التدهور في الصفات التصنيعية لجذور صنفين من الشوندر السكري تحت تأثير مستويات مختلفة من المعاملات الكيميائية بعد القلع

انتصار محمد الجباوي[*] محمد خير طحلة[**] حسن عزام[**]

رأفت اسماعيل[**] حسين جديد[*] إبراهيم عبدالله[*]

ولاء هوشة[*] ثامر الحنيش[*]

الملخص

نفّذ البحث بهدف دراسة تأثير رش جذور الشوندر السكري بمركبات ماءات الكالسيوم ($Ca(OH)_2$) (5، 10، و15%) وكلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$) (2، 4، و6%) وقورنت مع الشاهد بدون رش، في الصفات التصنيعية خلال فترة التخزين في العراء مدة ستة أيام. وضعت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بأربعة مكررات. زرعت التجربة في مركز بحوث الغاب التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، خلال الموسمين الزراعيين 2015/2014 و2016/2015 خلال العروة الخريفية (15 تشرين الأول).

أظهرت النتائج بأن الرش بهيدروكسيد الكالسيوم بتركيز 5% قد أعطى أفضل المؤشرات التصنيعية للجذور، وبخاصةٍ على النسبة المئوية للسكروز (17.28%) والمفقود منه في المولاس (0.59%)، لذا يُفضل رش الجذور بهذه المادة لتقليل التدهور فيها عند إطالة فترة تخزينها بعد القلع.

[*] كلية الزراعة – جامعة دمشق – دمشق – سورية.

** الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية – الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية – دمشق – سورية.

أظهرت النتائج أنَّ إطالة فترة بقاء جذور الشوندر السكري مخزونةً في العراء أدّت إلى تدهور المؤشرات التصنيعية بشكلٍ تدريجي ومعنوي اعتباراً من اليوم الأول للقلع وحتى اليوم السادس منه وبنسبٍ متفاوتة 7.4 و69.9 و55.7 و73.6 و69 و42.8 و69.4% لكل من السكروز والسكريات المرجعة والآزوت الأميني وأكسيد الصوديوم وأكسيد البوتاسيوم ونسبة المواد الصلبة الذائبة والسكروز المفقود في المولاس على التوالي. مما يؤكد على ضرورة توريد جذور الشوندر السكري إلى المصنع بعد قلعها خلال مدّة أقصاها 24 ساعة، وضرورة تصنيعها خلال المدّة نفسها، وإلا فقدت الكثير من خصائصها التصنيعية، وعرضت المنتج أو المصنع إلى خسارة يومية بالسكر الأبيض بمقدار 650 غ سكروز/اليوم/لكل طن من الجذور.

الكلمات المفتاحية: الشوندر السكري، فترة التخزين، ماءات الكالسيوم $Ca(OH)_2$، كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$.

The Post-Harvest Deterioration in the Processing Characteristics of Two Sugar Beet Roots Varieties Under Different Levels of Chemical Treatments

Entessar Al Jbawi[*] Mohammad Khair Tahla[**]
Hassan Azzam[**] Raafat Ismaiel[**] Hussien Jdid[*]
Ibrahim Abdallah[*] Walaa Howsha[*] Thamer Al Huniesh[*]

Abstract

This research was conducted to study the effect of spraying of sugar beet roots with calcium hydroxide ($Ca(OH)_2$) (5, 10, and 15%), and calcium chloride ($CaCl_2$) (2, 4, and 6%), compared with the control (not sprayed), on the processing traits during storage period for six days at the field. The experiment was assigned in randomized completely block design (RCBD) with four replicates. The experiment was carried out at Al Ghab Agricultural Research Center, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR)/Syria, on autumn date (15^{th} of October) during tow growing seasons 2014/2015 and 2015/2016. The results showed that spray roots with calcium hydroxide (5%), attends the best processing traits especially for sucrose percentage (17.28%), and sucrose loss to molasses (0.59%), so it is recommended to be applied to lower the deterioration with prolonging storage period after harvest.

[*] Faculty of Agriculture,.Damascus University Damascus, Syria.
[**] General Commission for Scientific Agricultural Researches (GCSAR), Damascus, Syria.

The results also clarified that prolonging storage period in field led to a gradual and significant deterioration in processing traits, started from the first day to the sixth day after harvest, with different percentages i.e., 7.4, 69.9, 55.7, 73.6, 69, 42.8 and 69.4 % for sucrose, sucrose inverted sugars, amino nitrogen, Na, K, total soluble solids and sucrose loss to molasses, respectively. So, it is very important to transfer the harvested roots immediately to the factories to be processed within 24 hours, or it will lose much of its processing characteristics, besides this will cause a daily loss for the product and factory about 650 g sucrose/day per one ton of roots.

Key words: Sugar beet, Storage period, Calcium hydroxide $Ca(OH)_2$, Calcium Chloride $CaCl_2$.

المقدمة:

'يعد الشوندر السكري Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) أحد المحاصيل الزراعية الاستراتيجية المهمة في سورية بعد القمح Wheat والقطن Cotton، ويحتل المرتبة الثانية عالمياً بعد قصب السّكر Sugar cane، وتأتي سورية في المرتبة (44) عالميّاً من حيث المساحة (1.606 ألف هكتاراً)، وعربيّاً في المرتبة الثالثة بعد مصر (211.81 ألف هكتاراً) والمغرب (40.56 ألف هكتاراً) (FAO، 2014).

'يعد الشوندر السكري أحد أهم المحاصيل الصناعية التي تعتمد عليها العديد من الصناعات الثانوية الأخرى، مثل صناعة السّكر، والمولاس (Badawy، 1992)، والتّفل، والسّماد الأخضر، والسّيلاج (Cattanach وزملاؤه، 1993) وصناعة الخميرة، والكحول، وبعض المنتجات الصيدلانية الأخرى (الباقوني وصادق، 2005).

وأوضح الباقوني وصادق (2005) أنّ نسبة السكروز في جذور الشوندر السكري تعادل قرابة 17.5%، ونسبة السكريات المرجعة Reducing sugars والآزوت الكلي (N_2) 0.12 و1.2%، على التوالي، وتشكل نسبة الرطوبة قرابة 73%. ويعد تركيز السكر الموجود في عصير جذور الشوندر السكري ونسب الشوائب (البوتاسيوم، والصوديوم، والآزوت الأميني) من أهم المؤشرات التصنيعية التي' تعيق عملية استخلاص السكر (Vukov، 1977) وفقده في المولاس (Kenter وHofman، 2009).

إنّ تخزين جذور الشوندر السكري بعد القلع من المسائل المهمة التي تُسبب فقداً كبيراً في وزنها، وبالتالي انخفاض محتوى السكروز فيها، وارتفاع تركيز السكريات المرجعة، بالإضافة إلى المسببات المرضية (التعفن)، الأمر الذي يؤدي في النهاية إلى تدهور الإنتاج وانخفاض جودته وحدوث مشاكل أثناء عملية التصنيع (الجباوي والعبدالله، 2016).

أشارت الكثير من الدراسات إلى أنّ المعاملة الكيميائية لجذور الشوندر السكري بماءات الكالسيوم (5-10%) قلّلت من تدهور صفاته، وبيّنت الدراسة التي قام بها

Gibriel وزملاؤه، (2003) انخفاضاً في درجة حرارة الجذور المعاملة، بسبب اللّون الأبيض الذي يعكس أشعة الشمس، وارتفاع درجة الحموضة (pH) نتيجة استخدام ماءات الكالسيوم ما خفّض من نشاط الأحياء الدقيقة المسبّبة للعفن أثناء التخزين. وبيّنت الدراسة ذاتها أنّ استعمال ماءات الكالسيوم $Ca(OH)_2$ الممزوج مع كلور الكالسيوم ($CaCl_2$) أعطت أفضل النتائج في حفظ الجذور المخزونة، والحد من تدهورها.

بيّنت الدراسة التي قام بها Youssif-Nariman وAbou El-Magd، (2004) أنّ محتوى المواد الصلبة الذائبة في الجذور المعاملة بمزيج من ماءات الكالسيوم (5%) وكلوريد الكالسيوم (2%) قد سجّلت معنوياً أقل قيمة (26.30%)، وسجلت عينة الشاهد معنوياً أعلى قيمة (32.76%). كما سجلت معاملة الجذور بمزيج من ماءات الكالسيوم (5%) وكلور الكالسيوم (2%) معنوياً أعلى قيم لنقاوة العصير ونسبة السكروز وسجلت قيماً أقل معنوية لمحتوى السكريات المرجعة في نهاية فترة التخزين (20 يوماً).

وأوضح Gibriel وزملاؤه، (2003) أنّ معاملة جذور الشوندر بمحلول ميتابيسلفيت الصوديوم $Na_2S_2O_5$ بتركيز 500 ppm، قد حافظت على الصفات التصنيعية وقلّلت الفقد من السكروز، وأنّ معاملة جذور الشوندر بمحلول ماءات الكالسيوم (5 %) أعطت قساوة عالية للجذور.

وقد أثبت الباحثان Abd El-Mohsen وNezam El-Din، (1996) أنّ معاملة جذور الشوندر المخزونة بثاني أكسيد الكبريت (SO_2) كان لها تأثيراً إيجابياً، حيث قلّل من التغيرات الكيميائية وتغيرات اللّون بها، كما أنّ معاملتها بمحلول ميتابيسلفيت الصوديوم (200 و400 ppm) منعت النشاط الأنزيمي (أنزيمات عائلة الأنفرتاز، وأنزيم(Sucrose synthase التي تزيد من تحلل السكروز، وقلّلت التغيّرات البيوكيميائيّة، كما تبين أيضاً أنّ معاملتها بماءات الصوديوم أو حمض الليمون Ascorbic acid كان له تأثيراً إيجابياً.

الهدف من البحث:

دراسة تأثير رش مركبات ماءات وكلوريد الكالسيوم بمستوياتٍ مختلفة في طول فترة التخزين والمؤشرات الكيميائية والتصنيعية ما بعد القلع لجذور الشوندر السكري المزروع في العروة الخريفية في منطقة الغاب، ولصنفين من الشوندر السكري: فيكو (وحيد الجنين)، وريدا (متعدد الأجنة).

مواد البحث وطرائقه:

نفّذت التجربة الحقليّة خلال العروة الخريفية (منتصف شهر تشرين الأول) في مركز البحوث العلمية الزراعية بالغاب، بزراعة صنف وحيد الجنين (فيكو) وآخر متعدد الأجنة (ريدا)، وهي من الأصناف المعتمدة للزراعة في العروة الخريفية لمنطقة الغاب (الجدول1) في الموسمين الزراعيين 2015/2014 و2016/2015، كما يوضح (الجدول2) المعاملات الكيميائية ورموزها.

الجدول (1): بعض خصائص الأصناف المدروسة حسب الشركة المنتجة لها.

الخصائص	فيكو (وحيد الجنين)	ريدا (متعدد الأجنة)
مصدر البذار	بلجيكا	بلجيكا
نوع الصنف	N	N
نسبة السكر (%)	16.74	14.92
الإنتاجية (طن.هكتار$^{-1}$)	74.23	75.97
طبيعة الصنف	هجين ثلاثي	عشيرة

الجدول (2): المعاملات الكيميائية ورموزها والتي نفذت وفقها الدراسة.

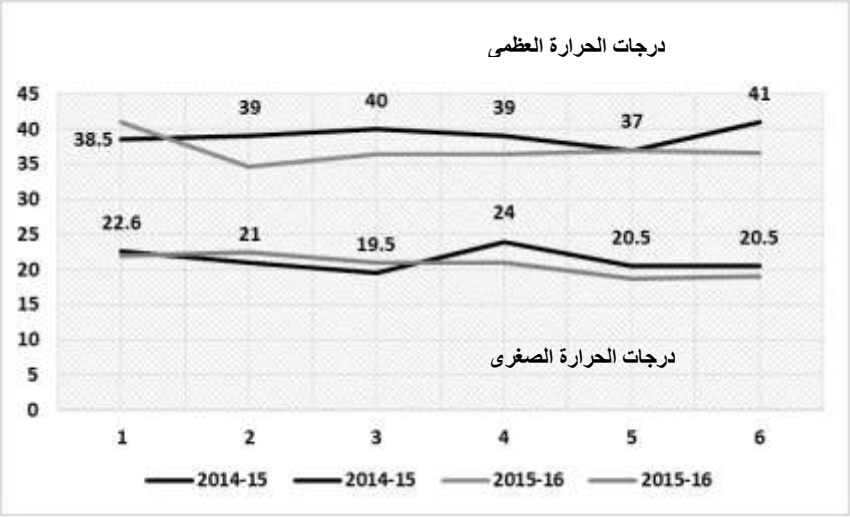
رمز المعاملة	اسم المحلول والتركيز (%)
C1	شاهد (بدون معاملة)
C 2	ماءات الكالسيوم 2(OH) Ca 5%
C 3	ماءات الكالسيوم 10%
C 4	ماءات الكالسيوم 15%
C 5	كلوريد الكالسيوم 2CaCl 2%
C 6	كلوريد الكالسيوم 4%
C 7	كلوريد الكالسيوم 6%
C 8	ماءات الكالسيوم 5% + كلوريد الكالسيوم 2%

صمّمت التجربة وفق القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD)، بأربعة مكررات. جُهّزت الأرض للزراعة بحراثة أولى على عمق (30) سم، والثانية على عمق (20) سم، ثم حُرثت الأرض بالكالتيفاتور، وتمّت تسويتها وتنعيمها بالمحراث القرصي ومن ثم تقسيمها إلى قطعٍ، مساحة كل منها (18) م^2 بطول (6) م، وعرض (3) م، تحتوي كل قطعة (6) خطوط، المسافة بين الخطوط (50) سم، وزرعت البذور بمسافة (20) سم في نفس الخط، وأُضيفت كامل الأسمدة الفوسفاتية على شكل سوبر فوسفات ثلاثي (46 % P_2O_5) بمعدل 260 كغ. هكتار$^{-1}$ وكامل الأسمدة البوتاسية على شكل سلفات بوتاسيوم (50 % K_2O) بمعدل 240 كغ.هكتار$^{-1}$ قبل الزراعة، أما الأسمدة الآزوتية فأضيفت على دفعتين على شكل يوريا (46% N)، نصف الكمية قبل الزراعة (200 كغ.هكتار$^{-1}$) مع باقي الأسمدة المعدنية والدفعة الثانية (200 كغ.هكتار$^{-1}$) بعد إجراء عملية التفريد Thinning- عند ظهور الزوج الثاني من الأوراق الحقيقة- وذلك على أساس نتائج تحليل التربة (الجدول 3)، وحسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي المطبقة على الشوندر السكري في العروة الخريفية. كما تمّ إعطاء المحصول 4 ريات بما فيها رية الإنبات، حيث بدأت عملية الري بعد انقطاع الأمطار ابتداءً من الشهر الخامس وبمعدل رية واحدة كل ثلاثة أسابيع. وتمّت عملية قلع جذور الشوندر السكري بعد 240

يوماً من الزراعة، ثم تم تجميع الجذور على شكل كومات Piles من كل قطعة تجريبية بعد تصريمها، ثمّ معاملتها بماءات وكلوريد الكالسيوم وفق المعاملات المدروسة في التجربة كما هو موضح في الجدول (2).

الجدول (3): التحليل الميكانيكي والكيميائي لتربة الموقع خلال موسمي الزراعة 2015/2014 و2016/2015.

العام	التحليل الميكانيكي (%)			قوام التربة	الآزوت المتاح (ppm)	الفوسفور المتاح (ppm)	البوتاس المتاح (ppm)	التحليل الكيميائي لمستخلص عجينة التربة		
	رمل	سلت	طين					حموضة التربة pH	التوصيل الكهربائي $dS.m^{-1}$	كربونات الكالسيوم $CaCo_3$
2015/2014	42	10	48	رملية طينية	12.70	3.60	70	7.30	0.30	29.01
2016/2015	46	12	42	رملية طينية	10.25	3.20	60	7.64	0.29	17.83



المخطط (1): يوضح درجات الحرارة العظمى والصغرى خلال فترة التخزين (6 أيام) في موسمي الزراعة 2015/2014 و2016/2015.

أخذ 20 كغ من الجذور يومياً من كل قطعة تجريبية على مدار 6 أيام، وتمّ تقدير الصفات التصنيعية المدروسة الآتية:

1. نسبة السكروز (%): تمَ تقدير نسبة السكروز في العجينة باستعمال جهاز السكاريميتر (Sacharimeter)، (McGinnis، 1982) في مخابر الشوندر السكري في مركز بحوث الغاب.

2. السكريات المرجعة (مغ/100غ): باستخدام جهاز Polarimeter (AOAC، 2000).

3. الآزوت الأميني (مغ/100غ) α- amino Nitrogen (Magne وLarher، 1992).

4. أكسيد الصوديوم وأكسيد البوتاسيوم (مغ/100غ) قدّرت باستخدام جهاز Flame photometer (Shah وزملاؤه، 2011).

5. نسبة المواد الصلبة الذائبة أو البريكس (%) Total Soluble Solids (TSS): باستخدام جهاز الريفراكتومتر Refractometer تبعاً لطريقة (AOAC, 2000).

6. السكروز المفقود في المولاس (%): Sucrose Loss to Molasses (SLM): يحسب من المعادلة الآتية:

$$SLM = 0.343\ (Na+K) + 0.094\ (amino\text{-}N) - 0.31$$

أجريت تحاليل K، Na و amino−N في مخابر قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

نفذت التّجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بأربعة مكررات، لتحليل مصادر التباين (ANOVA) للعوامل الأساسية والتفاعل بينها في كل موسم على حدة، ثمّ أجري التحليل التجميعي للموسمين (Gomez وGomez، 1984). وحلّلت البيانات إحصائياً باستعمال برنامج GenStat v12، لتقدير قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D)عند مستوى معنوية 5%.

النتائج والمناقشة:

تأثير الفترة ما بعد القلع في المواصفات التصنيعية للشوندر السكري:

1–نسبة السكروز %:

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويةٍ ($P\leq0.05$) في صفة نسبة السكروز في الجذور بين فترات التخزين بعد القلع، والمعاملات والأصناف المدروسة (الجدول 4).

كانت نسبة السكروز في الجذور الأعلى معنوياً عند اليوم الرابع من التخزين (18.17%)، تلاها اليومين الثالث والخامس وبدون فروقات معنوية بينهما (17.81، 17.82% على التوالي)، في حين كانت الأدنى معنوياً عند الأيام الأول والثاني والسادس وبدون فروقاتٍ معنويةٍ بينها (16.92، 17.16، 16.93% على التوالي). وكانت نسبة السكروز الأعلى معنوياً عند المعاملة (C7) (6 % كلوريد الكالسيوم (17.84 %)، في حين لم تظهر نتائج التحليل الإحصائي فروقات معنوية بين باقي المعاملات المدروسة (الجدول، 4). وكانت نسبة السكروز في الجذور الأعلى معنوياً لدى الصنف متعدد الأجنة ريدا (17.66%) بالمقارنة مع الصنف وحيد الجنين فيكو (17.28%).

بيّن Gibriel وزملاؤه (2003) أن ماءات الكالسيوم تعطي قساوة أعلى للجذور وبالتالي تحافظ على الصفات التصنيعيّة، فاللّون الأبيض لهذا المركب يساهم في خفض درجات الحرارة بانعكاس أشعة الشمس، كما يقلّل من نشاط الأحياء الدقيقة المسبّبة للعفن أثناء التخزين عن طريق رفع من درجة الحموضة (Hp). وقد بينت نتائج الدراسة التي نفذها الباحثان Youssif–Nariman وAbou El–Magd (2004) ارتفاع السّكروز عند معاملة الجذور بمزيج من ماءات الكالسيوم (5%) وكلور الكالسيوم (2%). وبالمقابل أوضحت دراسة أخرى نفذها Slovtsova (1986) أن معاملة جذور الشوندر السكري بعد القلع بمحلول الكلس (5%) قد أدى إلى انخفاض الفقد في نسبة السكروز حتى 60%، وقد أوضح الباحثان Klotz و Finger (2002) أن معاملة جذور الشوندر السكري

بتراكيز عالية من ماءات الكالسيوم أدى إلى رفع درجة الحموضة (pH) في الجذور، مما ساهم في ازدياد نشاط أنزيم الأنفرتيز القلوي (8.9) وبتفكيك السكروز إلى مكوناته الأساسية، بينما أدى التركيز المنخفض من ماءات الكالسيوم إلى تناقص درجة الحموضة (pH) لتصبح قريبة من الدرجة المثالية لنشاط أنزيم الأنفرتيز الحامضي (4.5)الذي يقلّل من نشاط الأحياء الدقيقة المسبّبة للعفن أثناء التخزين.

الجدول (4): تأثير فترة التخزين في نسبة السكروز (%) تحت تأثير معاملات تخزين مختلفة للعروة الخريفية (متوسط الموسمين).

اليوم D	الصنف V	المعاملة الكيميائية C								المتوسط
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	
1	فيكو	15.90	16.34	16.45	17.63	16.00	16.64	17.65	17.10	16.71
	ريدا	16.03	17.19	17.32	17.61	17.13	17.76	17.19	16.83	17.13
المتوسط		**15.96**	**16.76**	**16.89**	**17.62**	**16.56**	**17.20**	**17.42**	**16.97**	**16.92^{c}**
2	فيكو	16.70	16.50	16.91	17.61	16.68	16.89	17.66	16.60	16.94
	ريدا	16.81	17.52	17.93	17.39	17.45	17.10	17.68	17.18	17.38
المتوسط		**16.76**	**17.01**	**17.42**	**17.50**	**17.06**	**16.99**	**17.67**	**16.89**	**17.16^{c}**
3	فيكو	17.83	16.89	17.44	17.76	16.61	18.14	17.29	18.05	17.50
	ريدا	18.51	18.31	18.85	17.29	18.18	18.01	18.16	17.68	18.12
المتوسط		**18.17**	**17.60**	**18.14**	**17.53**	**17.39**	**18.08**	**17.73**	**17.87**	**17.81b**
4	فيكو	17.94	18.09	17.79	17.44	17.99	18.88	18.60	18.95	18.21
	ريدا	18.73	17.46	17.94	17.89	17.84	17.36	19.22	18.66	18.14
المتوسط		**18.33**	**17.77**	**17.86**	**17.67**	**17.91**	**18.12**	**18.91**	**18.81**	**18.17a**
5	فيكو	16.55	18.96	16.07	18.55	17.47	17.46	17.59	18.40	17.63
	ريدا	18.22	17.77	17.53	17.16	18.17	18.37	18.40	18.47	18.01
المتوسط		**17.39**	**18.37**	**16.80**	**17.86**	**17.82**	**17.92**	**18.00**	**18.44**	**17.82b**
6	فيكو	16.76	17.15	16.09	16.56	16.44	16.65	17.20	16.80	16.71
	ريدا	16.88	15.98	17.03	18.08	18.01	16.73	17.79	16.78	17.16
المتوسط		**16.82**	**16.56**	**16.56**	**17.32**	**17.22**	**16.69**	**17.49**	**16.79**	**16.93^{c}**
المتوسط العام		**17.24^{b}**	**17.35^{b}**	**17.28^{b}**	**17.58^{ab}**	**17.33^{b}**	**17.50^{ab}**	**17.87^{a}**	**17.63^{ab}**	**17.47**
متوسط الأصناف	فيكو	**17.28^{b}**				ريدا	**17.66^{a}**			
$LSD_{0.05}$	**Y=0.18*, C=0.36*, V=0.18*, D=0.32*, CxV=0.52*, CxD=0.89*, VxD=0.45, CxVxD=1.26***									
CV%	**7.4**									

* المعنوية عند مستوى معنوية 0.05. ns تعني عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

يعزى هذا التباين بين قابلية الأصناف للتدهور إلى اختلاف آلية التئام الجروح الناتجة عن عملية القلع، والتي تختلف باختلاف النوع وتحت النوع (El-Hadidi، 1969؛ Rittinger وزملاؤه، 1987). حيث تتمثل آلية التئام الجروح بتشكل مركبات تجعل أنسجة الجذور المصابة غير نفوذه، وبالتالي تقلّل من فقد الماء ومن التعرض للإصابة بالبكتيريا. وقد تم اكتشاف بعض هذه المركبات في البطاطا مثل مادة البوليميرميلانين Polymer melanin (Edgell وزملاؤه، 1998)، ومادة الغليكو ألكالويدز Glycoalkaloids (Friedman وMcDonald، 1997)، وفي الجزر مادة الغليكوبروتين Glycoproteins (Satoh وزملاؤه، 1992).

بين (Al Jbawi وزملاؤه، 2015) أن العامل الهام والأساسي في حدوث التغيرات أثناء تخزين جذور الشوندر السكري هو فقد الماء. ويساهم ارتفاع درجات الحرارة خلال فترة التخزين وانخفاض المحتوى الرطوبي في الجذور، في انخفاض نوعية خلايا الجذور. فالماء الموجود في خلايا الجذور يحفظ عصارتها ويبقيها طازجة (Koster وزملاؤه، 1980).

2– تركيز السكريات المرجعة (مغ/100غ جذور):

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في تركيز السكريات المرجعة بين فترات التخزين بعد القلع، والمعاملات والأصناف (الجدول 5). حيث لوحظ أن متوسط تركيز السكريات المرجعة كان الأعلى معنوياً في اليوم السادس من التخزين (0.627 مغ/100غ)، وتراجع بشكل تدريجي ومعنوي مع تراجع مدة التخزين، حيث كان الأدنى معنوياً في اليوم الأول من التخزين (0.369 مغ/100غ). وكان تركيز السكريات المرجعة الأعلى معنوياً عند المعاملة C5 (2% كلوريد الكالسيوم)، في حين كنت الأدنى معنوياً في المعاملة C1 والشاهد (0.447 مغ/100غ)، وكان تركيز السكريات المرجعة

الأدنى معنوياً لدى الصنف ريدا متعدد الأجنة (0.466 مغ/100غ) بالمقارنة مع الصنف فيكو وحيد الجنين (0.502 مغ/100غ). ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعلات المتغيرات الثلاثة بعضها ببعض أن تركيز السكريات المرجعة كان الأعلى معنوياً في اليوم السادس من التخزين، والمعاملة C5 (2% كلوريد الكالسيوم)، والصنف ريدا (0.742 مغ/100غ)، في حين كان الأدنى معنوياً بعد اليوم الأول من التخزين عند المعاملتين C1 وC2 (الشاهد، 5% ماءات الكالسيوم) لدى الصنف ريدا متعدد الأجنة (0.308، 0.303 مغ/100غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما.

ويعزى سبب ارتفاع محتوى الجذور من السكريات المرجعة إلى ارتفاع تفكك السكروز وتحوله إلى سكريات مرجعة نتيجة عملية التخزين وارتفاع درجة الحرارة كما هو واضح في المنحنى البياني لدرجات الحرارة خلال ستة أيام في منطقة الغاب (المخطط 1) (Hein وزملاؤه، 2004؛ Campbell وKlotz، 2006؛ Kenter وHoffman، 2009). أوضح (Jaggard وزملاؤه، 1999) أن تخزين الجذور في العراء لمدة 84 يوم أدى إلى زيادة محتوى الجذور من السكريات المرجعة بأربعة أضعاف. كما بينت الدراسة التي قام بها (Kenter وHoffman، 2009) أن هناك جزء من السكريات المرجعة لا يستخدم في عملية التنفس بل يتراكم في الخلايا، ويزداد معدل التراكم مع زيادة فترة التخزين ودرجة الحرارة.

يبين تحليل التباين (الجدول 6) التأثير المعنوي للتفاعلات من الدرجة الأولى لهذه الصفة، كما أثّر التفاعل من الدرجة الاثنية بصورة معنوية بها، وتميزت المعاملة (C2: هيدروكسيد الكالسيوم 5%) في اليوم الأول بالنسبة للصنف متعدد الأجنة ريدا بقلة المحتوى من السكريات المرجعة (0.303 مغ/100 غ) (الجدول 5).

الجدول (5): تأثير فترة التخزين في محتوى الجذور من السكريات المرجعة (مغ/100غ) تحت تأثير معاملات تخزين مختلفة للعروة الخريفية (متوسط الموسمين).

اليوم D	الصنف V	المعاملة C								المتوسط
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	
1	فيكو	0.417	0.424	0.400	0.387	0.380	0.393	0.392	0.402	0.399
	ريدا	0.308	0.303	0.342	0.368	0.392	0.339	0.337	0.325	0.339
المتوسط		**0.362**	**0.364**	**0.371**	**0.378**	**0.386**	**0.366**	**0.364**	**0.363**	**0.369^{f}**
2	فيكو	0.429	0.454	0.415	0.440	0.429	0.414	0.438	0.514	0.442
	ريدا	0.327	0.349	0.370	0.428	0.474	0.387	0.390	0.392	0.390
المتوسط		**0.378**	**0.401**	**0.393**	**0.434**	**0.451**	**0.401**	**0.414**	**0.453**	**0.416^{e}**
3	فيكو	0.447	0.437	0.464	0.450	0.440	0.474	0.427	0.452	0.449
	ريدا	0.351	0.397	0.390	0.471	0.533	0.445	0.416	0.471	0.434
المتوسط		**0.399**	**0.417**	**0.427**	**0.460**	**0.487**	**0.459**	**0.421**	**0.461**	**0.441^{d}**
4	فيكو	0.452	0.523	0.511	0.528	0.518	0.565	0.484	0.481	0.508
	ريدا	0.402	0.450	0.428	0.524	0.615	0.490	0.435	0.512	0.482
المتوسط		**0.427**	**0.486**	**0.469**	**0.526**	**0.567**	**0.528**	**0.459**	**0.496**	**0.495^{c}**
5	فيكو	0.593	0.603	0.590	0.538	0.536	0.548	0.553	0.575	0.567
	ريدا	0.481	0.509	0.447	0.603	0.677	0.548	0.502	0.613	0.547
المتوسط		**0.537**	**0.556**	**0.519**	**0.571**	**0.606**	**0.548**	**0.528**	**0.594**	**0.557^{b}**
6	فيكو	0.637	0.660	0.647	0.645	0.630	0.647	0.655	0.672	0.649
	ريدا	0.517	0.545	0.512	0.668	0.742	0.658	0.517	0.689	0.606
المتوسط		**0.577**	**0.602**	**0.580**	**0.656**	**0.686**	**0.653**	**0.586**	**0.680**	**0.627^{a}**
المتوسط العام		**0.447^{e}**	**0.471^{d}**	**0.460^{d}**	**0.504^{bc}**	**0.531^{a}**	**0.493^{c}**	**0.462^{d}**	**0.508^{b}**	
متوسط الأصناف	فيكو	**0.502^{a}**				ريدا	**0.466^{b}**			**0.484**
$LSD_{0.05}$	**Y=0.006*C=0.012*, V=0.006*, D=0.010*, CxV=0.017*, CxD=0.029*, VxD=0.015*, CxVxD=0.017***									
CV%	**8.6**									

* المعنوية عند مستوى معنوية 0.05. ns تعني عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

الجدول (6): تحليل التباين لكل من نسبة السكروز (%) والسكريات المرجعة (مغ/100غ)

مصادر التباين	درجة الحرية	نسبة السكروز (%)			نسبة السكريات المرجعة (%)		
		التباين	نسبة التباين (%)	الاحتمالية (P)	التباين	نسبة التباين (%)	الاحتمالية (P)
المكررات (R)	3	1.8	1.1	–	0.01	6.5	–
السنوات (Y)	1	5290.3	3202.8	<.001	0.56	321.0	<.001
المعاملات الكيميائية (C)	7	4.4	2.7	0.010	0.08	45.8	<.001
الصنف (V)	1	26.7	16.2	<.001	0.25	140.8	<.001
فترة التخزين (D)	5	36.4	22.0	<.001	1.17	667.1	<.001
C * V	7	4.2	2.5	0.014	0.09	53.5	<.001
C * D	35	2.6	1.6	0.019	0.006	3.3	<.001
V * D	5	1.7	1.1	0.385	0.011	6.3	<.001
C*V*D	35	2.4	1.5	0.049	0.006	3.5	<.001
الخطأ التجريبي	573	1.7	–	–	0.002	–	–

3- تركيز الآزوت الأميني (مغ/100غ):

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويةٍ ($P\leq0.05$) في مستوى تركيز الآزوت الأميني في الجذور بين فترات التخزين بعد القلع، والمعاملات والأصناف المدروسة (الجدول، 7). حيث كان تركيز الآزوت الأميني في الجذور الأعلى معنوياً في اليوم السادس من التخزين (0.151 مغ/100غ)، في حين كانت الأدنى معنوياً في اليوم الأول (0.097 مغ/100غ). أيضاً كان تركيزه الأعلى معنوياً عند المعاملتين C1 وC3 (الشاهد و10% ماءات الكالسيوم) (0.125 مغ/100غ لكلا المعاملتين). كما كان تركيزه في الجذور الأعلى معنوياً لدى الصنف متعدد الأجنة ريدا (0.123 مغ/100غ) بالمقارنة مع الصنف وحيد الجنين فيكو (0.117 مغ/100غ).

يعزى سبب ارتفاع الآزوت الأميني إلى ارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة (البركس)، وهذا يتفق مع الجباوي والعبدالله (2016) وتحوّل بعض المركبات الأخرى إلى آزوت أميني (Wyse وDexter، 1971).

الجدول (7): تأثير فترة التخزين في محتوى الجذور من الآزوت الأميني (مغ/100غ) تحت تأثير معاملات تخزين مختلفة للعروة الخريفية (متوسط الموسمين).

اليوم D	الصنف V	المعاملةC								المتوسط
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	
1	فيكو	0.097	0.094	0.098	0.091	0.091	0.090	0.073	0.090	0.090
	ريدا	0.107	0.101	0.108	0.092	0.108	0.103	0.098	0.105	0.103
المتوسط		**0.102**	**0.098**	**0.103**	**0.091**	**0.099**	**0.096**	**0.085**	**0.097**	**0.097^{f}**
2	فيكو	0.098	0.106	0.102	0.100	0.097	0.103	0.106	0.109	0.102
	ريدا	0.108	0.109	0.118	0.108	0.113	0.119	0.102	0.111	0.111
المتوسط		**0.103**	**0.107**	**0.110**	**0.104**	**0.105**	**0.111**	**0.104**	**0.110**	**0.107^{e}**
3	فيكو	0.109	0.110	0.108	0.108	0.101	0.107	0.108	0.113	0.108
	ريدا	0.117	0.113	0.122	0.115	0.126	0.122	0.110	0.117	0.118
المتوسط		**0.113**	**0.111**	**0.115**	**0.111**	**0.114**	**0.114**	**0.109**	**0.115**	**0.113^{d}**
4	فيكو	0.124	0.120	0.117	0.116	0.112	0.115	0.115	0.123	0.118
	ريدا	0.137	0.123	0.128	0.118	0.128	0.130	0.117	0.129	0.126
المتوسط		**0.130**	**0.122**	**0.123**	**0.117**	**0.120**	**0.122**	**0.116**	**0.126**	**0.122^{c}**
5	فيكو	0.137	0.134	0.133	0.127	0.122	0.125	0.115	0.131	0.128
	ريدا	0.147	0.145	0.141	0.128	0.137	0.137	0.119	0.133	0.136
المتوسط		**0.142**	**0.140**	**0.137**	**0.128**	**0.129**	**0.131**	**0.117**	**0.132**	**0.132^{b}**
6	فيكو	0.154	0.152	0.164	0.161	0.140	0.152	0.150	0.158	0.154
	ريدا	0.166	0.156	0.159	0.148	0.139	0.145	0.131	0.138	0.148
المتوسط		**0.160**	**0.154**	**0.161**	**0.155**	**0.140**	**0.148**	**0.140**	**0.148**	**0.151^{a}**
المتوسط العام		**0.125^{a}**	**0.122^{b}**	**0.125^{a}**	**0.118^{c}**	**0.118^{c}**	**0.120^{b}**	**0.112^{d}**	**0.121^{b}**	**0.120**
متوسط الأصناف	فيكو	**0.117^{b}**				ريدا	**0.123^{a}**			
$LSD_{0.05}$	Y=0.001*C=0.002*, V=0.001*, D=0.002*, CxV=0.003, CxD=0.004*, VxD=0.002*, CxVxD=0.003*									
CV%	5.4									

* المعنوية عند مستوى معنوية 0.05. ns تعني عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

4- تركيز أكسيد الصوديوم (مغ/100غ):

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في تركيز أكسيد الصوديوم بين فترات التخزين بعد القلع، والمعاملات والأصناف (الجدول، 8). فيلاحظ أن متوسط تركيز أكسيد الصوديوم كان الأعلى معنوياً عند اليوم السادس من التخزين (0.276 مغ/100 غ)، وتراجع بشكل تدريجي ومعنوي مع تراجع مدة التخزين، حيث كان الأدنى معنوياً عند اليوم الأول من التخزين (0.159 مغ/100غ). وكان أيضاً تركيزه الأعلى معنوياً عند المعاملة C5 (2% كلوريد الكالسيوم)، في حين كانت الأدنى معنوياً في المعاملة C2 (ماءات الكالسيوم 5%) (0.193 مغ/100غ)، كما كان تركيزه الأدنى معنوياً لدى الصنف ريدا متعدد الأجنة (0.213 مغ/100غ) بالمقارنة مع الصنف فيكو وحيد الجنين (0.227 مغ/100غ). ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعلات المتغيرات الثلاثة بعضها ببعض أن تركيز السكريات المرجعة كان الأعلى معنوياً عند اليوم السادس من التخزين، والمعاملة C7 (6% كلوريد الكالسيوم)، والصنف فيكو (0.310 مغ/100غ)، في حين كان الأدنى معنوياً بعد اليوم الأول من التخزين عند المعاملة C2 (5% ماءات الكالسيوم) لدى الصنف فيكو وحيد الجنين (0.145 مغ/100غ).

ويعزى سبب الارتفاع في تركيز أكسيد الصوديوم في جذور الشوندر في خلال فترة التخزين إلى ارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة (البركس) (الجدول 11) والتي تتناسب عكساً مع انخفاض نسبة النقاوة. يستنتج من ذلك أن ترك جذور الشوندر السكري المحصودة فترة زمنية في الحقل أدى إلى ارتفاع ملحوظ في أكسيد الصوديوم (الجباوي والعبدالله، 2016).

الجدول (8): تأثير فترة التخزين في محتوى الجذور من أكسيد الصوديوم (مغ/100غ) تحت تأثير معاملات تخزين مختلفة للعروة الخريفية (متوسط الموسمين).

اليوم D	الصنف V	المعاملة C								المتوسط
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	
1	فيكو	0.125	0.140	0.161	0.162	0.172	0.165	0.167	0.170	0.158
	ريدا	0.162	0.160	0.166	0.159	0.165	0.155	0.165	0.160	0.161
المتوسط		**0.143**	**0.150**	**0.163**	**0.160**	**0.168**	**0.160**	**0.166**	**0.165**	**0.159^{f}**
2	فيكو	0.160	0.145	0.201	0.193	0.195	0.198	0.214	0.231	0.192
	ريدا	0.189	0.165	0.189	0.167	0.190	0.174	0.206	0.179	0.182
المتوسط		**0.175**	**0.155**	**0.195**	**0.180**	**0.192**	**0.186**	**0.210**	**0.205**	**0.187^{e}**
3	فيكو	0.182	0.174	0.215	0.233	0.211	0.231	0.239	0.242	0.216
	ريدا	0.232	0.182	0.216	0.192	0.213	0.198	0.219	0.202	0.207
المتوسط		**0.207**	**0.178**	**0.216**	**0.213**	**0.212**	**0.215**	**0.229**	**0.222**	**0.211^{d}**
4	فيكو	0.207	0.180	0.239	0.248	0.253	0.260	0.287	0.280	0.244
	ريدا	0.244	0.208	0.232	0.213	0.213	0.203	0.241	0.217	0.221
المتوسط		**0.226**	**0.194**	**0.236**	**0.231**	**0.233**	**0.232**	**0.264**	**0.248**	**0.233^{c}**
5	فيكو	0.221	0.215	0.241	0.267	0.273	0.276	0.310	0.300	0.263
	ريدا	0.280	0.242	0.245	0.248	0.235	0.218	0.262	0.245	0.247
المتوسط		**0.250**	**0.229**	**0.243**	**0.258**	**0.254**	**0.247**	**0.286**	**0.273**	**0.255^{b}**
6	فيكو	0.259	0.250	0.280	0.272	0.308	0.296	0.310	0.345	0.290
	ريدا	0.300	0.256	0.268	0.267	0.253	0.234	0.267	0.256	0.263
المتوسط		**0.279**	**0.253**	**0.274**	**0.270**	**0.281**	**0.265**	**0.288**	**0.300**	**0.276^{a}**
المتوسط العام		**0.213^{e}**	**0.193^{f}**	**0.221^{cd}**	**0.219^{d}**	**0.223^{c}**	**0.218^{de}**	**0.241^{a}**	**0.236^{b}**	
متوسط الأصناف	فيكو	**0.227^{a}**				ريدا				**0.220**
	ريدا	**0.213^{b}**								
$LSD_{0.05}$	Y=0.002*C=0.004*, V=0.002*, D=0.004*, CxV=0.006*, CxD=0.011*, VxD=0.005*, CxVxD=0.015*									
CV%	7.1									

* المعنوية عند مستوى معنوية 0.05. ns تعني عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

الجدول (9): تأثير فترة التخزين في محتوى الجذور من أكسيد البوتاسيوم (مغ/100غ) تحت تأثير معاملات تخزين مختلفة للعروة الخريفية (متوسط الموسمين).

اليوم D	الصنف V	المعاملةC								المتوسط
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	
1	فيكو	0.968	1.081	1.237	1.336	1.320	1.268	1.283	1.305	1.225
	ريدا	1.271	1.256	1.398	1.249	1.293	1.227	1.294	1.256	1.281
المتوسط		**1.120**	**1.168**	**1.317**	**1.292**	**1.307**	**1.247**	**1.288**	**1.281**	**1.253^{f}**
2	فيكو	1.230	1.118	1.537	1.477	1.492	1.515	1.635	1.710	1.464
	ريدا	1.481	1.294	1.447	1.309	1.488	1.361	1.608	1.406	1.424
المتوسط		**1.356**	**1.206**	**1.492**	**1.393**	**1.490**	**1.438**	**1.621**	**1.558**	**1.444^{e}**
3	فيكو	1.395	1.335	1.642	1.777	1.612	1.762	1.822	1.801	1.643
	ريدا	1.802	1.429	1.645	1.503	1.660	1.548	1.705	1.578	1.609
المتوسط		**1.599**	**1.382**	**1.644**	**1.640**	**1.636**	**1.655**	**1.763**	**1.689**	**1.626^{d}**
4	فيكو	1.582	1.380	1.822	1.889	1.926	1.979	2.181	2.128	1.861
	ريدا	1.890	1.623	1.802	1.660	1.660	1.585	1.868	1.683	1.721
المتوسط		**1.736**	**1.501**	**1.812**	**1.775**	**1.793**	**1.782**	**2.025**	**1.905**	**1.791^{c}**
5	فيكو	1.687	1.641	1.836	2.039	2.076	2.098	2.353	2.278	2.001
	ريدا	2.161	1.877	1.892	1.922	1.825	1.690	2.027	1.900	1.912
المتوسط		**1.924**	**1.759**	**1.864**	**1.980**	**1.951**	**1.894**	**2.190**	**2.089**	**1.956^{b}**
6	فيكو	1.971	1.904	2.128	2.069	2.338	2.248	2.353	2.615	2.203
	ريدا	2.311	1.982	2.068	2.064	1.959	1.817	2.064	1.982	2.031
المتوسط		**2.141**	**1.943**	**2.098**	**2.066**	**2.149**	**2.033**	**2.208**	**2.298**	**2.117^{a}**
المتوسط العام		**1.646^{e}**	**1.493^{f}**	**1.705^{cd}**	**1.691^{cd}**	**1.721^{c}**	**1.675^{de}**	**1.849^{a}**	**1.803^{b}**	
متوسط الأصناف		فيكو				ريدا				**1.698**
		1.733^{a}				**1.663^{b}**				
$LSD_{0.05}$		Y=0.017*C=0.034*, V=0.017*, D=0.030*, CxV=0.049*, CxD=0.084*, VxD=0.042*, CxVxD=0.119*								
CV%		5.4								

* المعنوية عند مستوى معنوية 0.05. ns تعني عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

5– أكسيد البوتاسيوم (مغ/100غ):

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في تركيز أكسيد البوتاسيوم في جذور الشوندر السكري بين فترات التخزين بعد القلع، والمعاملات والأصناف (الجدول 9). يلاحظ أن متوسط تركيز أكسيد البوتاسيوم كان الأعلى معنوياً عند اليوم السادس من التخزين (2.117 مغ/100 غ)، وتراجع بشكل تدريجي ومعنوي مع تراجع مدة التخزين، حيث كان الأدنى معنوياً عند اليوم الأول من التخزين (1.253مغ/100غ). وكان تركيز أكسيد البوتاسيوم الأعلى معنوياً عند المعاملة C5 (2% كلوريد الكالسيوم) (1.849 مغ/100غ)، في حين كانت الأدنى معنوياً في المعاملة C2 (1.493 مغ/100غ)، وكان تركيز أكسيد البوتاسيوم الأدنى معنوياً لدى الصنف ريدا متعدد الأجنة (1.663 مغ/100غ) بالمقارنة مع الصنف فيكو وحيد الجنين (1.733 مغ/100غ).

ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعلات المتغيرات الثلاثة بعضها ببعض أن تركيز السكريات المرجعة كان الأعلى معنوياً عند اليومين الخامس والسادس من التخزين، والمعاملة C7 (6% كلوريد الكالسيوم)، والصنف فيكو (2.353 مغ/100غ)، في حين كان الأدنى معنوياً بعد اليوم الأول من التخزين عند المعاملة C2 (5% ماءات الكالسيوم) لدى الصنف فيكو وحيد الجنين (1.118 مغ/100غ).

ويعزى سبب الارتفاع في تركيز أكسيد البوتاسيوم في جذور الشوندر في خلال فترة التخزين إلى ارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة (البركس) (الجدول 11)، والتي تتناسب عكساً مع انخفاض نسبة النقاوة. يستنتج من ذلك أن ترك جذور الشوندر السكري المحصودة فترة زمنية في الحقل أدى إلى ارتفاع ملحوظ في أكسيد البوتاسيوم (الجباوي والعبدالله، 2016).

الجدول (10): تحليل التباين للآزوت الأميني أكسيد الصوديوم وأكسيد البوتاسيوم (مغ/100غ)

مصادر التباين	درجة الحرية	الآزوت الأميني (مغ/100 غ)			أكسيد الصوديوم (مغ/100 غ)			أكسيد البوتاسيوم (مغ/100 غ)		
		التباين	نسبة التباين (%)	الاحتمالية (P)	التباين	نسبة التباين (%)	الاحتمالية (P)	التباين	نسبة التباين (%)	الاحتمالية (P)
المكررات (R)	3	0.0003	6.2	-	0.0018	7.4	-	0.10	6.7	-
السنوات (Y)	1	0.1355	3270.0	<.001	0.0613	250.7	<.001	0.35	24.0	<.001
المعاملات الكيميائية (C)	7	0.0018	42.5	<.001	0.0199	81.6	<.001	1.09	74.1	<.001
الصنف (V)	1	0.0090	216.2	<.001	0.0359	146.6	<.001	0.94	63.7	<.001
فترة التخزين (D)	5	0.0480	1158.2	<.001	0.2397	979.8	<.001	13.29	899.4	<.001
C * V	7	0.0007	15.7	<.001	0.0232	94.7	<.001	1.28	86.6	<.001
C * D	35	0.0003	6.7	<.001	0.0009	3.8	<.001	0.06	3.7	<.001
V * D	5	0.0014	33.4	<.001	0.0039	15.9	<.001	0.22	14.6	<.001
C*V*D	35	0.0002	3.6	<.001	0.0009	3.8	<.001	0.05	3.6	<.001
الخطأ التجريبي	573	0.00004	-	-	0.0002	-	-	0.01	-	-

الجدول (11): تأثير فترة التخزين في نسبة المواد الصلبة الذائبة (%) تحت تأثير معاملات تخزين مختلفة العروة الخريفية (متوسط الموسمين).

اليوم D	الصنف V	المعاملةC								المتوسط
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	
1	فيكو	21.60	21.93	22.20	22.39	21.09	22.12	22.38	22.77	22.06
	ريدا	22.07	22.96	23.15	24.00	22.20	22.65	23.03	22.66	22.84
المتوسط		**21.83**	**22.44**	**22.67**	**23.19**	**21.64**	**22.38**	**22.70**	**22.72**	**22.45^{f}**
2	فيكو	23.54	22.93	22.95	22.81	22.42	23.72	22.92	22.86	23.02
	ريدا	23.83	23.32	24.60	23.09	23.08	24.07	24.19	23.79	23.74
المتوسط		**23.68**	**23.12**	**23.78**	**22.95**	**22.75**	**23.89**	**23.55**	**23.32**	**23.38^{e}**
3	فيكو	25.51	26.15	25.72	24.66	24.45	25.72	25.28	25.08	25.32
	ريدا	25.93	25.12	25.60	25.77	25.59	26.02	26.40	24.38	25.60
المتوسط		**25.72**	**25.63**	**25.66**	**25.21**	**25.02**	**25.87**	**25.84**	**24.73**	**25.46^{d}**
4	فيكو	28.42	28.61	28.29	26.85	27.14	28.27	27.78	27.49	27.85
	ريدا	28.29	28.28	28.26	28.56	29.31	29.26	28.82	28.93	28.71
المتوسط		**28.35**	**28.44**	**28.27**	**27.71**	**28.22**	**28.76**	**28.30**	**28.21**	**28.28^{c}**
5	فيكو	28.53	30.29	30.91	31.20	31.12	32.00	33.10	28.29	30.68
	ريدا	30.11	28.80	32.09	29.34	32.42	31.61	31.23	31.91	30.94
المتوسط		**29.32**	**29.54**	**31.50**	**30.27**	**31.77**	**31.80**	**32.16**	**30.10**	**30.81^{b}**
6	فيكو	29.28	31.54	31.12	30.89	31.76	35.39	31.28	31.08	31.54
	ريدا	30.75	31.95	32.10	34.24	32.62	33.38	33.46	32.34	32.60
المتوسط		**30.01**	**31.75**	**31.61**	**32.56**	**32.19**	**34.38**	**32.37**	**31.71**	**32.07^{a}**
المتوسط العام		**26.49^{d}**	**26.82^{bcd}**	**27.25^{abc}**	**26.98^{bcd}**	**26.93^{bcd}**	**27.85^{bcd}**	**27.49^{ab}**	**26.80^{cd}**	27.07
متوسط الأصناف	فيكو	**26.74^{b}**				ريدا	**27.40^{a}**			
$LSD_{0.01}$	Y=0.29*C=0.59*, V=0.30*, D=0.51*, CxV=0.84, CxD=1.45*, VxD=0.72, CxVxD=2.05									
CV%	7.7									

6–نسبة المواد الصلبة الذائبة (%):

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوي ($P\leq0.05$) في صفة نسبة المواد الصلبة الذائبة في الجذور بين فترات التخزين بعد القلع، والمعاملات والأصناف المدروسة (الجدول 11).

كانت نسبة المواد الصلبة الذائبة في الجذور الأعلى معنوياً عند اليوم السادس من التخزين (32.07%)، تلاها اليوم الخامس (30.81%)، ثم الرابع (28.28%) بفروقات معنوية بينهما، في حين كانت الأدنى معنوياً عند اليوم الأول (22.45 %). وكانت نسبة المواد الصلبة الذائبة الأقل معنوياً عند المعاملة الشاهد (C1) (26.49 %)، (الجدول11). وكانت نسبة المواد الصلبة في الجذور الأعلى معنوياً لدى الصنف متعدد الأجنة ريدا (27.40 %) بالمقارنة مع الصنف وحيد الجنين فيكو (26.74 %).

ويعزى سبب ارتفاع نسبة البركس إلى ارتفاع تركيز المواد المنحلة في الجذر نتيجة انخفاض المحتوى الرطوبي بعملية البخر، وخاصة مع ارتفاع درجات الحرارة. نستنتج أن ترك جذور الشوندر السكري المحصودة فترة زمنية في الحقل يؤدي لارتفاع ملحوظ في نسبة البريكس أو المواد الصلبة الذائبة، وهذا يؤثر سلباً في نسبة السكر المستخلص من الجذر (الجباوي والعبدالله، 2016).

وجد Wyse وDexter (1970) تذبذب نسبة المواد الصلبة الذائبة خلال فترة التخزين، نتيجة تحوّل السّكروز وبعض المركبات الأخرى إلى رافينوز، وسكريات مرجعة، وآزوت أميني، وبالتالي تتراكم الذائبات اللاسكريّة، مما يزيد من نسبة فقد السّكر في المولاس.

وبيّن Yousi-Narman وAbou El-Magd (2004) أن محتوى المواد الصلبة الذائبة في الجذور المعاملة بمزيج من ماءات الكالسيوم (5%)، وكلوريد الكالسيوم (2%)، قد سجّل أقل قيمة (26.30 %)، وسجّلت عيّنة الشاهد أعلى قيمة (32.76 %). وأشارت دراسات أخرى إلى ارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة في جذور الشوندر السكري على اختلاف طرق تخزينها (في العراء، مغطاة، وفي الظل) أو بغمرها بالصوديوم ميتا سلفات $Na_2S_2O_5$ بتركيز 500 ppm ولمدة 10 دقائق (Gibriel، 2003).

7–السكروز المفقود في المولاس (%):

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويةٍ ($P\leq0.05$) في صفة نسبة السكروز المفقود في المولاس بين فترات التخزين بعد القلع، والمعاملات والأصناف المدروسة (الجدول 12).

كانت نسبة السكروز المفقود في المولاس في الجذور الأعلى معنوياً عند اليوم السادس من التخزين (0.835%)، تلاها اليومين الخامس ثم الرابع بفروقات معنوية بينهما (0.771، 0.706 % على التوالي)، في حين كانت الأدنى معنوياً عند اليوم الأول (0.493 %). كما كانت نسبته الأعلى معنوياً عند المعاملة (C7) (6 % كلوريد الكالسيوم) (0.728 %)، (الجدول، 12). وكانت نسبته الأعلى معنوياً لدى الصنف وحيد الجنين فيكو (0.683 %) بالمقارنة مع الصنف متعدد الأجنة ريدا (0.655 %).

تباين الارتفاع في نسبة السكروز المفقود في المولاس ما بين المعاملات الكيميائية المختلفة للتخزين وبشكل معنوي ($P\leq0.05$)، حيث بلغت نسبته لأعلى قيمة في المعاملة (C7: كلوريد الكالسيوم 6%) (0.728%)، وكانت الفروقات معنوية بين الصنفين المختبرين، وارتفعت نسبة السكروز بدرجة أكبر في الصنف فيكو وحيد الجنين (0.683%).

ويعزى سبب ارتفاع نسبة السكروز المفقود في المولاس إلى ارتفاع درجات الحرارة (الجباوي والعبدالله، 2010)، خلال التخزين والتي أدت إلى زيادة نشاط عملية التنفس وتفكك السكروز إلى مكوناته الأساسية نتيجة ازدياد النشاط الاستقلابي المتواصل (Hein وزملاؤه، 2004؛ Campbell وKlotz، 2006). وبيّن (Bugbee، 1993؛ Van der Poel وزملاؤه، 1998) أن عمليات الاستقلاب كانت ضرورية من أجل التئام الجروح الموجودة على السطح الخارجي للجذور، والناجمة عن عملية القلع، ومن أجل بناء أنسجة الجذر السليمة. وقدّر الفقد الناجم عن استقلاب السكروز في الجذور بحوالي 100–250 غ /سكروز/اليوم/ لكل طن من جذور الشوندر السكري.

وقدِّرت الخسارة اليومية بالسكر الأبيض في المعاملة الشاهد في هذه الدراسة بمقدار 650 غ.

الجدول (12): تأثير فترة التخزين في نسبة السكروز المفقود في المولاس (%) تحت تأثير معاملات تخزين مختلفة للعروة الخريفية (متوسط الموسمين).

اليوم D	الصنف V	المعاملة C								المتوسط
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	
1	فيكو	0.384	0.428	0.489	0.522	0.520	0.500	0.504	0.514	0.483
	ريدا	0.502	0.495	0.546	0.491	0.510	0.484	0.509	0.496	0.504
المتوسط		0.443	0.461	0.517	0.507	0.515	0.492	0.507	0.505	0.493^{f}
2	فيكو	0.486	0.443	0.606	0.582	0.588	0.597	0.644	0.676	0.578
	ريدا	0.583	0.510	0.572	0.516	0.586	0.538	0.632	0.554	0.561
المتوسط		0.535	0.477	0.589	0.549	0.587	0.567	0.638	0.615	0.570^{e}
3	فيكو	0.551	0.528	0.647	0.699	0.635	0.694	0.717	0.711	0.648
	ريدا	0.709	0.563	0.650	0.592	0.654	0.610	0.670	0.622	0.634
المتوسط		0.630	0.545	0.649	0.646	0.645	0.652	0.694	0.667	0.641^{d}
4	فيكو	0.625	0.546	0.718	0.744	0.758	0.779	0.857	0.838	0.733
	ريدا	0.745	0.640	0.710	0.654	0.655	0.626	0.734	0.664	0.678
المتوسط		0.685	0.593	0.714	0.699	0.706	0.702	0.796	0.751	0.706^{c}
5	فيكو	0.667	0.649	0.725	0.803	0.817	0.826	0.924	0.897	0.789
	ريدا	0.851	0.741	0.746	0.756	0.719	0.667	0.796	0.748	0.753
المتوسط		0.759	0.695	0.736	0.780	0.768	0.747	0.860	0.822	0.771^{b}
6	فيكو	0.780	0.753	0.842	0.818	0.921	0.887	0.928	1.030	0.870
	ريدا	0.911	0.782	0.816	0.813	0.772	0.717	0.812	0.780	0.800
المتوسط		0.845	0.768	0.829	0.816	0.846	0.802	0.870	0.905	0.835^{a}
المتوسط العام		0.650^{e}	0.590^{f}	0.672^{cd}	0.666^{cd}	0.678^{c}	0.660^{de}	0.728^{a}	0.711^{b}	0.669
متوسط الأصناف		فيكو			ريدا					
		0.683^{a}			0.655^{b}					
$LSD_{0.05}$		Y=0.007*, C=0.013*, V=0.007*, D=0.011*, CxV=0.019*, CxD=0.032*, VxD=0.016*, CxVxD=0.046*								
CV%		6.9								

* المعنوية عند مستوى معنوية 0.05. ns تعني عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

سكروز/اليوم/لكل طن من الجذور (الجدول 12).

الجدول (13): تحليل التباين لكل من المواد الصلبة الذائبة والسكروز المفقود في المولاس (%)

مصادر التباين	درجة الحرية	نسبة السكروز المفقود في المولاس (%)			نسبة المواد الصلبة الذائبة (%)		
		التباين	نسبة التباين (%)	الاحتمالية (P)	التباين	نسبة التباين (%)	الاحتمالية (P)
المكررات (R)	3	0.015	7.08	–	17.974	4.13	<.001
السنوات (Y)	1	0.105	48.47	<.001	603.962	138.91	<.001
المعاملات الكيميائية (C)	7	0.164	75.89	<.001	17.974	4.13	<.001
الصنف (V)	1	0.151	69.90	<.001	84.987	19.55	<.001
فترة التخزين (D)	5	2.069	956.59	<.001	1999.249	459.82	<.001
C * V	7	0.194	89.81	<.001	6.312	1.45	0.182
C * D	35	0.008	3.83	<.001	3.366	0.77	0.569
V * D	5	0.034	15.56	<.001	3.366	0.77	0.569
C*V*D	35	0.008	3.75	<.001	5.472	1.26	0.150
الخطأ التجريبي	573	0.002	–	–	4.348	–	–

الاستنتاجات:

- تبين من النتائج أن إطالة فترة بقاء جذور الشوندر السكري في الأرض بعد القلع قد أدت إلى تدهور في المواصفات التصنيعية لجذور الشوندر السكري مما يؤثر سلباً على عملية تصنيع واستخلاص السكر في المصنع.
- كما بينت النتائج أن معاملة الجذور بماءات الكالسيوم (5 %) قد حسّن من الصفات التصنيعية للجذور، وكان الصنف متعدد الأجنة هو الأكثر تحملاً للتدهور عند إطالة فترة التخرين.

التوصيات:

- يفضل رش جذور الشوندر السكري أثناء فترة التخزين بالعراء بعد القلع بماءات الكالسيوم تركيز 5% لإعطائها أفضل النتائج للمؤشرات التتصنيعية وخاصة بالنسبة لنسبة السكروز، والسكروز المفقود في المولاس.
- ضرورة توريد جذور الشوندر السكري مباشرةً بعد القلع وخلال مدة 24 ساعة لتجنب التدهور الحاصل في المؤشرات التصنيعية لجذور الشوندر السكري، وبالتالي الإساءة إلى المواصفات النوعية للجذور وانخفاض كفاءة استخلاص السكر.
- يمكن الاعتماد في الوقت الراهن على زراعة الأصناف متعددة الأجنة في حال الاضطرار إلى تخزين الجذور في العراء لدى الفلاح أو شركات السكر كونها أكثر تحملاً وأقلها تضرراً مقارنة بالأصناف وحيدة الجنين.
- البحث مستقبلاً عن الأصناف أو الهجن-وحيدة الجنين الأقل تدهوراً والأفضل من حيث المواصفات التصنيعية، والأكثر ملاءمة للظروف الجوية في مناطق زراعة الشوندر السكري في سورية.

كلمة شكر : تتقدم أسرة المشروع بالشكر لصندوق دعم البحث العلمي والتطوير التقاني في وزارة التعليم العالي، على دعم وتمويل هذا البحث مناصفة مع وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية).

المراجع References:

- **الباقوني، محمد رياض وشريف صادق 2005**. تقانة السكر. الجزء النظري، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة البعث، حمص، سورية.
- **الجباوي، انتصار وأحمد العبدالله 2016**. تأثير فترة تخزين الشوندر السكري (*Beta vulgaris* var. *Crassa* Mansf) لمواعيد القلع تحت تأثير ظروف المنطقة الشمالية الشرقية من سورية. المجلة السورية للبحوث الزراعية. 3(2): 251–258.
- **Abd El- Mohsen, M. and M. Nezam El-Din 1996**. Chemical and technological studies on sugar beet roots. Egypt. J. Food Sci., 24(1).1 – 14.
- **Al-Jbawi E.M, S. Al Geddawi, and G. Alesha 2015**. Quality changes in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) roots during storage period in piles. International Journal of Environment. 4(4). 77-85.
- **AOAC. 2000**. Association of official analytical chemistry officinal methods of analysis. 17th Ed, Washington, DC USA. 2(44): 1-43.
- **Badawy, E. M. 1992**. Biochemical studies on sugar metabolism in sugar beet plants. Ph.D. Thesis, Fac. of Agric. Menoufiy Univ. Shebin El-Kom. Egypt. pp 1-2.
- **Bugbee, W. M. 1993.** In: The sugar beet crop: science into practice, Cook and Scott, eds. Champman and Hall. London.
- **Brown, J. D. and O. Lilliand .1964**. Rapid determination of potassium and sodium in plant material and soil extracts by Flamphotometry. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 48: 341-346.
- **Campbell, L. G., and K. L. Klotz .2006**. Postharvest storage losses associated with aphanomyces root rot in sugar beet. Journal of Sugar Beet Research. 43(4): 113-127.
- **Cattanach, A. W. C. Dahnke and C. Fanning .1993**. Fertilizing Sugar beet. North Dakota State University Agriculture and University Extension. Reviewed and Reprinted January 1993.
- **Edgell, T.; E. R. Brierley; and A. H. Cobb .1998**. An ultra-structural study of bruising in stored potato (*Solanum Tuberosum* L.) tubers. Annals of Applied Biology. 132: 143-150.
- **El-Hadidi, M.N. 1969**. Observation on the wound-healing process on some flowering plants. Mikrosopie. 25: 54-69.
- **Friedman, M. and G.M. McDonald .1997**. Potato Glycoalkaloides: Chemistry, analysis, safety and plant physiology. Critical Reviews in Plant Sciences. 16: 55-132.

- **Gibriel, A.Y. M.H.F. Madkour, F. Abd El-RazikAly, and A.M. Hozayen .2003**. Effect of some chemical treatment on the change of technological characteristics of sugar beet roots during storage .J. Agric. Sci., Ain Shams Univ., Cairo. 11(1) :303 – 314 .
- **Gomez, K.A. and A.A. Gomez .1984**. Statistical procedures for agricultural research. A Wiley-Inter-Science Publication, John Wiley. Pp 184-240.
- **FAO .2014**. Food and Agriculture Organization of United Nations. FAO Statistics.
- **Hein, W., G. Pollach, and E. Harzl (2004).** Investigations on the storage behavior of rhizomania tolerance sugar beet varieties. Zucker industrie. 129: 161-173.
- **Jaggard, K.W., C.J.A. Clark, and A.P. Draycott .1999**. The wright and processing quality of component of storage roots of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Journal of the Science of Food and Agriculture. 79: 1389-1398.
- **Kenter, C. and C.M. Hofman .2009**. Changes in the processing quality of sugar (*Beta vulgaris* L.) during long-term storage under controlled conditions. International Journal of Food Science and Technology. 44(5): 910-917.
- **Koster, P.B., P. Raats, and J. Jurritsma .1980**. The effect off some agronomical factors on the respiration of sugar beet. International institute for Sugar Beet Research (I.I.R.B.) 43rd Winter Congress I: pp. 109 – 125.
- **Klotz, K.L. and F.L. Finger .2002**. Contribution of invertase and sucrose synthesis isoforms to sucrose catabolism in developing sugar beet roots. Accepted of Publication in J. of Sugar Beet Research. 39(1-2): 1-24.
- **Magne, C. and F. Larher .1992**. High sugar content of extracts interferes with colorimetric determination of amino acids and free proline. Analytical Biochemistry.200(1):115-118.
- **McGinnis, R.A. 1982**. Analysis of sucrose content. p. 67-76. In R.A. McGinnis (ed.). Beet Sugar Technology, 3rd edition. Beet Sugar Development Foundation, Denver, Colorado.PP574.
- **Rittinger, P.A.; A.R. Biggs; and D.R. Peirson .1987**. Histochemistry of lignin and suberin deposition in boundary layers formed after wounding in various plant species and organs. Canadian Journal of Botany, 63: 1886-1892.
- **Satoh, S.; A. Sturm, T. Fujii, and M.J. Chrispeels .1992**. cDNA cloning of an extracellular dermal glycoprotein of carrot and its expression in response to wounding. Planta. 188: 432-438.

- **Shah, K.V.; P. K. Kapupara, T. R. Desai .2011**. Determination of sodium, potassium, calcium and lithium in a wheat grass by flame photometry. International Journal of Pharmaceutical Sciences. Available online: http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/3966/19/19_appendix.pdf. 899-909.
- **Slovtsova, G.A. .1986**. Productivity of sugar beet. Russian Agricultural Press Moscow. Russia. 239.
- **Van der Poel, P.W., H. Schiweck, and T. Schwartz (1998).** Sugar Technology. Beet and Cane Sugar Manufacture, Berlin: Dr. Albert Bartens KG. PP. 251 – 306.
- **Vukov, K. 1977**. Physics and chemistry of sugar beet in sugar manufacture. Akademia Kiado. Budapest.
- **Wyse, R.E. and S.T. Dexter .1971**. Effect of agronomic and storage practices on raffinose, reducing sugar and amino acid content of sugar beet varieties. Journal of the American Society of Sugar Beet Technologists. 16(5): 369-383.
- **Youssif-Nariman, O.A. and B.M. Abou- El-Magd .2004**. Effect of some chemical treatments on the chemical quality and storability of sugar beet roots after harvest. Egypt. J. Appl. Sci., 19 (11).