تأثير بعض العوامل في لزوجة صمغ ساق صبار التين الهندي (Opuntia ficus-indica) ومقارنتها بالصمغ العربي

م. أحمد تريسي * أ.د. أنور الحاج علي** د. بسام العقلة***

(الإيداع:18 حزيران 2021،القبول:16 كانون الثاني 2022)

الملخص:

أُجري هذا البحث في مخابر الهيئة العامة للتقانة الحيوية خلال عام 2020-2021، وهدف إلى دراسة الخصائص الكيميائية وتأثير إضافة الملح والسكر ودرجات الحموضة المختلفة في الصمغ المستخلص من ساق صبار التين الهندي Opuntia ficus-indica ومقارنتها بالصمغ العربي، جُمعت عينات ساق صبار التين الهندي وحضرت لعملية الاستخلاص، وتمّ استخلاص الصمغ وترسيبه بواسطة الايتانول 95% ثم جفف تمهيداً لإجراء الاختبارات.

بلغت نسبة الرطوبة والرماد والدسم والبروتين والكربوهيدرات لصمغ ساق الصبار 11.04 و28.45 و0.39 و6.45 و 52.95 % على التوالي، وكانت للصمغ العربي10.37 و3.48 و0.28 و1.64 و75.36%، تم دراسة تأثير إضافة السكر والملح ودرجات الحموضة المختلفة في لزوجة كلا الصمغين ووجد أن إضافة السكر تسبب زيادة اللزوجة للصمغ العربي وصمغ ساق صبار التين الهندي بينما أدت إضافة الملح الى خفض لزوجة كلا الصمغين وكان الانخفاض تدريجي للصمغ العربي بينما لم تسبب زيادة تركيز الملح أي تأثير معنوي في خفض لزوجة صمغ ساق صبار التين الهندي، كما أثرت درجات الحموضة في كلا الصمغين المدروسين، حيث تزداد لزوجة صمغ ساق الصبار بزيادة درجة الحموضة في المجال 4-10، بينما كانت اللزوجة العظمى للصمغ العربي عند درجة حموضة 6 وتنخفض اللزوجة بارتفاع درجة الحموضة أو انخفاضها.

الكلمات المفتاحية: صمغ ساق صبار التين الهندي، التركيب الكيميائي، لزوجة، ملح، سكر، درجة حموضة، الصمغ العربي.

*طالب ماجستير في قسم علوم الأغذية – كلية الهندسة الزراعية – جامعة دمشق

**أستاذ في قسم علوم الأغذية – كلية الهندسة الزراعية – جامعة دمشق.

***باحث في مخبر التقانات الغذائية – الهيئة العامة للتقانة الحيوية.

Effect of Some Factors on the Viscosity of Prickly Pear Cladode Gum (Opuntia Ficus-Indica) and Comparison with Arabic Gum

Ahmad Trissi* **Prof.Dr. Anwar Alhaj-Ali**** **Dr.Bassm Al-akla*****

(Received:18 June 2021,Accepted:16 January 2022)

Abstract:

This research was conducted in the laboratories of the National commission for Biotechnology in 2020-2021. And aimed to study the chemical properties and the effect of adding salt, sugar and different pH levels on the gum extracted from the prickly pear (Opuntia ficus-indica) cladodes compered with Arabic gum. The cactus cladodes samples was collected and prepared for the extraction process, The gum was extracted and deposited by ethanol and dried, the percentage of moisture, ash, fat, protein and carbohydrates of Opuntia ficus-indica cladodes gum was 11.04%, 28.45%, 0.39%, 6.45% and 52.95%. Respectively, and 10.37%, 3.48%, 0.28%, 1.64% and 75.36% for Arabic gum.. The effect of adding sugar, salt, and different pH levels in the viscosity of both gums was studied, and it was found that adding sugar causes an increase in the viscosity of Arabic gum and Opuntia ficus-indica cladodes gum, while adding salt reduced the viscosity of both gums, the decrease was gradual for Arabic gum, but the increase in salt concentration did not cause any significant effect In reducing the viscosity of Opuntia ficus-indica cladodes gum. The pH levels affected both gum. Whereas the viscosity of Opuntia ficus-indica cladodes gum increases with increasing pH in the range 4-10, while the maximum viscosity of gum arabic was at pH 6 and the viscosity decreased with increasing or decreasing pH.

Keywords: Opuntia ficus-indica cladodes gum, Chemical composition, Viscosity, Salt, Sugar, pH, Arabic gum.

*Master Student – Food Science Department – Faculty of Agriculture Engineering – Damascus University

**Professor – Food Science Department – Faculty of Agriculture Engineering – Damascus University.

***Researcher – Department of food Biotechnology – National Commission for Biotechnology.

1. المقدمة:

يصنف صبار التين الهندي *Opuntia ficus-indica* ضمن الفصيلة الصبارية Cactaceae التي تضم ما يقارب 300 جنس و 1500 نوع ، يتكيف جيدًا مع الأراضي القاحلة واختلاف المناخ وتنتشر زراعته في المكسيك وفي مناطق أمريكا الشمالية والجنوبية (Loretta وزملاؤه، 2019)، وهو من النباتات المدارية أو شبه المدارية، ويعد ساق الصبار هو الجزء الخضري الذي شاع استخدامه تقليدياً في حماية الصحة البشرية وحالياً يظهر تأثير هام في الصناعات الغذائية والدوائية نتيجة احتواءه على معقد متعدد السكر وهو الصمغ(Bayar وزملاؤه،2016).

الصمغ هو سكر متعدد غير متجانس معروف بوزنه الجزيئي العالي وبنيته المتفرعة، ويتكون من مزيج من السكريات المختلفة كالارابينوز L-arabinose والغالاكتوز D-galactose والرامنوز L-rhamnose والزيلوز D-xylose ، بالإضافة إلى نسب قليلة من حمض الجالاكتورونيك galacturonic acid،(Messina وزملاؤه،2021 ; Liguori و زملاؤه،2020)، ويتصف بقدرته على ربط الماء وتشكيل محاليل لزجة وتكوين المستحلبات، ولذلك فهو يساعد النبات على الاحتفاظ بالماء، ونظراً لهذه الخصائص المتنوعة يمكن أن يجد هذا الصمغ تطبيقًا في مجالات غذائية مختلفة وبعض الصناعات الأخرى كالأدوية ومستحضرات التجميل(Gheribi و Khwaldia ،2019 ; Rashad واخرون، 2019; Contreras-Padilla وزملاؤه،2016)، وتبين الدراسات والأبحاث العلمية وجود تأثيرات مختلفة للوسط في خصائص الصمغ وخاصة اللزوجة ومن اهم العوامل وجود الأملاح و السكر وتركيزهما ودرجات الحموضة المختلفة(Hosseini وزملاؤه، 2017; Wu وزملاؤه،2015 ; Behrouzian واخرون،2014).

يختلف تأثير درجة الحموضة في لزوجة الصمغ حسب طبيعة الصمغ، حيث يعتبر صمغ الزانثان من الصموغ المتعادلة غير الايونية وبالتالي يعتبر من الصموغ المستقرة على مدى واسع من درجات الحموضة وبالتالي لا يوجد علاقة بين لزوجة الصمغ ودرجة حموضة الوسط (Mudoi واخرون،2013)، بينما تتأثر الصموغ الأيونية بدرجة حموضة الوسط وقد أشار الباحث في دراسته على صمغ نبات Ficus platyphylla ان لزوجة الصمغ تزداد بازدياد درجة حموضة الوسط (Eddy واخرون،2013)، وأظهرت نتائج الدراسات السابقة المتضمنة دراسة تأثير إضافة السكر الى محاليل الصمغ ان لزوجة الصمغ تنخفض بتراكيز السكر المنخفضة وترتفع مع زيادة تركيز السكر، حيث وجد (Wu واخرون،2015) في دراسته التي تناولت تأثير إضافة السكروز في لزوجة محلول محضر من صمغ تارا المستخلص من Caesalpinia spinose وبتركيز 0.5% من الصمغ أن السكروز يؤثر في لزوجة الصمغ اعتمادا على تركيزه حيث تنخفض لزوجة الصمغ عندما يكون التركيز اقل من 0.5% وتزداد بشكل واضح عندما يكون بتركيز 3% او اعلى، وأشار (Hosseini واخرون،2017) في دراسته التي تتناول تأثير بعض الاملاح في لزوجة صمغ bitter almond المستخرج من اشجار *Amygdalus scoparia* spach أن كلاً من ملحي كلوريد الصوديوم NaCl وكلوريد الكالسيوم CaCl2 تؤثر بشكل معنوي في لزوجة الصمغ المدروس.

نظراً لقلة الدراسات المحلية التي تعنى بدراسة تركيب الصمغ الكيميائي المستخلص من ساق صبار التين الهندي ودراسة مدى تأثره بعوامل الوسط، هدف هذا البحث الى تحديد التركيب الكيميائي لصمغ ساق صبار التين الهندي ودراسة تأثير وجود تراكيز مختلفة من الملح والسكر وتأثير اختلاف درجة حموضة الوسط في لزوجة الصمغ مقارنة بالصمغ العربي.

2. مواد وطرائق البحث:

جمع العينات واستخلاص الصمغ:

تم جمع عينات ساق الصبار من ريف دمشق من منطقة الميدعاني خلال عام 2020 ، تتصف هذه المنطقة بمناخها المعتدل حيث تبلغ متوسط درجة حرارة 28 مْ صباحاً و16مْ مساءاً ويبلغ معدل هطول الامطار 5 مم وترتفع عن سطح البحر بمقدار 619 م، غُسلت العينات المجموعة ونظّفت وتم ازالة الاشواك والقشرة الخارجية ، وقطعت لقطع صغيرة بأبعاد 2×2 سم، وأجريت عملية استخلاص الصمغ بسحق العينات المقطعة بعد إضافة الماء المقطر بمعدل (2 مل ماء الى 1 غ من سوق الصبار المقطعة) ثم وضعت على درجة حرارة 75 مْ لمدة 30 دقيقة وأجريت عملية ترشيح للخليط، وتم ترسيب الصمغ بإضافة الايثانول بمعدل 6 مل ايتانول لكل غرام من وزن السوق المقطعة (Monrroy وزملاؤه،2017).

التحاليل الكيميائية :

قدِّرت رطوبة الصمغ حسب AOAC 925.09 وذلك بتجفيف عينة معلومة الوزن في فرن تجفيف بدرجة حرارة 105 مْ ولمدة 3.5 ساعة (AOAC،2005) ، وتم تقدير الرماد بطريقة AOAC 930.05 بترميد عينة معلومة الوزن في مرمدة بدرجة حرارة 550 مْ ولمدة 4 ساعات (AOAC،2005) ، وقدِّر الدسم الكلي عن طريق استخلاص عينة ذات وزن معلوم باستخدام الايتر البترولي كمذيب وذلك بواسطة جهاز الاستخلاص ثم أجريت عملية تبخير للمذيب ووزن الدهن المستخلص وذلك حسب طريقة AOAC 948.22 (AOAC،2005) ، وتم تقدير البروتين حسب طريقة كلداهل AOAC Method 978 عن طريق هضم عينة معلومة الوزن بواسطة حمض الكبريت المركز وبوجود حبوب الهضم ولمدة 4 ساعات ثم تحويل الازوت الناتج عن عملية الهضم الى امونيا وذلك بإضافة محلول مركز من الصودا الكاوية، ثم يتم استقبال الامونيا المنطلقة بواسطة حمض كلور الماء و معايرتها بمحلول معلوم التركيز من هيدروكسيد الصوديوم (AOAC،2005) ، وتم تقدير الكربوهيدرات الكلية بواسطة طريقة الفينول– حمض الكبريت (Monrroy وزملاؤه،2017) وذلك إضافة 100 ملغ من مسحوق الصمغ الى 5 مل من حمض كلور الماء 2.5 HCl نظامي في أنبوب اختبار ثم وُضع في حمام مائي عند درجة حرارة 95 مْ لمدة 3 ساعات ، وتم تعديل حموضة الوسط بعد ذلك بإضافة 5 مل من محلول كربونات الصوديوم مخفف وثم أجريت عملية طرد مركزي، اكمل الحجم بعد استبعاد الراسب إلى 100 مل بالماء المقطر، و اضيف 0.1 مل من العينة إلى 1مل من الفينول بتركيز 5٪ و 5مل من حمض الكبريت المركز وتم التحريك المزيج باستخدام vortex ، ووضع في حمام مائي بدرجة حرارة 30 مْ لمدة 20 دقيقة، وقيست امتصاصية المحلول باستخدام جهاز القياس الطيفي المرئي Spectrophotometer (Vis) نوع (Optizen) عند طول موجة يبلغ 490 نانومتر وقدر كمياً اعتمادا على منحنى عياري من الغلوكوز كمادة مرجعية.

تقدير اللزوجة:

تم دراسة تأثير درجات الحموضة المختلفة (4 و6 و8 و10) واضافة الملح والسكر بنسبة (0.5 و1 و1.5) غ/100 مل و (10 و20 و30) غ/100 مل على التوالي، حيث تم إضافة التراكيز السابقة من الملح أو السكر الى محلول بتركيز 1% من الصمغ، وبالنسبة لدراسة تأثير درجة الحموضة فقد تم تعديل حموضة محلول الصمغ 1% بواسطة حمض كلور الماء او هيدروكسيد الصوديوم باستخدام جهاز pH metar، وتم قياس لزوجة المحاليل المحضرة بجهاز مقياس اللزوجة الدوار Brookfield عند درجة حرارة 20 مْ وباستخدام المغزل L1 و سرعة 100 دورة بالدقيقة (Samavati واخرون،2008).

التحليل الاحصائي:

تم إجراء جميع التحاليل بواقع ثلاث مكررات وتم التعبير عن النتائج على شكل متوسط ± الانحراف المعياري (SD)، تم تحليل البيانات باستخدام تحليل التباين أحادي الاتجاه one–way analysis of variance (ANOVA) باستخدام البرنامج

SPSS 21.0 وذلك عند مستوى معنوية P <0.05 وتم اجراء اختبار أقل فرق معنوي LSD وذلك بالنسبة لتأثير إضافة السكر والملح وتأثير درجات الحموضة المختلفة في لزوجة الصمغ.

3. النتائج والمناقشة:

نتائج التركيب الكيميائي Chemical composition results:

يظهر الجدول رقم (1) نتائج التركيب الكيميائي لكل من الصمغ المستخلص من ساق صبار التين الهندي والصمغ العربي.

الجدول رقم (1): التركيب الكيميائي لصمغ ساق صبار التين الهندي والصمغ العربي

	صمغ الصبار	الصمغ العربي
الرطوبة %	0.08 ± 11.04^{a}	0.17 ± 10.37^{b}
الرماد %	0.91 ± 28.45^{a}	0.08 ± 3.48^{b}
البروتين %	0.16 ± 6.15^{a}	0.09 ± 1.64^{b}
الدسم %	0.02 ± 0.39^{a}	0.03 ± 0.28^{b}
الكربوهيدرات %	0.75 ± 52.95^{b}	0.71 ± 75.36^{a}

* تمثل النتائج متوسط ثلاث مكررات

* الاحرف المتشابهة في السطر الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية عند مستوى 5%

حيث بلغ متوسط نسبة الرطوبة في الصمغ المستخلص من ساق الصبار 11.05% وهو اعلى قليلا مقارنة مع الصمغ العربي الذي بلغ 10.37%، بينما كانت نسبة الرماد والبروتين في صمغ الصبار مرتفعة مقارنة مع الصمغ العربي حيث كانت 28.45%، 6.16% على التوالي بالنسبة لصمغ الصبار و 3.48 %، 1.64% للصمغ العربي، ويعود ارتفاع نسبة الرماد الى المواد اللاعضوية كالمحتوى المعدني (Memon و زملاءه ، 2014)، وكانت نسبة الدسم منخفضة في كلا الصمغين ، وقد تفوق الصمغ العربي في نسبة الكربوهيدرات مقارنة بصمغ الصبار.

كانت نتائج كل من الرطوبة والبروتين والدسم لصمغ الصبار متوافقة مع نتائج (Gebresamuel و Gebre–Mariam ، 2012)، حيث بلغت في الدراسة التي اجراها على صمغ ساق صبار التين الهندي 11.57، 6.82 و 0.42% على التوالي ، بينما كان متوسط نسبة الرماد منخفض مقارنة مع النتيجة التي توصل اليها الباحث 33.96% ، وكان متوسط نسبة الرطوبة، البروتين والدسم للصمغ العربي مقارب لنتيجة (Mir و Haripriya، 2016) حيث كانت 10.77، 1.75 ، 0.37%، وبالرغم من ارتفاع نسبة الرماد مقارنة مع نتيجة الباحث 2.9 فقد وافقت نتيجة (Musa واخرون،2018) الذي ذكر ان نسبة الرماد في الصمغ العربي تتراوح بين 2–4%، أشار (Nharingo و Moyo ، 2016) الى ان محتوى الكربوهيدرات لصمغ ساق الصبار 64.15 %وهو اعلى من النتيجة التي تم الحصول عليها ولكنها ضمن حدود المجال (13 –64 %) الذي ذكره (Monrroy واخرون، 2017) ، وكان أيضا محتوى الكربوهيدرات للصمغ العربي اقل من نتيجة (Mir و Haripriya، 2016) حيث وجد ان نسبة الكربوهيدرات في الصمغ العربي (84.21 %) و قد تعود الفروق في نتائج التركيب الكيميائي الى اختلاف الظروف الجوية ونوع التربة والصنف المزروع.

تأثير العوامل المختلفة في لزوجة الصمغ:

توضح الجداول رقم (2) و (3) و (4) تأثير إضافة كل من الملح والسكر في اللزوجة النسبية للصمغ المستخلص من ساق صبار التين الهندي والصمغ العربي، كما يبين تأثير درجات الحموضة المختلفة.

الجدول رقم(2): تأثير إضافة الملح في اللزوجة النسبية لصمغ ساق صبار التين الهندي والصمغ العربي

		اللزوجة النسبية (cp)	
العامل المؤثر	التركيز	صمغ الصبار	الصمغ العربي
الملح	% 0	0.06 ± 5.73^{A}	0.15 ± 5.07^{A}
	% 0.5	0.06 ± 5.57^{B}	0.05 ± 4.83^{B}
	% 1	0.06 ± 5.53^{B}	0.06 ± 4.66^{C}
	% 1.5	0.1 ± 5.50^{B}	0.06 ± 4.26^{D}

* تمثل النتائج متوسط ثلاث مكررات

* الاحرف المتشابهة في العمود الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية عند مستوى 5%

يضاف ملح الطعام الى العديد من المنتجات الغذائية لتحسين الطعم، كمادة حافظة أو لتحسين القوام، وبينت النتائج وجود تأثير معنوي لإضافة الملح في لزوجة الصمغ العربي، وقد بينت النتائج ان زيادة تركيز الملح المضاف يسبب تناقص في درجة اللزوجة الظاهرية، حيث أدت أضافة الملح بتركيز 1.5 % الى خفض اللزوجة الظاهرية من 5.07 cp للشاهد الى 4.26 cp ، وتوافقت هذه النتيجة مع نتيجة (Mukhtar،2003) الذي أشار الى ان الصمغ العربي يحمل شحنة سالبة وأن إضافة الملح تعدل الشحنات وتقلل اللزوجة، بينما لم يلاحظ أي تأثير معنوي عند زيادة تركيز الملح المضاف الى محلول صمغ ساق صبار التين الهندي حيث يعتبر الصمغ ثابت في هذا المجال، ، ولكن تبين وجود فرق معنوي عند إضافة الملح بتركيز 0.5% مقارنة بالشاهد، وقد يعزى عدم تأثر اللزوجة بزيادة تركيز الملح بسبب ارتفاع نسبة الاملاح المعدنية الموجودة اساساً في تركيب الصمغ، ويتشابه في هذه الصفة مع صمغ الزانتان حسب (CPKelco،2008) والذي اشار ان ارتفاع تركيز الملح عن 0.1% لا يؤثر في لزوجة الصمغ، بينما ذكر (Sanchez-gil،2014) ان الملح لا يؤثر في لزوجة صمغ الزانثان وذكر أيضا أنه قد يسبب رفع لزوجة بعض أنواع الصموغ كصمغ الخردل الأصفر yellow mustard و خفض لزوجة أنواع أخرى كصمغ بذور الكتان flaxseed.

الجدول رقم(3): تأثير إضافة السكر في اللزوجة النسبية لصمغ ساق صبار التين الهندي والصمغ العربي

		اللزوجة النسبية (cp)	
العامل المؤثر	التركيز	صمغ الصبار	الصمغ العربي
السكر	% 0	0.06 ± 5.73^{D}	0.058 ± 5.07^{D}
	% 10	0.15 ± 6.17^{C}	0.15 ± 5.73^{C}
	% 20	0.05 ± 7.13^{B}	0.15 ± 6.57^{B}
	% 30	0.15 ± 8.23^{A}	0.153 ± 7.63^{A}

* تمثل النتائج متوسط ثلاث مكررات

* الاحرف المتشابهة في العمود الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية عند مستوى 5%

يعتبر السكر من العوامل المستخدمة في العديد من الصناعات الغذائية ولذلك من المهم دراسة وجود السكر في محاليل الصمغ ، بينت النتائج ان تأثير إضافة السكر كان معنوياً في درجة اللزوجة، حيث لوحظ ان اللزوجة الظاهرية لكل من صمغ ساق صبار التين الهندي والصمغ العربي تزداد بزيادة تركيز السكر، وقد أدت إضافة السكر بتركيز 30% الى زيادة اللزوجة من 5.73 cp للشاهد الى 8.23 بالنسبة لصمغ ساق صبار التين الهندي، ومن 5.07 cp الى 7.63 بالنسبة للصمغ العربي، وتوافقت هذه النتيجة مع نتيجة (Salehi واخرون،2014) الذي وجد ان إضافة السكر تزيد من لزوجة الصمغ المستخرج من بذور نبات Lallemantia royleana وقد يرجع سبب ارتفاع اللزوجة الى قدرة السكروز على ربط الماء ورفع لزوجة الطور المائي وبالتالي وجود تأثير تآزري لكل من السكر والصمغ في ربط الماء وبالتالي زيادة اللزوجة .

الجدول (4) تأثير درجة الحموضة في اللزوجة النسبية لصمغ ساق صبار التين الهندي والصمغ العربي

		اللزوجة النسبية (cp)	
العامل المؤثر		صمغ الصبار	الصمغ العربي
درجة الحموضة	4	0.1 ± 5.50^{C}	0.11 ± 4.66^{AB}
	6	0.06 ± 5.77^{B}	0.1 ± 4.80^{A}
	8	0.06 ± 5.93^{A}	0.1 ± 4.60^{B}
	10	0.06 ± 6.03^{A}	0.057 ± 4.57^{B}

* تمثل النتائج متوسط ثلاث مكررات

* الاحرف المتشابهة في العمود الواحد تدل على عدم وجود فروق معنوية عند مستوى 5%

تضاف الصموغ الى العديد من المواد الغذائية التي تتباين فيما بينها بدرجات الحموضة، لذلك يتم اللجوء لدراسة ثباتية الصموغ عند درجات الحموضة لتحديد المجال المناسب لاستخدام الصمغ، بينت نتائج دراسة تأثير درجات الحموضة لصمغ ساق

صبار التين الهندي أن اللزوجة الظاهرية تزداد بشكل معنوي بزيادة درجة الحموضة pH من 4 الى 8 حيث ارتفعت اللزوجة من 5.5 الى 5.93 ، وكانت أعلى قيمة لدرجة اللزوجة كانت عند pH =10 والتي بلغت 6.03 cp، وتتوافق هذه النتائج مع ما توصل اليه (Medina-Torres،2000) الذي لاحظ ان لزوجة الصمغ المستخلص من ساق صبار التين الهندي تنخفض بشكل ملحوظ بزيادة حموضة الوسط أي بانخفاض درجة pH بينما تميل اللزوجة الى الاستقرار في الوسط القلوي وقد يعود ذلك لتأين مجموعات الكربوكسيل للصمغ عند درجات الحموضة أعلى من 7، بالنسبة للصمغ العربي كانت أعلى درجة لزوجة 4.8 cp وذلك عند درجة حموضة 6 وتنخفض اللزوجة عند درجات الحموضة الأعلى والأدنى ويتوافق ذلك مع ما أشار اليه (Mukhtar،2003) بأن درجة اللزوجة العظمى للصمغ العربي تقع بين 5.56 و 6.3 وان اللزوجة تصبح منخفضة جدا بدرجات الحموضة المتطرفة 1-3 و 12-14 .

4. الاستنتاجات:

1- تفوق صمغ ساق صبار التين الهندي في محتوى الرماد والبروتين مقارنة بالصمغ العربي، مما قد يمنحه خصائص تغذوية ووظيفية مقارنة بالصموغ الأخرى.

2- أدت اضافة الملح الى تناقص في اللزوجة الظاهرية لصمغ ساق صبار التين الهندي دون وجود تأثير لزيادة التركيز في اللزوجة.

3- تزداد اللزوجة الظاهرية لكل من صمغ ساق صبار التين الهندي والصمغ العربي بزيادة تركيز السكر وتلك الزيادة ناتجة عن لزوجة السكر.

4- تزداد اللزوجة الظاهرية لصمغ ساق صبار التين الهندي بشكل معنوي بزيادة درجة الحموضة pH من 4 الى 8.

5. التوصيات:

1- اجراء دراسات سمية لصمغ ساق صبار التين الهندي ثم استخدامه ان أمكن في منتجات غذائية ودراسة تأثيره في خصائص جودتها.

6. المراجع:

1. AOAC (2005) Official method of Analysis. 18th Edition, Association of Officiating Analytical Chemists, Washington DC
2. Bayar, N.,Kriaa, M. and Kammoun, R.,(2016).Extraction and characterization of three polysaccharides extracted from Opuntia ficus indica cladodes.International journal of biological macromolecules,92:441-450.
3. Behrouzian, F.,Razavi, S.M.A. and Karazhiyan, H.,(2014).Intrinsic viscosity of cress (Lepidium sativum) seed gum: Effect of salts and sugars.Food Hydrocolloids,35:100-105.
4. Contreras-Padilla, M.,Rodríguez-García, M.E.,Gutiérrez-Cortez, E.,Valderrama-Bravo, M.D.C.,Rojas-Molina, J.I. and Rivera-Muñoz, E.M.,(2016).Physicochemical and rheological characterization of Opuntia ficus mucilage at three different maturity stages of cladode.European Polymer Journal,78:226-234.
5. Cpkelco(2008).Xanthan Book 8th edition
6. Eddy, N. O., Ameh, P. O., Gimba, C. E., and Ebenso, E. E. (2013). Rheological modeling and characterization of Ficus platyphylla gum exudates. Journal of Chemistry, 2013, 1-10.
7. Gebresamuel, N. and Gebre-Mariam, T.,(2012).Comparative Physico-Chemical Characterization of the Mucilages of Two Cactus Pears (Opuntia Spp.) Obtained from Mekelle, Northern Ethiopia.Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology,03:79-86.
8. Gheribi, R. and Khwaldia, K.,(2019).Cactus Mucilage for Food Packaging Applications.Coatings,9:1-19.
9. Hosseini, E.,Mozafari, H.,Hojjatoleslamy, M. and Rousta, E.,(2017).Influence of temperature, pH and salts on rheological properties of bitter almond gum.Food Science and Technology (Campinas),37(3):437-443.
10. Liguori, G.,Gentile, C.,Gaglio, R.,Perrone, A.,Guarcello, R.,Francesca, N.,Fretto, S.,Inglese, P. and Settanni, L.,(2020).Effect of addition of Opuntia ficus-indica mucilage on the biological leavening, physical, nutritional, antioxidant and sensory aspects of bread.Journal of Bioscience and Bioengineering,129(2):184-191.
11. Loretta, B.,Oliviero, M.,Vittorio, M.,Bojórquez-Quintal, E.,Franca, P.,Silvia, P. and Fabio, Z.,(2019).Quality by design approach to optimize cladodes soluble fiber processing extraction in Opuntia ficus indica (L.) Miller.Journal of Food Science and Technology,56(8):3627-3634.
12. Medina-Torres, L.,Brito-De La Fuente, E.,Torrestiana-Sanchez, B. and Katthain, R.,(2000).Rheological properties of the mucilage gum (Opuntia ficus indica).Food Hydrocolloids,14(5):417-424.

13. Memon, G.Z.,Memon, F. and Moghal, M.,(2014).Physicochemical Characterization of Gum Exuded From Prosopis Cineraria and Prosopis Glandulosa Species of Thar Desert Pakistan.IOSR Journal of Engineering,04:54-60.
14. Messina, C.M.,Arena, R.,Morghese, M.,Santulli, A.,Liguori, G. and Inglese, P.,(2021).Seasonal characterization of nutritional and antioxidant properties of Opuntia ficus-indica [(L.) Mill.] mucilage.Food Hydrocolloids,111:1-7.
15. Mir, M. and Haripriya, S.,(2016).Assessment of physical and structural characteristics of almond gum.International journal of biological macromolecules,93:476-482.
16. Monrroy, M.,Garcia, E.,Rios, K. and Garcia, J.R.,(2017).Extraction and physicochemical characterization of mucilage from *Opuntia cochenillifera* (L.) Miller.*Journal of Chemistry*,2017:1-9.
17. Mudoi, P., Bharali, P., & Konwar, B. (2013). Study on the Effect of pH, Temperature and aeration on the cellular growth and xanthan production by Xanthomonas campestris using waste residual molasses. J Bioprocess Biotech, 3(2): 1-6.
18. Mukhtar, N.M.O.(2003).The Effect of Various Cations on Gum Arabic Viscosity. Msc Thesis, University of Kordofan, Khartoum, Sudan :110.
19. Nharingo, T. and Moyo, M.,(2016).Application of Opuntia ficus-indica in bioremediation of wastewaters. A critical review.Journal of Environmental Management,166(15):55-72.
20. Rashad, M.,Pari, L.,Outzourhit, A. and Fernando, A.(2019).Mucilage extraction from opuntia spp for production of biofilms. 27th European Biomass Conference and Exhibition, Lisbon; Portugal.
21. Salehi, F.,Kashaninejad, M. and Behshad, V.,(2014).Effect of sugars and salts on rheological properties of Balangu seed (Lallemantia royleana) gum.International journal of biological macromolecules,67:16-21.
22. Samavati, V.,Razavi, S. and Mousavi, M.,(2008).Effect of Sweeteners on Viscosity and Particle Size of Dilute Guar Gum Solutions.IRANIAN JOURNAL OF CHEMISTRY & CHEMICAL ENGINEERING-INTERNATIONAL ENGLISH EDITION,27(2):23-31.
23. Sanchez Gil, Y.(2014).Characterization and rheological properties of Camelina sativa gum: interactions with xanthan gum, guar gum, and locust bean gum. Msc Thesis, Kansas state university, Manhattan:69.
24. Wu, Y.,Ding, W.,Jia, L. and He, Q.,(2015).The rheological properties of tara gum (Caesalpinia spinosa).Food Chemistry,168:366-371.