

M.Sc. thesis abstract**Production of Processed Cheese Spreads Containing Low Sodium Phosphate****ELSayed Abdo ELSayed, Mokhtar Ibrahim Yousef, Ehab Essa Kheadr,
Eman Abdel Hamid El Dakhakhny, Khaled El Saadany**Department of Dairy Science and Technology, Faculty of Agriculture,
Alexandria University**ABSTRACT**

Traditional emulsifying salts used in processed cheesemaking contain high concentrations of sodium and phosphorus, which may represent a health threat to some individuals, especially those with chronic kidney and liver diseases. Therefore, it is urgent to search for safe alternatives to commercial phosphate-containing emulsifiers to be used in the manufacture of low-phosphorus processed cheese spread (LP-PCS). Thereby, the present study was undertaken to

- Produce low-phosphorus processed cheese spread using natural alternatives to phosphate emulsifying salts, and
- Evaluate the effect of administering low-phosphorus processed cheese spread on renal and liver functions and kidney histopathological examination in diclofenac (DF)-treated rats.

This study comprised of 3 sets of experiments as follows:

- 1-Selection of suitable concentrations for some alternatives to emulsifying salts containing phosphorous,
- 2-Effect of selected concentrations of alternatives to emulsifying salts containing phosphorous on the overall quality of LP-PCS, and
- 3-*In vivo* evaluation of processed cheese spreads on liver and renal functions.

First set: Selection of suitable concentrations for some alternatives to emulsifying salts containing phosphorous

Milk protein concentrate (MPC), milk fat globule membrane (MFGM), plant polysaccharides (PP, extracted from Jew's-mallow stems) and sodium citrate (CIT) were examined as possible replacers for commercial emulsifier salts used commonly in processed cheese spread production. Twenty blends of processed cheese spreads with different replacement ratios of commercial emulsifier salts (20, 40, 60, 80 and 100%) with each replacer were formulated and subjected to gross chemical composition and sensory assessments.

Results revealed that:

- The pH values decreased slightly ($P \leq 0.05$) with an increase in the replacement ratios of emulsifier replacers in all treatments compared to the control, where the values ranged from 5.60 to 5.71.
- Fat contents in samples emulsified with MFGM and MPC were higher ($P \leq 0.05$) compared with that of control cheese. The increment in fat content was relative to the ratio of replacement of commercial emulsifier. However, no significant changes in fat content found among cheese samples emulsified with PP and CIT, in comparison to control cheese.
- Fat/dry matter ratio decreased ($P \leq 0.05$) as the replacement ratio of commercial emulsifier increased, except for cheeses emulsified with sodium citrate, which was similar to the control cheese. Replacement of commercial emulsifier with PP had the highest reduction in the fat/dry matter ratio, followed by cheeses fully emulsified (100%) with MPC or MFGM.
- There were no significant changes in the salt content among cheeses.
- For sensory assessments, results revealed that cheese samples in which commercial emulsifier replaced entirely with MFGM or CIT or up to 80% with MPC or with 60% PP had final scores in all sensorial attributes.

Second set: Effect of selected concentrations of alternatives to emulsifying salts containing phosphorous on the overall quality of LP-PCS

Based on results obtained in the first set of experiments, replacement ratios of commercial emulsifier with 100, 100, 80 and 60% of MFGM, CIT, MPC and PP were selected for the second set of experiments. Thus, four cheeses with low-phosphorus content, in addition to control cheese emulsified with commercial emulsifier salts, were manufactured as follows

CONT-cheese: standard cheese formulated with 1.5% commercial emulsifier salts

PP-cheese: cheese in which 60% of commercial emulsifier salts was replaced with polysaccharides extracted from Jew's-mallow stems,

MFGM-cheese: cheese in which commercial emulsifier salts was entirely replaced 100% with milk fat globule membraned extracted from sweet buttermilk

MPC-cheese: cheese in which 80% of commercial emulsifier salts was replaced with 100% milk protein concentrate, and

CIT-cheese: cheese in which commercial emulsifier salts was entirely replaced with sodium citrate.

The resultant cheeses were stored at $6\pm 1^\circ\text{C}$ for 6 months and samples were taken at 2 month intervals for chemical, microbiological and sensory assessments.

The results revealed that

- There were no significant differences ($P \geq 0.05$) in pH values among experimental cheeses, including the control.
- Fat content increased significantly ($P \leq 0.05$) in cheeses emulsified with MFGM or MPC.
- The dry matter content increased significantly in all cheeses. The highest dry matter content was recorded in MPC-cheese ($P \leq 0.05$).
- No significant differences ($P \geq 0.05$) in the salt content were observed among cheeses.
- The protein content was significantly increased ($P \leq 0.05$) in cheeses emulsified with MFGM or MPC.
- The substitution of commercial emulsifying salts had a significant effect on the mineral content of processed cheese spread depending on the type of the replacer.
- The actual phosphorus content reduced by 27, 57, 61, and 50% in PP-, MFGM-, MPC- and CIT- cheeses, respectively.
- The replacement with PP and MFGM led to a significant increase in Ca, Mg, and K and a reduction in Na in the final cheese compared with control cheese.
- The replacement of commercial phosphate emulsifier with PP, MFGM, MPC and CIT led to significant decreases ($P \leq 0.05$) in the values for oiling off compared to control cheese.
- Replacement of commercial emulsifier with PP, MFGM, or MPC resulted in significant increases in the viscosity compared with control cheese. Throughout storage, the viscosity values in different cheeses were in the order PP- > MPC- > MFGM- CIT-cheese, respectively.
- Replacement of commercial emulsifier with PP, MFGM, MPC or CIT did not affect the microbiological quality of processed cheese spreads.
- The overall acceptability was affected ($P \leq 0.05$) by the replacement of commercial emulsifier. Cheese emulsified with MFGM had the highest ($P \leq 0.05$) acceptability throughout the storage period.

Third set: *In vivo* evaluation of processed cheese spreads on liver and renal functions

This set of experiment was undertaken to evaluate the effect of administrating LP-PCS on renal and liver functions in rats with chronic liver and kidney disease. Briefly, hepato-renal chronic disease in rats was induced via *intra-gastric administration* of diclofenac (DF). **Animals were randomly assigned to seven experimental groups of 10 rats each and were subjected to the following groups:**

G-1: Untreated animals used as a control group,

G-2: Animals administrated 2 g CONT-cheese/day by gavage,

G-3: Animals administrated 2 g PP-cheese/day by gavage,

G-4: Animals administrated 2 g MFGM-cheese/day by gavage,

G-5: Animals administrated 2 g MPC-cheese/day by gavage,

G-6: Animals administrated 2 g CIT-cheese/day by gavage, and

G-7: Animals administrated a solution of phosphate salts (0.003g/day) by gavage.

After 8 weeks of experiment, animals were fasted for an overnight, lightly anaesthetized, and sacrificed. Organs were immediately removed, washed twice with saline solution, weighed. Kidneys were subjected directly to histological analysis. Blood samples were centrifuged to separate sera which subjected to different biochemical assays.

The results indicated that:

- The levels of urea and creatinine in blood samples of normal animals increased from 22 and 0.40 mg/dl, respectively, to 46 and 1.1 mg/dl in blood samples collected from DF-treated animals.
- The body gain weight of DF-treated animals were significantly ($P < 0.05$) lower compared with normal rats.
- The body gain weight of DF-treated animals belonged to G3, G4 and G5 increased significant ($P < 0.05$) compared with animals subjected to G-2. Animals administrated CIT-cheese (G-6) had gain weight lower ($P > 0.05$) compared with animals in G-2.
- Compared with normal control group (G-1) DF treated groups (G2-G7) had significantly ($P < 0.05$) increase in the relative weight of different organs (kidney, liver, heart, testicles and spleen) depending on the type of administrated cheeses.

- Animals administrated PP- or MFGM-cheeses appeared to have organs relative weight better than those received cheese with CIT or MPC. This may indicate the beneficial effect of Jew's-mallow polysaccharides and MFGM to reduce the complications associated with DF treatment.
- The chronic renal damage induced by DF treatment in rats continued during the entire experimental period. This harmful defect was remarkable particularly in animals subjected to treatments G-2 and G-7.
- Administration of processed cheeses resulted in variable amelioration rates of renal function depending on the type of added replacer to the commercial emulsifier. Cheese with MFGM (G-4) had the highest rate to restore kidney function, followed by cheeses with plant polysaccharides (G-3), MPC (G-5) and sodium citrate (G-6), respectively.
- DF-treatment appeared to disturb serum mineral homeostasis in rats and resulted in significant ($P < 0.05$) increase in P, Na and K and lower concentration of Ca compared with the normal control group (G-1). DF-treated animals subjected to groups G-3 and G-4 had mineral homeostasis very close to that of G1.
- Concerning hepatic function, DF treatment led to significant reduction in total protein in plasma, in addition to increases in of total bilirubin and lipids and alkaline phosphatase activity compared with untreated animals. Animals administrated PP- or MFGM-cheese had the lowest ($P < 0.05$) levels in bilirubin, among DF-treated groups. Serum alkaline phosphatase activity in animal group administrated MFGM-cheese was significantly lower than that determined in control animal.
- Concerning hepatic antioxidant status, DF treatment appeared to decrease ($p < 0.05$) activity of glutathione peroxidase and superoxide dismutase in plasma compared with control animals. The activities of glutathione peroxidase and superoxide dismutase improved ($p < 0.05$) in DF-treated animals subjected to groups G-3 and G-4.
- Concerning renal histopathological examination, kidney sections from normal control (G-1) showed normal glomerulus and tubules with usual morphology. The renal corpuscles in DF-treated animals appeared distorted with hyper-infiltration of the glomerulus. Also, the formation of intensive mesangial matrix and widespread of necrosis of the renal tubules could be detected easily. Kidney sections from animals administrated PP- or MFGM-cheese had almost the same histological structural and functional integrity to the same extent as that of the normal control group. This might prove the ability of MFGM and PP to restore renal function in DF-treated animals.

The results presented herein indicated that MFGM and polysaccharides extracted from Jew's-mallow stems could support the formation of stable emulsion and prevent fat separation. Both materials could successfully be used to replace, at least partially, commercial phosphorus-containing emulsifiers, which may consider as health threat for some individuals particularly those with hepato-renal problems. In addition to their technological potential MFGM and polysaccharides extracted from Jew's-mallow could confer health benefits, as both can restore damage in liver and kidney functions induced by DF to the normal levels. Eventually, this study recommends the use of MFGM and polysaccharides extracted from Jew's-mallow as safer alternatives to commercial.

الملخص

- تحتوي أملاح الاستحلاب التقليدية المستخدمة في للجبن المعامل القابل للفرد على تركيزات مرتفعة من الصوديوم والفوسفور، مما قد يمثل تهديدًا صحيًا لبعض الأفراد، خاصة المصابين بأمراض الكلى والكبد المزمنة. لذلك فمن الضروري البحث عن بدائل آمنة للمستحلبات التجارية المحتوية على الفوسفات لاستخدامها في تصنيع الجبن المعامل القابل للفرد منخفض في محتواه من الفوسفور. وقد أجريت الدراسة الحالية لهدف
- إنتاج الجبن المعامل القابل للفرد منخفض في محتواه من الفوسفور وذلك باستخدام بدائل طبيعية لأملاح الاستحلاب التقليدية .
 - تقييم تأثير أستهلاك الجبن المعامل القابل للفرد و المنخفض في محتواه من الفوسفور على وظائف الكلى والكبد والفحص التشريحي المرضي للكلى في الفئران المعاملة بالديكلوفيناك .
- تضمنت هذه الدراسة ثلاث مجموعات من التجارب على النحو التالي:
- 1- اختيار تركيزات مناسبة لبعض بدائل أملاح الاستحلاب المحتوية على الفوسفور .
 - 2- تأثير التركيزات المختارة من بدائل أملاح الاستحلاب على الجودة الكلية للجبن المعامل القابل للفرد.
 - 3- التقييم في الجسم الحي لأستهلاك الجبن المعامل القابل للفرد على وظائف الكبد والكلى.

المجموعة الأولى من التجارب: أختار تركيزات مناسبة لبعض بدائل أملاح الأستحلاب المحتوية على فوسفور تم تقييم دور كل من مركبات بروتينات اللبن، غشاء حبيبات دهن اللبن، عديد السكريات النباتية (المستخرجة من سيقان الملوخية)، سترات الصوديوم كبدايل محتملة لأملاح الأستحلاب التجارية المستخدمة بشكل شائع في إنتاج اللبنة المعامل القابل للفرد. بخلاف الجبن القياسي، تم عمل عشرين مخلوط من الجبن المطبوخ بنسب استبدال مختلفة من أملاح الأستحلاب التجارية (20، 40، 60، 80، 100%) مع كل بديل وخضعت للتركيب الكيميائي الإجمالي والتقييمات الحسية. وأشارت النتائج إلى مايلي:

- انخفضت قيم درجة الحموضة بشكل طفيف ($P \leq 0.05$) مع زيادة نسب استبدال أملاح الأستحلاب التجارية وذلك في جميع المعاملات مقارنة بمجموعة الجبن الكونترول.
- زاد محتوى الدهن في العينات التي تم فيها استبدال أملاح الأستحلاب التجارية بغشاء حبيبات دهن اللبن أو بمركبات بروتينات اللبن مقارنة معنوياً ($P \geq 0.05$) مقارنة بالجبن الكونترول. وكانت الزيادة في محتوى الدهن متناسبة مع نسبة استبدال المستحلب التجاري. ومع ذلك، لم يتم العثور على تغييرات معنوية في محتوى الدهون بين عينات الجبن المستحلب بأستخدام عديد السكريات النباتية أو سترات الصوديوم مقارنة بالجبن الكونترول.
- انخفضت نسبة الدهن/ المادة الجافة ($P \leq 0.05$) مع زيادة نسبة استبدال المستحلب التجاري، باستثناء الجبن المستحلب بسترات الصوديوم، والتي كانت فيه نسبة الدهن/ المادة الجافة مماثلة للجبن الكونترول. كان لاستبدال أملاح الأستحلاب التجارية ب عديد السكريات النباتية أعلى انخفاض في نسبة الدهن/ المادة الجافة، تليها الألبان المستحلب بالكامل بغشاء حبيبات دهن اللبن أو بمركبات بروتينات اللبن .
- لا توجد تغيرات معنوية في نسبة الملح بين الجبن.
- بالنسبة للتقييمات الحسية، أوضحت النتائج أن عينات الجبن التي تم فيها استبدال المستحلب التجاري بالكامل بغشاء حبيبات دهن اللبن أو أملاح السترات أو ذلك الذي تم فيه استبدال 80 أو 60% من المستحلب التجاري بمركبات بروتينات اللبن أو عديد السكريات النباتية حصلت على الدرجات النهائية في جميع الصفات الحسية.

المجموعة الثانية من التجارب: تأثير التركيزات المختارة من بدائل أملاح الاستحلاب التجارية على الجودة الكلية للجبن المعامل القابل للفرد

بناءً على النتائج التي تم الحصول عليها في المجموعة الأولى من التجارب، تم اختيار نسب استبدال المستحلب التجاري ب 100 و 100 و 80 و 60% من كل من بغشاء حبيبات دهن اللبن وسترات الصوديوم ومركز بروتينات اللبن وعديد السكريات النباتية للمجموعة الثانية من التجارب. وهكذا، تم تصنيع أربعة ألبان ذات محتوى منخفض من الفوسفور، بالإضافة إلى جبن الكونترول المصنع بأملاح الأستحلاب التجارية، على النحو التالي:

- جبن قياسي يحتوي على 1.5% أملاح الأستحلاب التجارية.
 - جبن تم فيه استبدال 60% من أملاح الأستحلاب التجارية بعديد السكريات النباتية المستخلص من سيقان نبات الملوخية.
 - جبن تم فيه استبدال من أملاح الأستحلاب التجارية بالكامل 100% بغشاء حبيبات دهن اللبن المستخلص من اللبن الخض الحلو.
 - جبن تم فيه استبدال 80% من أملاح الأستحلاب التجارية بمركز بروتينات اللبن.
 - جبن تم فيه استبدال أملاح الأستحلاب التجارية بالكامل 100% بسترات الصوديوم.
- تم تخزين الجبن الناتج على درجة حرارة 6 ± 1 درجة مئوية لمدة 6 أشهر وأخذت العينات على فترات شهرين لإجراء التقييمات الكيميائية والميكروبيولوجية والحسية. وقد أشارت النتائج إلى ما يلي:

- لا توجد فروق معنوي في قيم درجة الحموضة بين الأجبان المتختلفة بما في ذلك الجبن الكونترول.
- زاد محتوى الدهن معنويا ($P \leq 0.05$) في الجبن المستحلب بغشاء حبيبات دهن اللبن أو بمركز بروتينات اللبن.
- زاد محتوى المادة الجافة معنويا في جميع أنواع الجبن. وتم تسجيل أعلى محتوى من المادة الجافة في الجبن المستحلب بمركز بروتينات اللبن.
- لم يلاحظ وجود فروق معنوية في محتوى الملح بين الأجبان المتختلفة.
- زاد محتوى البروتين معنويا في الجبن المستحلب بغشاء حبيبات دهن اللبن أو بمركز بروتينات اللبن.
- كان لإحلال أملاح الاستحلاب التجارية تأثير معنوي على المحتوى المعدني للجبن المعامل القابل للفرد اعتمادًا على نوع البديل.
- انخفض محتوى الفسفور الفعلي بنسبة 27 و 57 و 61 و 50% في الأجبان المستحلبة بعديد السكريات النباتية أو بغشاء حبيبات دهن اللبن أو بمركز بروتينات اللبن أو بسترات الصوديوم على التوالي.
- أدى الاستبدال بعديد السكريات النباتية أو بغشاء حبيبات دهن اللبن إلى زيادة معنوية في الكالسيوم، والمغنيسيوم، والبوتاسيوم وانخفاض الصوديوم في الجبن النهائي مقارنة بالجبن الكونترول.
- أدى استبدال مستحلب الفوسفات التجاري بعديد السكريات النباتية أو بغشاء حبيبات دهن اللبن أو بمركز بروتينات اللبن أو بسترات الصوديوم إلى انخفاض معنوي في قيم أنفصال الدهن مقارنة بالجبن الكونترول وذلك مع التقدم في زمن التخزين.
- أدى استبدال المستحلب التجاري بعديد السكريات النباتية أو بغشاء حبيبات دهن اللبن أو بمركز بروتينات اللبن إلى زيادات كبيرة في اللزوجة مقارنة بالجبن الكونترول. أثناء فترة التخزين، كانت قيم اللزوجة في الأجبان المتختلفة كانت في الجبن المحتوي على عديد السكريات النباتية < مركز بروتينات اللبن < غشاء حبيبات دهن اللبن < بسترات الصوديوم على التوالي.
- لم يؤثر استبدال المستحلب التجاري على الجودة الميكروبيولوجية للجبن المعامل القابل للفرد.
- تأثر المقبول العام للعينات بنوع البديل المستخدم لأملاح الأستحلاب التجارية وكان الجبن المستحلب بغشاء حبيبات دهن اللبن الأعلى قبولًا طوال فترة التخزين.

المجموعة الثالثة من التجارب: التقييم في الجسم الحي للجبن المعامل القابل للفرد على وظائف الكبد والكلية

تم إجراء هذه المجموعة من التجارب لتقييم تأثير تناول الجبن المعامل القابل للفرد والمصنوع باستخدام البدائل المتختلفة لأملاح الأستحلاب التجارية على وظائف الكلى والكبد في الفئران المصابة بأمراض الكبد والكلية المزمنة. باختصار تم إحداث مرض مزمن كبدي-كلوي في الفئران عن طريق إعطاءها جرعات من دواء ديكلوفيناك عن طريق المعدة. تم تقسيم الحيوانات بشكل عشوائي إلى سبع مجموعات تجريبية كل منها 10 فئران وتم إخضاعها للمجموعات التالية:

- G-1: تحتوي على حيوانات غير معاملة بالدواء المذكور كمجموعة كونترول،
 - G-2: تحتوي على حيوانات تناولت 2 جرام جبن قياسي/ يوم،
 - G-3: تحتوي على حيوانات تناولت 2 جرام جبن مستبدل سكريات عديده/يوم،
 - G-4: تحتوي على حيوانات تناولت 2 جرام جبن مستبدل بغشاء حبيبه الدهن/يوم،
 - G-5: تحتوي على حيوانات تناولت 2 جرام جبن مستبدل بمركز بروتين اللبن/يوم،
 - G-6: تحتوي على حيوانات تناولت 2 جرام جبن مستبدل بسترات الصوديوم/يوم،
 - G-7: تحتوي على حيوانات تناولت محلول أملاح الفوسفات (0.003 جم / يوم).
- استمرت التجربة لمدة 8 أسابيع. و في نهاية التجربة، تم صيام الحيوانات طوال الليل، وتم تخديرها، وقتلها. تمت إزالة الأعضاء الداخلية على الفور، وغسلها مرتين بمحلول ملحي، ووزنها. خضعت الكلى مباشرة للتحليل النسيجي. تم عمل

طرد مركزي لعينات الدم لفصل الأمصال التي خضعت للأختبارات البيوكيميائية المختلفة. وقد أشارت النتائج إلى ما يلي:

- زادت مستويات اليوريا والكرياتينين في عينات دم الحيوانات الطبيعية من 22 و 0.40 مجم/ديسيلتر على التوالي إلى 46 و 1.1 مجم /ديسيلتر في عينات الدم المأخوذة من الحيوانات المعاملة بدواء الديكلوفينك.
- كان وزن الجسم المكتسب للحيوانات المعاملة بدواء الديكلوفينك أقل معنويًا مقارنة بالفئران السليمة.
- زاد وزن الجسم المكتسب للحيوانات المعاملة بدواء الديكلوفينك والتي خضعت للمجاميع G-3 و G-4 و G-5 معنويًا مقارنة مع الحيوانات الخاضعة للمجموعة G-2. سجلت الحيوانات التي تناولت الجبن المستحلب بأملاح سترات الصوديوم (G-6) وزنًا أقل من الحيوانات التي تناولت الجبن الكونتروال المستحلب بأملاح الأستحلاب التجارية (G-2).
- بالمقارنة مع المجموعة الضابطة (G-1) كانت المجموعات المعاملة بدواء الديكلوفينك الخاضعة للمجموعتين (G-2-G-7) كان لديها زيادة معنوية في الوزن النسبي للأعضاء المختلفة (الكلية، الكبد، القلب، الخصيتين والطحال) حسب نوع الجبن التي تم دراستها في كل مجموعة.
- الحيوانات التي تناولت أجبان محتوية على عديد السكريات النباتية أو غشاء حبيبات دهن اللبن كان الوزن النسبي لأعضائها أفضل من تلك التي تناولت اجبان محتوية على مركز بروتينات اللبن أو سترات صوديوم. وقد يشير ذا إلى التأثير المفيد لعديد السكريات النباتية وغشاء حبيبات دهن اللبن لتقليل المضاعفات الناتجة عن المعاملة بدواء الديكلوفينك.
- أستمر التلف الكلوي المزمع الناجم عن معاملة الفئران بدواء الديكلوفينك خلال فترة التجربة بأكملها. وكان هذا العيب الضار ملحوظًا بشكل خاص في الحيوانات التي خضعت للمعاملات G-2 أو G-7.
- أدى استخدام الأجبان المستبدل فيها أملاح الأستحلاب التجارية إلى حدوث تحسن ملموس في وظائف الكلية اعتمادًا على نوع البديل المستخدم. وأظهر الجبن المحتوي على غشاء حبيبات دهن اللبن (G-4) أعلى معدل لاستعادة وظائف الكلية، يليه الجبن المحتوي على عديد السكريات النباتية (G-3)، ثم ذلك المحتوي على مركز بروتينات اللبن (G-5) ثم المحتوي على سترات الصوديوم (G-6) على التوالي.
- أدت المعاملة بدواء الديكلوفينك إلى حدوث اضطراب في التوازن المعدني في مصل دم الفئران وأدت إلى زيادة معنوية في محتواه من الفوسفور والصوديوم والبوتاسيوم كما أدى إلى انخفاض تركيز الكالسيوم مقارنة بمجموعة الكونتروال (G-1). وكانت الحيوانات المعاملة بدواء الديكلوفينك التي خضعت للمجموعتين G-3 و G-4 تتمتع بتوازن معدني قريب جدًا من توازن الحيوانات المجموعة الكونتروال.
- فيما يتعلق بوظائف الكبد، أدت المعاملة بدواء الديكلوفينك إلى إنخفاض معنوي في تركيز البروتين الكلي في البلازما ، بالإضافة إلى زيادة نشاط البيليروبين الكلي والدهون والفوسفاتيز القلوي مقارنة بالحيوانات غير المعاملة. كان لدى الحيوانات التي تناولت الجبن المستحلب بعديد السكريات النباتية أو ذلك المستحلب بغشاء حبيبات دهن اللبن أدنى مستويات في البيليروبين، بين المجموعات المعاملة بدواء الديكلوفينك. كان نشاط مصل الفوسفاتيز القلوي مصل الحيوانات التي تناولت الجبن المستحلب بغشاء حبيبات دهن اللبن أقل بكثير من ذلك المقدر للحيوانات التابعة للمجموعة الكونتروال.
- فيما يتعلق بحالة مضادات الأكسدة الكبدية، ظهر أن المعاملة بدواء الديكلوفينك يقلل من نشاط أنزيمات الجلوتاثيون بيروكسيداز وفوق أكسيد ديسموتاز في البلازما مقارنة بالحيوانات التابعة للمجموعة الكونتروال. وتحسنت أنشطة هذه الأنزيمات في الحيوانات التابعة للمجموعتين G-3 و G-4.

- بالنسبة لفحص أنسجة الكلى، في حالة المجاميع المعاملة بدواء الديكلوفيناك ظهر واضحا التلف الناتج في تركيب الأنسجة الكلوية. وبدا هذا التلف اقل وضوحا في مجاميع الحيوانات التي تناولت الأجبان المختلفة خاصة تلك المجاميع التي تناولت الجبن المستحلب بغشاء حبيبات دهن اللبن أو بعديد السكريات النباتية. وهذا قد يثبت قدرة غشاء حبيبات دهن اللبن وعديد السكريات النباتية على استعادة الكلى لوظائفها في الحيوانات المعاملة بدواء الديكلوفيناك.

أشارت النتائج المقدمة في هذه الدراسة إلى امكانية استخدام كل من غشاء حبيبة الدهن وعديد السكريات للمستخرجة من سيقان نبات الملوخية في تكوين مستحلب ثابت وتمنع فصل الدهون وذلك أثناء صناعة الجبن المعامل القابل للفرد. ويمكن استخدام كلتا المادتين بنجاح لتحل محل المستحلبات التجارية المحتوية على الفوسفور، على الأقل جزئياً، والتي قد تعتبر تهديداً صحياً لبعض الأفراد خاصة أولئك الذين يعانون من مشاكل في الكبد والكلى. بالإضافة إلى إمكاناتهم التكنولوجية، يمكن أن يمنح استخدام كلا المادتين فوائد صحية، حيث يمكن لكليهما استعادة الضرر في وظائف الكبد والكلى الناجم عن الديكلوفيناك إلى المستويات الطبيعية. وفي النهاية، توصي هذه الدراسة باستخدام غشاء حبيبة الدهن وعديد السكريات للمستخرجة من سيقان نبات الملوخية كبديل أكثر أماناً من المستحلبات التجارية.