Trans.*, 26, 62.
- Decker, E.A. (1995). The role of phenolics, conjugated linoleic acid, carnosine, and pyrroloquinoline quinone as nonessential dietary antioxidants. *Nutr. Rev.*, 53, 49 – 58.
- Hennessy, A.A., Ross, R.P., Stanton, C., Devery, R. & Murphy, J.J. (2007). Development of dairy based functional foods enriched in conjugated linoleic acid with special reference to rumenic acid (pp. 443-495). In: Saarela, M. (Ed.). *Functional dairy products: volume 2*. Sawston: Woodhead Publishing.

- McCluskey, S., Connolly, J.F., Devery, R., O'Brien, B., Kelly, J., Harrington, D. & Stanton, C. (1997). Lipid and cholesterol oxidation in whole milk powder during processing and storage. *J. Food Sci.*, 62, 331 – 337.
- Mihov, R.B. (2008). *Izsledvane vyrhu procesite na homogenizirane pri poluchavaneto na emulsiionni produkti ot maionezen tip: PhD thesis*. Plovdiv: University of Food Technologies [Михов, Р.Б. (2008). *Изследване върху процесите на хомогенизиране при получаването на емулсионни продукти от майонезен тип: дисертация за образователната и научната степен „доктор“*: Пловдив: Университет по хранителни технологии].
- Miller, A., Stanton, C. & Devery, R. (2001). Modulation of arachidonic acid distribution by conjugated linoleic acid isomers and linoleic acid in MCF-7 and SW480 cancer cells. *Lipids*, 36, 1161 – 1168.
- Obreshkov, I.O. (2011). *Prouchvane vyrhu funkcionalnite svojstva na naturalni produkti s cel syzdavane na hranitelni emulsii: PhD thesis*. Plovdiv: University of Food Technologies [Обрешков, И.О. (2011). *Проучване върху функционалните свойства на натурални продукти с цел създаване на хранителни емулсии: дисертация за образователната и научната степен „доктор“*. Пловдив: Университет по хранителни технологии].
- Palombo, J.D., DeMichele, S J., Liu J.-W., Bistran, B.R. & Huang, Y.-S. (2000). Comparison of growth and fatty acid metabolism in rats fed diets containing equal levels of gamma-linolenic acid from high gamma-linolenic acid canola oil or borage oil. *Lipids*, 35, 975 – 981.
- Stamov, S. & Alexieva, J. (1994). *Osnovy na kulinarnata tehnologia*. Sofia: Zamizdat [Стамов, С. & Алексиева, Й. (1994). *Основи на кулинарната технология*. София: Земиздат].

STABILITY OF EMULSIONS FROM TYPE OIL/WATER WITH CONJUGATED LINOLEIC ACID

Abstract. The model emulsion systems from type oil / water with oil phase refined sunflower oil type “Classic” and water phase – deionized water and conjugated acid (CLA) – have been studied. The purpose of this paper is to investigate the stability characteristics of model oil / water emulsions with conjugated linoleic acid and to develop sensory profiles of the texture consistency and taste. For this purpose, a spectroscopic method for dispersion analysis, microscopic method, rheology and sensory profile of the consistency indicator have been used. It has been found that with an increase in the oil phase from 30% to 60% at CLA content between 1% and 3%, the data on the coefficient of transmission is statistically indistinguishable and, in the case of low concentration of the oil phase (10% and 20%) there is a tendency

to increase the transmission coefficient. The rheological studies of model emulsions have a deviation from the dependence on flow rate of pseudoplastic bodies for a gradient of 1.32 min^{-1} to 2 min^{-1} . After 2 min^{-1} there is a dependence on flowing of pseudoplastic bodies. As the speed increases, the emulsions are restructured. Emulsions are not stable and a stabilizer should be used. According to the sensory analysis, it can be concluded that the recommended concentrations of CLA in mayonnaise for a gentle and non-acidic flavor product is 2%. The addition of CLA to low oil phase values is suitable for developing emulsion sauces and dressings.

✉ **Prof. Dr. Iordanka Aleksieva (corresponding author)**

Department of Food and Tourism
University of Food Technologies

26, Maritza Blvd.

4000 Plovdiv, Bulgaria

E-mail: tourismexam@abv.bg