

تأثير تفاعل التبادل الأستيري في الصفات الفيزيائية والكيميائية لخلطات زيت فول الصويا مع زيت فول الصويا المهدرج

طه محمد تقي
قسم علوم الأغذية والتقانات الإحيائية
كلية الزراعة / جامعة تكريت

عمر فوزي عبد العزيز
قسم علوم الأغذية والتقانات الإحيائية
كلية الزراعة والغابات/ جامعة الموصل

الخلاصة

تم تحضير خلطات من زيت فول الصويا المهدرج إلى رقم يودي منخفض (٨ ملغم / ١٠٠غم) من زيت فول الصويا بنسب خلط ٢٠ : ٨٠ و ٤٠ : ٦٠ و ٦٠ : ٤٠ و ٨٠ : ٢٠ % دهن إلى الزيت، وقد قسمت كل خلطة إلى قسمين حفظ القسم الأول بالتجميد وأجري تفاعل التبادل الأستيري على القسم الآخر بعد ذلك قدرت نسب الأحماض الدهنية الكلية ونسبها في الموقد Sn2 وحسبت نسب ثنائي أسيد ت الكليسرول TAG وتوزيت الأحماض الدهنية فيها ، وكذلك قدرت الصفات الفيزيائية والكيميائية المتمثلة بدرجة اللينة والأنصهار وقوة الأختراق وعامل صلبة الدهن، وصفتي الرقم اليودي ومعامل الأنكسار فضلاً عن نسبة الأحماض الدهنية المتقابلة الأصرة المزدوجة TFA، والثباتية تجاه الأكسدة. وقد قورنت النتائج للخلطات المؤسرة وغير المؤسرة، درس تأثير عامل تفاعل التبادل الأستيري على الخلطات المدروسة. وقد تبين أن عامل التفاعل له تأثير في أغلب TAG ، كما تبين أن هناك بعض TAG قد أختفت بعد التفاعل صاحب ذلك ظهور TAG أخرى جديدة ، وأن أكبر تأثير للتفاعل يمكن ملاحظته في نسبتي الخلط الثالثة والرابعة ، وقد تبين أن تفاعل التبادل الأستيري قد أعطى دهونا ذات توزيع عشوائي للأحماض الدهنية فيها. وقد كان هناك تأثير لعامل التفاعل في جميع الصفات الفيزيائية والكيميائية ما عدا الرقم اليودي ونسب الأحماض الدهنية الكلية. وحدث انخفاض في نسب TFA في خلطات زيت فول الصويا المهدرج. كما لوحظ أيضاً أن رقم البيروكسيد للخلطات قبل التفاعل كان أدنى منه في الخلطات بعد التفاعل.

المقدمة

من تزايد الاهتمام بأضرار الأحماض الدهنية ذات الأصرة المزدوجة بالهيئة المتقابلة (Trans Fatty Acid) (TFA) والمتكونة في أثناء عملية الهدرجة وثبوت هذه الأحماض بأمراض القلب التاجية وبعض أنواع السرطان (Truswell ، ١٩٩٥)؛ اتجه كثير من الباحثين إلى دراسة أساليب جديدة في طرق تصنيف الدهون وإنتاجها في نهاية القرن الماضي ، ومن هذه الطرق طريقة الفصل البلوري وطريقة التبادل الأستيري (Interesterification) التي تعتمد على تغيير ترتيب الأحماض الدهنية في جزيئة الكليسرول بطريقة عشوائية مما يؤدي إلى تكوين كلسرولات أسيل ثنائية (Tri Acyl Glycerol) (TAG) جديدة لها درجة انصهار مختلفة عن TAG الأصلية (Swern ، ١٩٨٢). وتتم عملية التبادل الأستيري بطريقتين الأولى كيميائية تتم بوساطة عوامل مساعدة مثل (Alkali Metals) وأشهر هذه العوامل المساعدة هو ميثوكسيد الصوديوم الذي يتميز بسهولة إزالته من مزيج التفاعل بعد انتهائه بإضافة الماء. الثانية أنزيمية تتم بوساطة أنزيمات الـ Greyt ، (٢٠٠٤). ويُفضل حالياً عملية التبادل الأستيري على عملية الهدرجة لأن الأولى لا يحدث فيها أي تغيير في بنية الأحماض الدهنية ، بينما تتغير في الثانية فتكون متناظرات هندسية وموضعية (Karabulut وآخرون ، ٢٠٠٢). ينتج عن عملية التبادل الأستيري إمكانيات كبيرة في استبدال الموقد الأحماض الدهنية في الجزيء الواحد أو بين جزيئات TAG ، ويؤدي ذلك إلى تغيير تركيب TAG والصفات الفيزيائية للدهون المحتوية عليها. وقد تكون العينة الأصلية التي يراد تعريضها لعملية التبادل الأستيري من نوع واحد من الدهون أو من نوعين أو من ثلاثة أنواع أو من أكثر من ذلك ، وتعطي هذه الخطة بعد هذه العملية دهونا جديدة تعرف بالدهون حسب الطلب (Tailor Made Fat) وذلك اعتماداً على ظروف العملية وعلى المواد الأولية الداخلة فيها (خريط ، ٢٠٠٢).

إن الدهون الحيوانية قليلة الاستخدام في المجال الصناعي لكونها تكسب المنتج صفات غير مرغوب فيها بسبب بنيتها وقوامها وإعطائها بنية حبيبية بسبب البلورات الكبيرة للدهن خاصة دهن شحم الخنزير، ويمكن أن يكون شحم البقر والغنم من المواد الأولية الجيدة للحصول على دهون ذات صفات فيزيائية محددة تستخدم في بعض الصناعات الغذائية، وتجدر الإشارة إلى أن شحم البقر بمفرده أو الغنم بمفرده يستخدم استخداماً قليلاً في عمليات التبادل الأستيري، إذ إن صفتاهما الفيزيائية تتغير تغيراً ضئيلاً في أثناء هذه العملية (Minal, 2001)، ولكنهما يستخدمان استخداماً كبيراً عند خلطهما مع الزيوت النباتية مثل زيت النخيل وزيت زهرة الشمس وغيرهما (خريط، ٢٠٠٢). ونظراً لمحدودية وجود الدهون الحيوانية وكون الموجود منها خليط غير متجانس التركيب، والذي يؤدي إلى صعوبة تحضير خلطات التبادل الأستيري على وفق المواصفات المطلوبة. فقد اتجهت الدراسات الحديثة إلى إمكانية استخدام الدهون الناتجة من الفصل البلوري أو الدهون المهذجة كلياً إلى رقم يودي منخفض. نستشف من عرضنا السابق أهمية تفاعل التبادل الأستيري وإمكانية استخدامه لغرض إنتاج دهون بالمواصفات المرغوبة، لنستطيع أن نلخص أهداف البحث في التعرف على تأثير تفاعل التبادل الأستيري في نسب الأحماض الدهنية وتوزيعها في كلوريدات الأسيل الثنية. وتأثيره في بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للدهون وفي ثبات الدهون ضد الأكسدة أثناء الخزن.

مواد البحث وطرقه

استخدم زيت فول الصويا المنقى والمنتج حديثاً، وزيت فول الصويا المهذرج إلى رقم يودي منخفض، حضرت خلطات من الزيت والدهن المستخدمين بطريقة الخلط الفيزيائي وبوزن (١) كغم من كل خلطة وقد كانت نسب الخلط الأولى ٢٠% دهن إلى ٨٠% زيت. ونسبة الخلط الثانية ٤٠% دهن إلى ٦٠% زيت. أما نسبة الخلط الثالثة ٦٠% دهن إلى ٤٠% زيت، بينما كانت نسبة الخلط الرابعة ٨٠% دهن إلى ٢٠% زيت. وقد تم تقسيم كل خلطة من الخلطات إلى قسمين متساويين وإجراء تفاعل التبادل الأستيري الكيميائي على قسم منها وتم حفظ القسم الآخر مباشرة، حفظت النماذج المؤسّرة وغير المؤسّرة في عبوات محكمة القفل بوجود غاز النيتروجين عند درجة حرارة التجميد (-١٥م) لحين إجراء بقية الاختبارات عليها. وقد تم إجراء تفاعل التبادل الأستيري على وفق للطريقة التي ذكرها Kayahan (١٩٨١) باستخدام العامل المساعد (ميثوكسيد الصوديوم) بنسبة (٥.٠%)، استمرت عملية الاسترة لمدة ساعتين ونصف عند درجة حرارة (٩٠م) وعد اللون البني المحمرديلي على حصول تفاعل التبادل الأستيري بشكل تام.

شملت الاختبارات الفيزيائية والكيميائية على درجة الانصهار حسب AOAC (١٩٨٠) المرقمة (٢٨.٠١٢)، باستخدام الأنابيب الشعرية المغلقة. ودرجة اللينة (م) تبعاً لطريقة AOCS (١٩٩٠) والرقمة (Cc.3.25) ومعامل الانكسار حسب طريقة AOAC (١٩٨٠) المرقمة (٢٨.٠٠٧)، باستخدام جهاز الرفرراكتوميتر Abbey. ومعامل صلبة الدهن (%SFD) حسب طريقة AACC (١٩٨٤) المرقمة (٣١-٥٠). وقوة الاحتراق (غم/سم^٢) ذكرها Laia وآخرون (٢٠٠٠) باستخدام جهاز احتراق ذي مخروط وزنه (٧٩) غم وبزاوية رأسية (٤٠°) وعند درجة حرارة (١٠م) لمدة خمس دقائق وقد حسب عمق الاحتراق بوحدة (٠.١) ملم، وحسبت قوة الاحتراق بالمعادلة الآتية:

$$y.v = \frac{k.w}{p^{1.6}} \quad \dots\dots\dots(1)$$

إذ إن :

y.v = قوة الاحتراق .

k = ثابت قيمته (٥٨٤٠) للمخروط الذي زاويته (٤٠°).

w = وزن المخروط، والذي يساوي (٧٩) غم .

p = عمق الاحتراق بوحدة (٠.١) ملم .

وكذلك قدر رقم البيروكسيد: على وفق طريقة AOAC (١٩٨٠) المرقمة (٢٨.٠٢٣)، والرقم اليودي على وفق طريقة Hans المذكورة في AOAC (١٩٨٠) المرقمة (٢٨.٠٩). ونسبة الأحماض الدهنية الترانس TFA التي قدرت وفق طريقة AOAC (١٩٨٠) المرقمة (٢٨.٠٤٨). أما نوع الأحماض الدهنية ونسبها في TAG، فقد فصلت كلسيرولات الأسيل الأحادية من نوع بيتا بوساطة

TLC على وفق الطريقة التي ذكرها Aranda وآخرون (٢٠٠٤) والمرقمة (Annex VII of EEC 2568/91 and Annex XB of EC 796/2002) ، ثم قدرت نسب الأحماض الدهنية في TAG الموقع Sn2 حسب ما ورد في Abdulaziz (١٩٨٠) ، وقد تم حساب نسب الأحماض الدهنية في الموقعين ١ و ٣ كما في المعادلة الآتية:

$$FA_{sn1,3} \% = \frac{[(3 \times FA_{Total}) - FA_{sn2}]}{2} \quad \dots\dots\dots(٢)$$

(Christie، ٢٠٠٥)

إذ إن:

FA_{sn1,3}% = نسبة الحامض الدهني % في طوق ١ أو ٣.

FATotal% = نسبة الحامض الدهني % الكلية في TAG.

FA_{sn2}% = نسبة الحامض الدهني % في الموقع ٢.

ثم أجريت عملية حساب TAG باستخدام المعادلات الآتية:

$$A_3 \% = \frac{A_{sn1,3} \% \times A_{sn2} \% \times A_{sn1,3} \%}{10000} \quad \dots\dots\dots(٣)$$

$$AAB \% = \frac{A_{sn1,3} \% \times A_{sn2} \% \times B_{sn1,3} \% \times 2}{10000} \quad \dots\dots\dots(٤)$$

$$ABC \% = \frac{A_{sn1,3} \% \times B_{sn2} \% \times C_{sn1,3} \% \times 2}{10000} \quad \dots\dots\dots(٥)$$

$$ABA \% = \frac{A_{sn1,3} \% \times B_{sn2} \% \times A_{sn1,3} \%}{10000} \quad \dots\dots\dots(٦)$$

(kayahan، ٢٠٠٣)

إذ إن:

A و B و C = الأحماض الدهنية

A3% و AAB% و ABC% و ABA = نسبة TAG %توزي الأحماض الدهنية فيها.

sn2 و sn1,3 موقع الحامض الدهني في جزيئة الكليسرول.

وقد أهتمك جميع كلسيرولات الأسيل التي لها نسبة أقل من (٠.٠١) ، وأخذت بالحسبان المتناظرات الضوئية ، وحسبت نسبة TAG على وفق درجة تشبعها بجم معدلات نسب كلسيرولات الأسيل المشبعة سوية باستخدام برنامج ال Excel وكذلك الحال بالنسبة لبقية كلسيرولات الأسيل التي لها درجة تشبع نفسها. وقد أستخدم اختبار دنكن للفروق بين المتوسطات للتعرف على معنوية الفروق بين صفات الخلطات قبل تفاعل التبادل الأستيري وبعده.

النتائج والمناقشة

إن الصفات الفيزيائية والخواص الكيميائية للدهن والزيت المستخدم في البحث (الجدول ١) واقعة ضمن المدى الذي حدده Swern (١٩٧٩) ، أما نسبة ال-TFA فيتبين ارتفاعها في الدهن المهدرج إلى نسبة ٨.١٣ % وهذا ناتج من عملية الهدرجة ، فمن الناحية النظرية الزيت الذي يحول إلى شكل صلب باستخدام الهدرجة الجزئية يتم فيه تحويل جميع ما يحتويه من حامض ال-Ln (١٨ : ٣) إلى حامض ال-L ثم إلى حامض ال-O (١٨ : ١٨) من أي اختزال لحامض ال-O إلى حامض ال-S (Conen، ١٩٧٦ ، و Swern، ١٩٨٢) وهذا لا يمكن تطبيقه عمليا لأن الظروف الاختيارية للهدرجة تؤدي إلى تحفيز تكوين TFA والقليل من حامض ال-L الذي يؤدي إلى رف نسبة المواد الصلبة الدهنية في درجات الحرارة المنخفضة (Swern، ١٩٨٢ و Karabulut وآخرون، ٢٠٠٢) ، لكن نسبة ال-TFA في الخلطات المدروسة قليلة نسبيا مقارنة بالهدرجة الاختيارية التي تعطي نسبيا تصل إلى ٥٠-٤٥ % من الاحماض الدهنية الكلية هذا يتفق م ما أشار إليه Karabulut وآخرون (٢٠٠٣).

الجدول (١) : صفات الزيت والدهن المستخدمين في البحث .

الصفات	الوحدة	زيت فول الصويا	الدهن المهدرج
الرقم اليودي	ملغم يود / ١٠٠ غم زيت	١٣٣	٨
معامل الانكسار	----	١.٤٧٤	١.٤٦
درجة الانصهار	° م	--	٤٨.٢
درجة الليونة	° م	--	٤٤.٦
TFA(Trans)	(%)	٠.٠٧	٨.١٣

أما بالنسبة إلى نسب الأحماض الدهنية في TAG فقد قدرت باستخدام جهاز GLC، أما نسب الأحماض الدهنية في الموقد Sn2 فقد فصلت أولاً باستخدام TLC ثم قدرت باستخدام جهاز GLC للدهن والزيت المستخدمين في البحث (الجدول ٢) فيتبين أيضاً أنها ضمن المدى الذي حدده Swern (١٩٧٩). كما أمتاز الدهن المهدرج بارتفاع نسبة حامض الـ S، أما زيت فول الصويا فقد ارتفعت فيه نسبة حامض الـ O والـ L، إضافة إلى نسبة ٥.٠٨% مول من حامض الـ Ln في زيت فول الصويا

الجدول (٢): نسبة الأحماض الدهنية (% مول) في الزيت والدهن المستخدمين في البحث.

الدهون المستخدمة	FA في	M	P	Po	S	O	L	Ln
زيت فول الصويا	TAG	٠.٢٩	٢.٢٥	٣.٢١	١.٩٠	٢٣.٥٣	٥٩.١٣	٥.٠٨
	Sn2	٠.٠٠	٠.٨٠	٠.٧١	٠.٦٣	٢٤.٣٧	٦٦.٠٥	٢.٤١
الدهن المهدرج	TAG	٠.٥٠	٧.٧٤	١.٠٠	٥٥.٠٣	١٦.٧٤	١٣.٩٣	٠.٠٠
	Sn2	٠.٧٥	٢.٥٨	١.٤١	٦٩.٢٠	١٢.٠١	٨.٤٦	٠.٠٠

١- تأثير تفاعل التبادل الاستيري في نسب الأحماض الدهنية وتوزيعها في TAG: تم تقدير نسب الأحماض الدهنية في TAG في الموقد Sn2 باستخدام جهاز GLC، في الخلطات المدروسة، ولغرض التعرف على تأثير تفاعل التبادل الاستيري في نسب الأحماض الدهنية للخلطات المدروسة فقد تم استخدام اختبار دنكن للفروق بين المتوسطات. وقد تبين من الجدول (٣) الذي يبين تأثير تفاعل التبادل الاستيري في نسب الأحماض الدهنية للخلطات المدروسة، وجود فروق معنوية بين قبل التفاعل وبعده لكل خلطة بالنسبة لـ TAG، ولجميع الأحماض الدهنية، ما عدا الخلطة التي لها نسبة الخلطة الرابعة لحامضي الـ M و Po التي لم تعط فروقا معنوية، وعلى الرغم من وجود فروق معنوية إلا أن أغلب هذه الفروق صغيرة ومحصورة بين ± 2 والذي يمكن أن يدخل ضمن أخطاء القياس، لذلك فإنه يمكن القول بأن النسبة الكلية لكل حامض دهني لم تتغير بتأثير تفاعل التبادل الاستيري، وهذا يتفق مع ما وجدته خريط (٢٠٠٢)؛ و Rodrigues (٢٠٠٢).

وعند مقارنة نسب الأحماض الدهنية للخلطات المدروسة التي تم الحصول عليها عملياً م نسب الأحماض الدهنية المحسوبة على أساس مكونات الخلطة، إذ ضربت نسبة كل من الأحماض الدهنية المكونة للدهن الأول في نسبته في الخليط وجمعت م نسب الأحماض الدهنية للزيت مضروبة في نسبته في الخليط، وجد أن التغير المطلق يق بين ± 1.5 في أغلب الأحماض الدهنية والذي يشير إلى إمكانية الاعتماد على حساب الأحماض الدهنية للخلطة اعتماداً على نسب الأحماض الدهنية في مكوناتها، وهذا يتفق مع ما وجدته سلطان (١٩٨٢)، وخريط (٢٠٠٢).

أما بالنسبة إلى نسب الأحماض الدهنية في الموقد Sn2 فيتبين من الجدول (٣) أيضاً وجود فروق معنوية ولجميع الأحماض الدهنية، وقد كانت أغلب هذه الفروق أكبر من ± 2 وقد وصلت في بعض الخلطات إلى أكثر من ± 30 وهذا يعود إلى تأثير تفاعل التبادل الاستيري، والذي يمكن م حطة تأثيره بصورة أكبر من الجدول (٤) الذي يبين تأثير تفاعل التبادل الاستيري في درجة تشب TAG للخلطات المدروسة، إذ يتبين من الجدول وجود فروق معنوية بين قبل التفاعل وبعده لكل خلطة من الخلطات المدروسة ولجميع درجات تشب TAG وهذا يتفق مع ما وجدته خريط (٢٠٠٢).

الجدول(٣): تأثير تفاعل التبادل الأستيري في نسب الأحماض الدهنية (%مول) للخلطات المدروسة.

FA	نسبة الخلط	التفاعل	الأحماض الدهنية				
			M	P	PO	S	O
TAG	الأولى	قبل	أب ٠.٤١	أ ٣.٩١	ز ٠.٨٨	ق ١٩.٠٠	ط ٢٣.٨٢
		بعد	ج ٠.٥٢	ب ٤.٧٠	ح ١.٠٩	ن ١٥.٤٦	هـ ٤٨.٨٨
	الثانية	قبل	دو ٠.٥٥	ب ٤.٦٥	و ٠.٧٨	ش ٢٤.٨٦	م ٢٥.٢١
		بعد	ي ١.٧٧	د ٦.١٦	ط ١.٢٥	ر ٢٢.٣٠	ز ٢٢.٦٦
	الثالثة	قبل	هـ ٠.٥	ج ٥.٨٥	هـ ٠.٥١	ظ ٣٩.٥٠	ب ٢٠.٢٠
		بعد	ز ٠.٩٨	و ٧.٣٨	م ٢.١٠	خ ٣٥.٦٧	أ ١٨.٠٢
	الرابعة	قبل	و ٠.٦٤	ز ٧.٦٦	ج ٠.٢٦	لا ٤٧.٣٦	و ٢٢.١٥
		بعد	هـ ٠.٥	هـ ٧.٢٠	ج ٠.٢٩	غ ٤٤.٨١	د ٢٠.٦٦
Sn2	الأولى	قبل	ح ١.١٦	س ٩.٩٥	ط ١.٥٧	ج ٧.٢٨	س ٧.٦٧
		بعد	أ ٠.٢٦	أ ٠.٨٤	ب ٠.٣١	ب ١٦.٧٠	ص ٠.٠٥
	الثانية	قبل	ب ٠.٤٤	م ٨.٣٠	أ ٠.٠٠	ذ ٣٨.٧٩	و ٢٠.٦٩
		بعد	ش ٤.٦٩	ث ١٧.٧٥	ل ٢.٦٩	ز ١٠.١٤	ر ٣٠.٩٧
	الثالثة	قبل	ن ٢.٩٥	غ ٢٢.٤٠	ت ٦.٣٧	س ١٥.٣٧	ش ٣٢.٩٩
		بعد	دو ٠.٦٠	ج ٢.٦٨	و ١.١١	ض ٣.٥٦	أ ١٧.٩٧
	الرابعة	قبل	ج-هـ ٠.٥٣	د ٤.٢٠	د ٠.٧٧	ر ٢٣.٥٢	ي ٢٣.٨٠
		بعد	ح ١.١٠	ط ٦.٠٥	ز ١.١٩	و ٥٧.٠٨	ب ١٨.٢٢

*الأحرف المتشابهة عموديا فقط تشير إلى عدم وجود فروق معنوية في مستوى معنوية ٠.٠١ .

الجدول(٤): تأثير تغل التبادل الأستيري في درجة تشب TAG (%مول) لخلطات الدهون المدروسة .

نسبة الخلط	التفاعل	TriS	DiS	MonoS	UNS
الأولى	قبل	و ١.١٤	هـ ١١.٣٣	ن ٣٩.٦٦	٤١.١٢
	بعد	د ٠.٨١	د ٩.١	ك ٣٧.٠٣	٤٤.٧٩
الثانية	قبل	ل ٢.٠٢	ل ١٦.٤	ص ٤٥.٠٢	٢٩.٥٢
	بعد	م ٢.٣١	ك ١٥.٩	ن ٣٩.٩٦	٣٠.٠٤
الثالثة	قبل	ز ٩.٦٧	ت ٣٣.٥	س ٤٠.٣٣	١٤.٧٧
	بعد	خ ٧.٩٥	ش ٢٧.٩٩	ك ٣٧.٣٧	١٤.٢٥
الرابعة	قبل	ظ ١٣.٠٨	غ ٤٣.٩٢	و ٣٣.٣١	٦.٧٤
	بعد	غ ١٣.٦٣	ث ٣٧.٢١	ط ٣٥.٠٨	د ٩.٣٣

*الأحرف المتشابهة عموديا فقط تشير إلى عدم وجود فروق معنوية في مستوى معنوية ٠.٠١ .

أما بالنسبة إلى توزيع الأحماض الدهنية في TAG فقد حسبم الأخذ بنظر الاعتبار المتناظرات الضوئية لـ TAG ؛ وفق المعادلات المذكورة في طرائق العمل ؛ وقد أهملت TAG التي نسبتها أقل من (٠.٠١) وقد أهمل الحامضين الدهنيين M و الـ Po في حساب TAG لتسهيل العملية ولاختزال عدد TAG الناتجة.

وقد تبين من الجدول (٥) أن هناك فروقا معنوية بين قبل تفاعل التبادل الأستيري وبعده لأغلب TAG المحسوبة والفروق غير المعنوية قد أعطتها TAG الحاوية على حامض الـ Ln ويمكن ملاحظة أن نسب هذه الكسريديتات لم تتجاوز على الأغلب ٠.١% لانخفاض نسبة حامض الـ Ln في الخلطات المدروسة . إن تفاعل التبادل الأستيري يعمل على زيادة نسبة هذه الكسريديتات أو انخفاضها، كما ويتبين أن أكبر تأثير للتفاعل يمكن محظته في نسبتي الخلط الثالثة والرابعة وخاصة في خلطات الزيتين م الدهن المهدرج ، ففي الخلطة التي لها نسبة الخلط الرابعة أعطت الكسريديتة SLS أكبر انخفاض ، إذ انخفضت نسبتها بمقدار ١٣.٠٧% تليها الكسريديتة SLO إذ انخفضت نسبتها بمقدار ٨.٤٢% ، بينما كان أكبر ارتفاع في الكسريديتة SSL ، إذ ارتفعت نسبتها بمقدار ٩.٩٩% تليها الكسريديتة OSL إذ ارتفعت نسبتها بمقدار ٦.٢٣% ، وأن أكبر الفروق كانت في TAG الحاوية على حامض الـ S لارتفاع نسبته في الدهن المهدرج

الجدول ٥ : تأثير تفاعل التبادل الاستيري في توزيع الاحماض الدهنية في TAG (%مول).

نسبة الخلط الاولى		نسبة الخلط الثانية		نسبة الخلط الثالثة		نسبة الخلط الرابعة		TAG		
١٣	١٤	١٥	١٦	١٦	١٦	١٦	١٦			
قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد			
أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	PPP	مشبعة	
ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	PPS ^a		
ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	PSS ^b		
د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	SSS		
أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	POP	ثنائية التشبع	
ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	POS		
ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	SOS		
د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	PPO		
أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	PSO ^c		
ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	SSO		
ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	PLP		
د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	PLS		
أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	SLS		
ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	PPL		
ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	PSL ^d		
د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	SSL		
أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	POO		أحادية التشبع
ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	SOO		
ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	OPO		
د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	OSO		
أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	POL	أحادية التشبع مع جزيئين من PUSFA	
ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	SOL		
ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	POLn		
د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	SOLn		
أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	PLO		
ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	SLO		
ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	PLNo		
د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	SLNo		
أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	OPL		
ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	OSL		
ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	OPLn		
د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	OSLn		
أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	PLL		
ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	SLL		
ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	LPL		
د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	LSL		
أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	PLnL		
ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	SLnL		
ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	LnPL		
د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	LnSL		
أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	OOO		
ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	LOO ^e	غير مشبعة	
ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	ج.٠.٠.٠	LnOO ^f		
د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	د.٠.٠.٠	LLO ^g		
أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	أ.٠.٠.٠	LLL		
ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	ب.٠.٠.٠	LnLL ^h		

الأحرف المتشابهة أفقياً تشير إلى عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات في مستوى معنوية ٠.٠١.

LOO+OLO=LOO	e	PPS +PSP=PPS	a
LnOO+OLnO=LnOO	f	PSS+SSP=PSS	b
LLO+LOL=LLO	g	PSO+SPO=PSO	c
LnLL+LLnL=LnLL	h	PSL+LPS=PSL	d

٢- تأثير تفاعل التبادل الاستيري في بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية : تمت دراسة تأثير تفاعل التبادل الاستيري في جميع الصفات المدروسة كما يتبين من الجدول (٦) أن هناك فروقا معنوية بين جميع الصفات قبل التفاعل وبعده ماعدا نسبة الـTFA، والسبب إن التغير في متوسطات الصفات الفيزيائية والكيميائية قبل التفاعل وبعده بين جميع الصفات المدروسة يعود إلى إعادة ترتيب الأحماض الدهنية داخل جزيئات TAG وبينها والتي تؤثر في جميع الصفات، إن إعادة الترتيب هذه تكون TAG جديدة لها صفات فيزيائية ومعامل انكسار يختلف عن TAG الأصلية، إن صفات الدهون الناتجة تعتمد على محصلة الصفات التي تعطيها TAG المكونة لها.

الجدول (٦) : تأثير تفاعل التبادل الاستيري في الصفات الفيزيائية والكيميائية.

نسبة الخلط	التفاعل	معامل الانكسار	درجة الانصهار م	درجة اللبونة م	قوة الاحتراق غم/سم ^٢	نسبة TFA %
الأولى	قبل	١.٤٧١٥ م ن	٣٢.١ هـ و	٢٩.٧ ز	١٠٠٣ ي ك	٠.٣ ب أ
	بعد	١.٤٦٩٩ ي ك	٣٢.٤ هـ و	٢٧.٣ هـ	٨٤٥ ز	٠ أ
الثانية	قبل	٤٦٩٣ ط ي	٣٩.٣ ل	٣٤.٥ ط	١٤١٣ س	٢.٥٧ ح هـ
	بعد	١.٤٦٩ ح ط	٣٩.٤ م	٣٥.٦ ي	١٤٥٧ ع	٠.٨ ج أ
الثالثة	قبل	١.٤٦٦٦ ز	٤٠.٣ ن	٣٧.٤ م ن	١٦٦٠ ر	٤.٢ ط
	بعد	١.٤٦٤١ ج د هـ	٤٠.٩ س	٣٧.١ ل م	١٦٤٥ ر	٢.٤٣ ح هـ
الرابعة	قبل	١.٤٦٣٢ ب ج	٤٤.٥ ص	٤١.٥ ص	١٤٧٢ ع ف	٣.٥ ط ح
	بعد	١.٤٦٣٦ ب ج	٤٥.٠ ق	٤٠.٤ ف	١٩٣٦ ث	٤.٥ ي ط

* الاحرف المتشابهة عموديا فقط تشير إلى عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات في مستوى معنوية ٠.٠١.

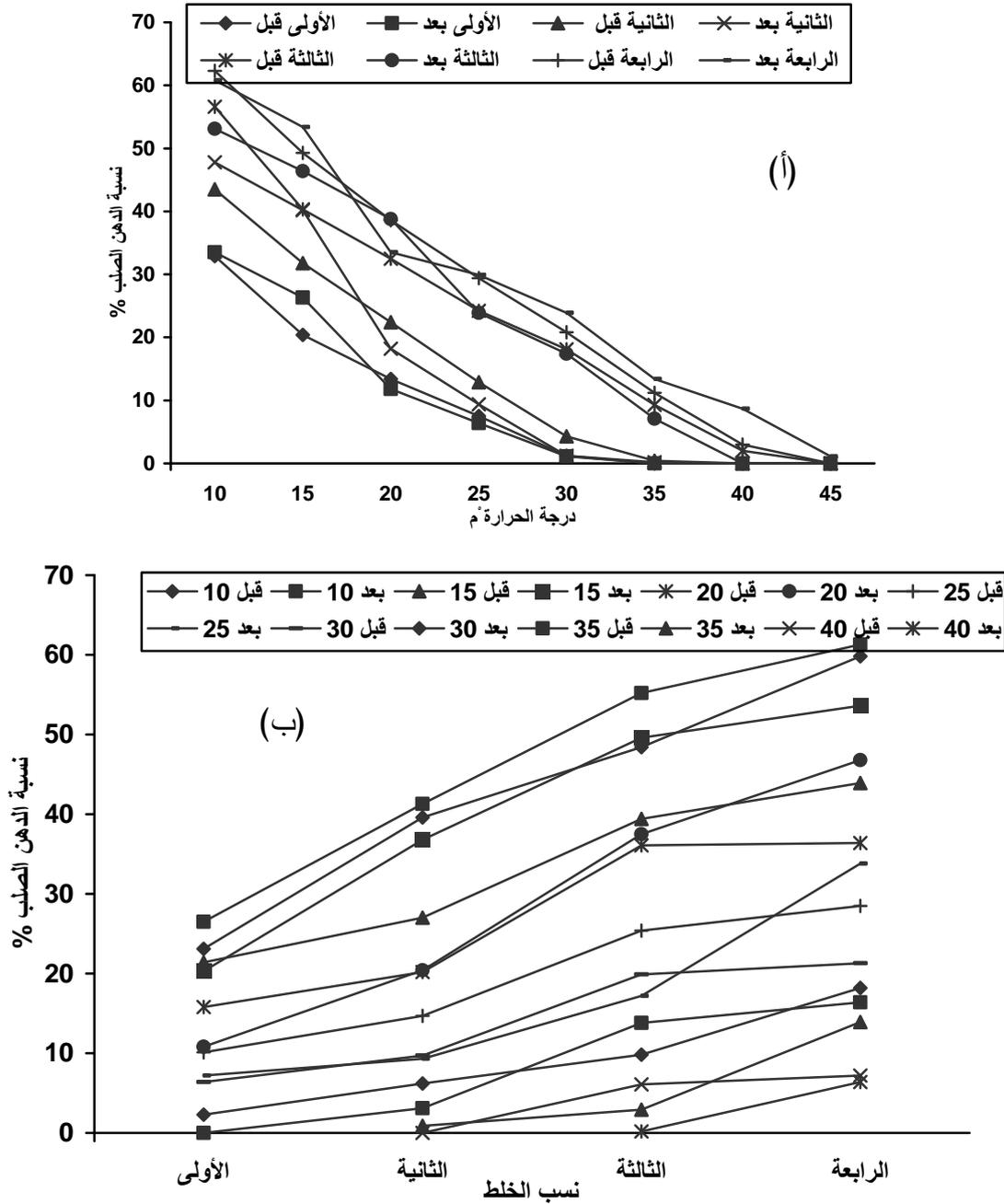
ويتبين من الجدول (٦) أيضا أن هناك تباينا في تأثير تفاعل التبادل الاستيري في الصفات الفيزيائية وخاصة الصفات الانصهارية بدرجة الانصهار واللبونة والاحتراق، إذ يلاحظ أن الخلطة التي لها نسبة الخلط الأولى قد أعطت فروقا معنوية لصالح ما قبل التفاعل في صفة الاحتراق بينما أعطت بقية الخلطات فروقا لصالح العينات بعد التفاعل وهذا يتفق مع ما وجدته كل من خريط (٢٠٠٢) و Rodrigues (٢٠٠٢)، وقد كانت الفروق لصالح قبل التفاعل في جميع الخلطات في صفة درجة اللبونة ما عدا الخلطة التي لها نسبة الخلط الثانية في هذا يتفق مع ما وجدته سلطان (١٩٨٢) و Rodrigues (٢٠٠٢) يلاحظ أيضا أن أكثر الصفات الفيزيائية تأثرا بتفاعل التبادل الاستيري هي صفة درجة اللبونة إذ أن الفروق بين معدلات هذه الصفة قد كانت كبيرة بين قبل التفاعل وبعده وهذا يتفق مع ما ذكره Rodrigues (٢٠٠٢).

أما صفة معامل الانكسار فيمكن ملاحظة بعض الفروق المعنوية بين الخلطات قبل تفاعل التبادل الاستيري وبعده، ويعزى سبب التغير إلى إعادة التوزيع الكلسريدي أيضا والناتج عن تفاعل التبادل الاستيري كما ذكر Swern (١٩٨٢).

ويتبين من الجدول (٦) أن الخلطات التي لها نسبتي الخلط الأولى والثانية قبل تفاعل التبادل الاستيري وبعده إضافة إلى نسبة الخلط الثالثة بعد التفاعل أعطت نسبة من الـTFA ضمن المدى المحدد في الولايات المتحدة في القوانين التي صدرت في العام ٢٠٠٦ والتي كانت أقل من ٣% من نسبة الأحماض الدهنية الكلية (Greyt, ٢٠٠٦) بينما أعطت جميع الخلطات نسبة أقل من ٥% والتي تعد أعلى نسبة حددت في أوروبا (Kristott, ٢٠٠٣).

٣- تأثير تفاعل التبادل الاستيري وبعده في معامل صلابة الدهن (SFI) : يلاحظ من الشكل (١-أ) الذي يوضح معامل صلابة الدهن في الخلطات قبل تفاعل التبادل الاستيري وبعده إن معامل صلابة الدهن في جميع الخلطات قبل تفاعل التبادل الاستيري وبعده يزداد بازدياد نسبة الدهن الصلب إلى الزيت السائل في الخلطة وفي جميع درجات الحرارة وهذا يتفق مع النتائج المتحصل عليها من تحليل TAG في الجدولين (٤ و ٥) إن جميع الخلطات المؤسرة تقريبا قد انصهرت بصورة كاملة (معامل صلابة الدهن = صفر) في درجات حرارة أقل من درجات حرارة خلطاتها قبل الاسترة، وهذا يتفق مع النتائج المتحصل عليها من تقدير درجة الانصهار واللدانة كما تبين من الجدول (٦)، أما الخلطات التي يلاحظ معامل صلابة الدهن لها يساوي صفر في درجة الحرارة نفسها قبل التفاعل وبعده أيضا يمكن ملاحظة أن معامل صلابة الدهن في درجة الحرارة التي قبلها يقترب من الصفر في الخلطات المؤسرة أكثر منه في الخلطات غير المؤسرة إن هذه النتائج تتفق مع ما وجدته Norizzah وآخرون (٢٠٠٤)، والذي أوضح هذا التغير في معامل صلابة الدهن يرجع إلى أن

تفاعل التبلل الاستيري يعمل على إعادة توزيع الاحماض الدهنية في TAG وإن إعادة التوزيع تنتج أجزاء دهنية Fractions لها درجات انصهار متدرجة.



الشكل (١) معامل ص بة الدهن لخلطات زيت فول الصويا م بة الدهن المهرج قبل تفاعل التبادل الأستيري وبعده. (أ) بدلالة درجات الحرارة (ب) بدلالة نسب الخلط

إن الانخفاض في معامل ص بة الدهن كان كبيراً بين درجتي الحرارة ١٠ و ٢٠م؛ ويقبل هذا الانخفاض بصورة كبيرة في درجات الحرارة الأعلى خاصة في الخليطين الثالثة والرابعة لدهن، ويرجع سبب هذا الانخفاض إلى أن أغلب TAG تكون صلبة في هذا المدى من درجات الحرارة وتحجز بينها الدهن السائل، وعند بدأ الانصهار سيتحرر الدهن السائل وبذلك سوف ينخفض معامل ص بة الدهن بصورة كبيرة أما في الدرجات الحرارية الأعلى فإن TAG الصلبة تكون معلقة في الوسط السائل أو شبه السائل، وبذلك فإن معامل ص بة الدهن ينخفض بصورة متدرجة، ويفاد من هذه الصفة في صناعة المارجرين لاعطائه قابلية النشر (Laia وآخرون، ١٩٩٩). وأن تفاعل التبادل

الأستيري يعمل على تغيير تركيبة الدهن من TAG لذلك نلاحظ أن هيئة منحني معامل صلبة الدهن قد تغير .

يلاحظ من الشكل (١-ب) قبل الاسترة أن هناك تداخلاً في السلوك الانصهاري للخلطات غير المؤسّرة وخاصة في درجات الحرارة ١٠-٢٠ م، والتأثير المتداخل يعني أن معامل صلبة الدهن يكون ثابتاً تقريباً في درجة الحرارة نفسها. تغير نسب الخلط بين الزيت والدهن، وهذا فيق مـ ما وجدته Norizzah وآخرون (٢٠٠٤) والذي عزى سبب هذا التداخل في السلوك الانصهاري إلى اختلاف حجم جزيئات TAG وإلى الشكل البلوري Polymorph للبلورات بين نوعي الدهن في الخليط وهذا يدل على أن مكونات الخليط غير متداخلة مـ بعضها ولا يزال كل من مكونات الخليط يحتفظ بتركيبته الكلسريدية مما يؤدي إلى انفصال الزيت عن الدهن في الخلطات غير المؤسّرة عند الخزن في درجات حرارة قريبة من درجة حرارة الغرفة. كما يجعل من الصعوبة الحصول على دهون بلدانة معينة وقد كان يعد أحد مساوئ عملية إنتاج الدهن البـ ستيكية بعملية الخلط Blending قبل إجراء عملية الهدرجة الاختيارية، أما بعد تفاعل الاسترة فـ يلاحظ السلوك الانصهاري المتداخل في جميع خلطات الدهن وفي جميع درجات الحرارة، وهذا يتفق مـ ما وجدته كل من Timms (١٩٨٤) و Norizzah وآخرون (٢٠٠٤) ، وقد بين Timms (١٩٨٤) أن السبب يعود إلى أن الاسترة قد أدت إلى خفض نسبة TAG ذات درجات الانصهار العالية، وفي الحقيقة أن السبب يعود إلى أن تفاعل التبادل الأستيري يعمل على تقليل نسبة الكلسريدات الصلبة لإسائلة، ويمكن مـ حظة ذلك من الجدول (٤) في جميع نسب الخلط.

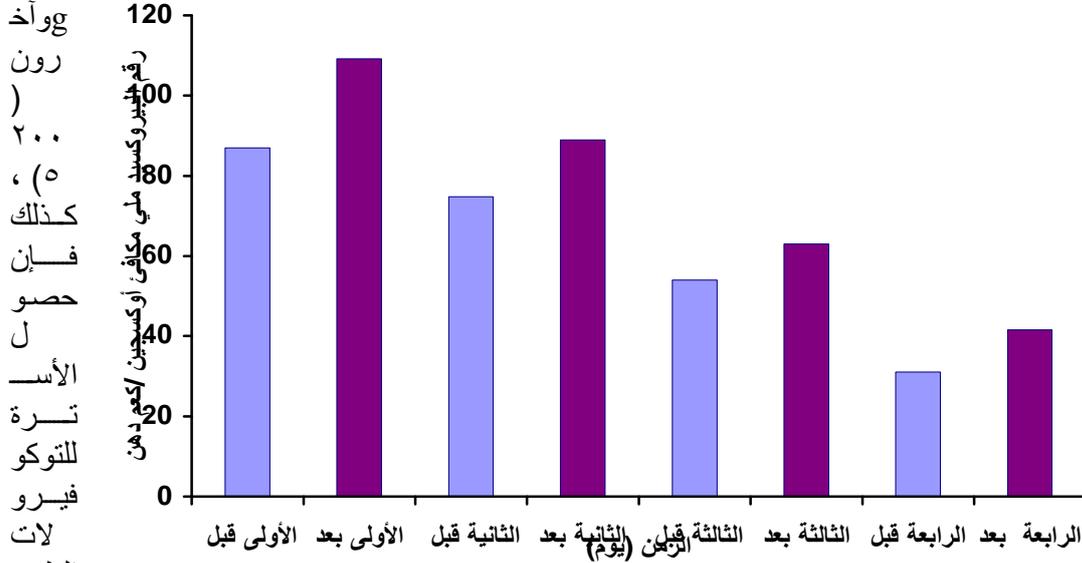
إن الخلطة التي لها نسبة الخلط الأولى أقرب للخلطات بالنسبة إلى معامل صلبة الدهن للمارجرين الصلب تليها الخلطة التي لها نسبة الخلط الثانية، وأن معامل صلبة الدهن في ٢٠ م أكبر من ١٠ م، وهذا يمتد نضح الزيت أثناء الخزن (Laia وآخرون ، ١٩٩٩). إن درجة الليونة والانصهار للخلطة التي لها نسبة الخلط الثانية ضمن المدى المحدد لإنتاج المارجرين الصلب الذي يتراوح بين ٣٢-٣٧ (Tekin وآخرون ، ٢٠٠٢)، ويلاحظ من الشكل (١-أ) أن المدى الانصهاري للخلطة التي لها نسبة الخلط الثانية يكون حاداً في البداية ولكنه يبدأ بالتحول إلى الشكل المسطح وهذه الصفة تفضل في الدهن المـ نمة لإنتاج المارجرين ، إذ إن المارجرين الجيد هو الذي لا يكون منحني معامل صلبة الدهن له ذا وتيرة واحدة إذ يفيد في تحسين قابلية النشر (Applewhite ، ١٩٨٥). أما الخلطة التي لها نسبة الخلط الأولى فإن المدى الانصهاري فيهما يكون حاداً ، وتخفض فيهما نسبة TAG المشبعة والثبيلة التشبـ الصلبة (الجدول ٤) وضمن المدى الذي حدده Deman و Deman (١٩٩٣) ، والذي بين أن نسبة الكلسريدات الصلبة يجب أن لا تزيد عن (٢٠%) في خلطات الدهن المستعملة لصناعة المارجرين للحصول على القوام الجيد بينما ترتفع فيها نسبة TAG غير مشبعة والاحادية التشبـ . إذ تؤدي الكلسريدات الصلبة إلى تكوين الشكل البلوري الخشن الحبيبي (Deman و Deman ، ١٩٩٣) والذي يؤدي إلى صعوبة النشر على الخبز (Ghotra وآخرون ، ٢٠٠٢).

أن الخلطة التي لها نسبة الخلط الثانية مـ نمة لإنتاج الدهن المقصرة للمعجنات القشرية إذ لها درجة انصهار أعلى من حرارة الجسم (Ghotra وآخرون ، ٢٠٠٢) . إن الخلطات (١٣ و ١٤) من الممكن أن تعطي الشكل البلوري β المرغوب فيه في هذا النوع من الدهن المقصرة لانخفاض نسبة حامض الـ P فيها إلى أقل من ١٠% (من الجدول ٣) كما أشار إلى ذلك Wiedermann (١٩٧٨) .

٤- تأثير تفاعل التبادل الأستيري في ثبات الدهن ضد الأكسدة في أثناء الخزن: يلاحظ من الشكل (٢) الذي يبين منحنيات ثباتية الخلطات المدروسة قبل تفاعل التبادل الأستيري وبعده بدلالة رقم البيروكسيد أن رقم البيروكسيد يتطور مـ زيادة مدة الخزن في جميع الخلطات قبل التفاعل وكذلك في الخلطات بعد التفاعل ، وأن مقدار هذه الزيادة يتناسب مـ نسبة الدهن إلى الزيت في الخلطة ويلاحظ أيضاً أن رقم البيروكسيد في الخلطات قبل التفاعل يكون أدنى منه في الخلطات بعد التفاعل وهذا يتفق مـ ما وجدته كل من سلطان (١٩٨٢) ، Wang وآخرون (٢٠٠٥).

أن انخفاض الثباتية في الخلطات بعد تفاعل التبادل الأستيري يعود إلى العمليات التي تجري على الدهن والتي تبدأ بالعمليات التحضيرية وتفاعل الأسترة والقصر ، وهي التي قد تؤدي إلى تكوين بعض الجذور الحرة ، كما أن عدم إزالة العامل بصورة جيدة قد يؤدي إلى انخفاض الثباتية كما أشار

Wan



عية المتواجدة في الدهن تؤدي إلى المحافظة عليها من جهة وإنهاء فعلها كمضادات أكسدة من جهة أخرى (Kayahan، ٢٠٠٣).

الشكل (٢) منحنيات ثباتية خلطات زيت زهرة الشمس م دهن الشحم البقري عند الخزن في (٥٠م) لمدة (٢٨) قبل تفاعل التبادل الأستيري وبعده .

الاستنتاجات:

- إن تفاعل التبادل الأستيري لا يؤثر في النسبة الكلية للأحماض الدهنية لكن يؤثر في نسبة الأحماض الدهنية في الموق S_n2 بالتالي في التوزيع الكلسريدي للأحماض الدهنية. أما الصفات الفيزيائية والكيميائية فإن تفاعل التبادل الأستيري لا يؤثر في جميع الصفات الفيزيائية بصورة كبيرة لكن يمكن م حظة بعض تأثيرات التفاعل في صفتي درجة الأنصهار واللينة و صفات الأختراق ومعامل صد بة الدهن والثباتية تجاه الأكسدة.
- أن نسبة الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة في الخليط تعتمد على نسبتها في كل مكون من مكونات الخليط مضروبة في نسبة ذلك المكون.

- ان الخلطة (١٤) مناسبة لإنتاج المارجرين الصلب ، وكذلك مناسبة لإنتاج الدهون المقصرة للمعجنات وللمعجنات القشرية وهي أكثر مئمة للمعجنات القشرية كما أنها مناسبة لإنتاج الدهون المقصرة للحشوات .

INFLUENCE OF INTERESTERIFICATION REACTION IN PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOYBEAN OIL AND HYDROGENATED SOYBEAN OIL BLENDS

O. F. Abdulaziz

Food Sci.&Biotech. Dep.

Colleg of Agric. and Forestry

Mosul Univ.,Iraq

T. M. Taqi

Food Sci.&Biotech. Dep.

Colleg of Agric. /Tikrit Univ.,Iraq

ABSTRACT

This study deals with the blends of hydrogenated soybean oil to low iodine value (HS), with Soybean oil (SB), in ratio 20:80,40:60,60:40,80:20% fat to oil. Each blend was divided in to tow groups , the first one was saved under frizzing and the others was interesterified. Characterizations of these blends were done Which include Fatty Acids (FA) , FA in position sn2 and Tri Acyl Glycerol (TAG) composition, physical and chemical properties which include melting and slip melting points, penetration force, solid fat index (SFI), iodine value, refractive index, trans fatty acids (TFA) ratio and oxidative stability. Obtained results of these characterizations compared among esterified and non interesterified blends. The factor interesterification reaction affecting on the properties of the blends were studied. The results showed that the reaction factor affected on most TAG ratios, some TAG were appeared, and others disappeared, the largest influence of reaction in the 2nd and 3ed ratio of blending , The results showed that the interesterified fats has fatty acids' random distribution. The reaction affected on all physical and chemical characteristics, except iodine value and total FAs ratio, the results showed that there was some decrees in the means of TFA in SB with HF blends , Also showed that peroxide number with increasing time of storage for the blends before reaction is less than after reaction.

المصادر

- خريط ، روعة حسن (٢٠٠٢). دور عمليات تبادل الأسترة في الحصول على دهون ذات صفات فيزيائية محددة. رسالة ماجستير في الهندسة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة حلب.
- سلطان ، صالح حمادي (١٩٨٢). دراسة تأثير التبادل الأستيري على صفات بعض الزيوت والدهون. رسالة ماجستير كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل.
- AACC (1984). Approved Methods of American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- AOAC (1980). Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, Washington D.C.
- AOCS. (1990). Official and Tentative Methods of American Oil Chemist's Society, 15th Ed. Champaign: American Oil Chemist's Society Press.
- Abdulaziz, O. F. (1980). Susam yaglarimn trigliserid yapıs xe B-Pozisyon daki yag asidleri. Ankare-Turkye.
- Aranda, F. S., Gomez-Alonso, R.M. Rivera del-Alamo, M.D. Salvador and G. Fregapane (2004). Triglyceride, total and 2-position fatty acid

- composition of Cornicabra Virgin Olive Oil : Comparison with other Spanish cultivars. Food Chemistry 86 : 485–492.
- Christie, W.W. (2005). Triacylglycerols Structure, Composition and Analysis, Scottish Crop Research Institute (And Mylnefield Lipid Analysis), Invergowrie, Dundee (DD2 5DA) , www.Lipidlibrary.Co.Uk
- Gregory, S. and N.D. Kelly (2001). Conjugated Linoleic Acid : A review Alternative Medicine Review 6 (4) : 367-382.
- Greyt, Wim De (2006). IUPAC-AOCS Workshop on Fats, Oils and Oilseeds Analyses and Production. Chemical vs Enzymatic Interesterification. Tunis, Tunisia , December: 6-8.
- Karabulut, I., Muammer Kayahan and Semra Yaprak (2003). Determination of changes in some physical and chemical properties of soybean oil during hydrogenation . Food Chem. 81:453-456.
- Kayahan, M. (2003) Yag Kimyasi, Metu Yayinulik (Isbn 975-76-9) Ankara Turkey.p 126-250.
- Kayahan, Muammer (1981). Trigliceridlerdeki Asit Koklerinin Yerdegisimi Tepkimelerinden Maragrain Hammaddesine Islenebilmeleri Uzerinde Bir Arastirma Bornova –Izmir .p 1-45.
- Kristott, Jens. (2003b). Hydrogenated Fats Labelled 'Killer Fats' in Media Headlines. Britannia Food Ingredients Ltd, Technical Communication 13.
- Laia, O. M., H. M. Ghazalia, Franc Echo and C. L. Chong (2000). Physical and Textural Properties of an Experimental Table Margarine Prepared From Lipase-Catalysed Trans Esterified Palm Stearin:Palm Kernel Olin Mixture During Storage, Food Chemistry 71:173-179.
- Minal, Johari (2001). Applications of Palm- Ased Interesterified Fats Malaysian Palm Oil Board, P. O. Box 10620, 50720 Kuala Lumpur, Malaysia Applications of Palm-Based Interesterified Fats .P 11-21.Palm Oil Developments 39.
- Norizzah, A. R., C. L. Chong, C. S. Cheow and O. Zaliha (2004). Effects of chemical interesterification on physicochemical properties of palm stearin and palm kernel olein blends. Food Chemistry 86(2):229-235.
- Rodriguez, A., E. Castro , M.C. Salinas , R. Lopez and M. Miranda (2001). Interesterification of tallow and sunflower oil. Journal of The American Oil Chemists Society 78 (4): 431-436 (Abstract).
- Swern, Daniel (1979). Bailey's Industrial Oil and Fat Products Vol.1 John Wiley and Sons .INC. P 1-13
- Swern, Daniel (1982). Bailey's Industrial Oil and Fat Products Vol.2 John Wiley and Sons .INC. P 1-173
- Timms, R. E. (1984). Phase Behaviour of Fats and Their Mixtures. Progress In Lipid Research 23: 1-38.
- Truswell, A. Stewart (1995). Dietary Fat Some Aspects of Nutrition and Health and Product Development Icopyright, By The International Life Sciences Institute.

- Wang, T., Y.Z. Jiang and E.G. Hammond (2005). Effect of randomization on the oxidative stability of corn oil, Journal of The American Oil Chemists Society 82 (2): 111-117.(Abstrac).
- Coenen, J. W. E. (1976). Hydrogenation of edible oils. Journal of American Oil Chemists' Society, 53: 382-389.
- Demam, L. and J. M. Demam (1993). Method of Evaluation of Shortening. DeMan Food Technology Service Inc.
- Applewhite, Thomas H. (1985). Bailey's Industrial Oil and Fat Products Vol.3 John Wiley and Sons .INC. P 41-127
- Wiedermann, L. H. (1978). Margarine and Margarine Oil: Formulation. And Control. Journal of American Oil Chemists' Society, 55:823-829.
- Ghotra, S. Baljit, D. Sandra, S. Dyal and S. Narine (2002). Lipid Shortenings: a review. Food Research International. 35:1015-1048.
- Tekin, Aziz, Melih Cizmeci, Hulya Karabacak and Muammer Kayahan (2002). Trans Fa and Solid Fat Contents of Margarines Marketed In Turkey. J .American Oil Chemists Society , Vol. 79. No. 5 : 443- 445.