مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ــ (2010) ــ المجلد (26) ــ العدد 1 ــ الصفحات: 277-292

تأثير المعاملات الأولية في نوعية السبانخ خلال التخزين المجمد

صباح اليازجي[1] و عبد الحكيم عزيزية[1]

الملخص

هدف البحث إلى تحديد تأثير المعاملات الأولية في السبانخ الطازجة من حيث درجة حرارة السلق والمدة اللازمة لهذه العملية وإضافة الملح في نوعية السبانخ قبل التخزين المجمد وخلاله الذي امتد إلى 120 يوماً، وذلك من خلال دراسة بعض الصفات الكيميائية مثل درجة الحموضة ونسبة المادة الجافة والمواد الصلبة القابلة للانحلال في الماء والمواد غير القابلة للانحلال في الماء ونسبة الألياف فضلاً عن دراسة المحتوى الميكروبي وتحديد أسبابه في أثناء التخزين المجمد وأخيراً دراسة الصفات الحسية للسبانخ قبل مدة التخزين المجمد وبعدها. طبقت ثلاثة أنواع من المعاملات على السبانخ الطازجة إذ ثبت كل من درجة حرارة السلق والوقت اللازم وغير تركيز ملح الطعام المضاف، واعدت المعاملة الأولى بمنزلة الشاهد، بقيت السبانخ فيها كما هي دون إضافة ملح الطعام أما المعاملة الثانية فقد خضعت إلى عملية السلق على درجة حرارة 90 م° مدة 5 دقائق مع إضافة 3% من ملح الطعام، وخضعت المعاملة الثالثة أيضاً إلى عملية السلق على درجة الحرارة نفسها والوقت ذاته دون إضافة ملح الطعام. بينت نتائج الاختبارات أن أفضل معاملة من المعاملات الثلاث المطبقة على مادة السبانخ الطازجة كانت المعاملة (2) بدرجة حرارة سلق 90 م° مدة 5 دقائق وبإضافة 3% من ملح الطعام، تلتها المعاملة (3) بدرجة حرارة سلق 90 م° مدة 5 دقائق ودون إضافة ملح الطعام.

الكلمات المفتاحية: سبانخ، تخزين مجمد، صفات حسية،المحتوى الميكروبي

[1] قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، ص.ب 30621، جامعة دمشق، سورية.

Effect of Preliminary Treatments on Spinach Quality During Freezing Storage

S. Alyazigi[1] and A.Azizieh [2]

ABSTRACT

The objective of this investigation was to determine the effect of preliminary treatments on spinach quality during freezing storage. Three treatments were studied: first (fresh spinach without boiling), second (fresh spinach after boiling 90°C, 5 min., 3% *NaCl*), and third (fresh spinach after boiling 90°C, 5 min., 0% *NaC*l). Chemical analysis i.e.(pH, total of water soluble and insoluble solids and fibers), microbiological studies (total account of bacteria, yeast and fungi) also sensory evaluation have been carried out, to determine the acceptability of the best treatment by customer before and after freezing and during the storage time. The results showed that treatment (2) applied on fresh spinach (boiling temperature 90 °C, time 5 min. and 3% of *NaCl*) was the best, followed by treatment (3) (boiling temperature 90 °C, time 5 min. and 0% of *NaCl*).

Key words: Spinach, Freezing storage, Sensory evaluation, Microbiology

[1] Food Sci. Dep. Fac.Agr. P.O.Box 30621, Damascus University, Syria.

المقدمة

ازداد الطلب مؤخراً على الخضار الطازجة المعرضة لأقل مايمكن من العمليات التصنيعية والمضافات الغذائية، وانتشرت بشكل كبير أنماط جديدة لدى المستهلك في التوجه نحو استهلاك الخضار المجمدة المعرضة لبعض المعاملات الأولية (Beuchat, 1996; Wiley, 1994).

كذلك دأب كثير من الباحثين والمصنعين في تطوير نوعية منتجات الخضار المجمدة بما يتلاءم وحاجة المستهلك مع ضمان محافظتها على معظم صفاتها التغذوية فضلاً عن سهولة تداولها وتحضيرها (Kader, *et al.,* 1989; Nguyen and Carlin 1994)

يتميز نبات السبانخ باحتوائه على أوراق عريضة خضراء غامقة يمكن تناولها مطبوخة أو طازجة (CDCP, 2002)

يعدُّ الموطن الأصلي للسبانخ إيران ومنها انتشرت إلى أوروبا عام 1300م، ومن بعدها دخلت القارة الأمريكية في القرن التاسع عشر (Stone, 2003).

تعدُّ مادة السبانخ من الخضار الورقية ذات المحتوى العالي من الماء والعناصر المعدنية والفيتامينات اللازمة لبناء جسم الإنسان (الخطيب، 1989؛ Ehler, 1990).

من الناحية الطبية تعدُّ السبانخ من الأغذية المساعدة في علاج كثير من الأمراض مثل سرطان البروستات والقولون وأمراض القلب فضلاً عن تقوية العظام والمساعدة على زيادة النشاط الذهني والذكاء (Rodal Press, 1996; Whole Health, 2002).

تعد الخضار من أكثر المواد قابلية للتجميد السريع، وذلك بسبب التركيب النسيجي المتماسك فيها الذي يجعل من المادة المتجمدة بعد إزالة التجميد عنها مادة تحمل جميع المواصفات الموجودة في الخضار الطازجة بعد القطاف جميعها مع احتفاظها بكامل القيمة الغذائية ولاسيما الملونات الطبيعية والفيتامينات واحتفاظها بمواصفاتها الميكروبيولوجية (الجندي، 1975).

يعدُّ التجميد أحد أهم طرائق حفظ الخضار كونه يمتاز بالقدرة على إيقاف الظواهر الفيزيولوجية كلها من تنفس ونتح واستمرار في عملية النضج، إذ تحتفظ الخضار المجمدة بمعظم الخواص الحسية والفيزيائية (Brown, 2006).

في أثناء عملية تجميد الخضار ينفصل معظم ماء المادة الغذائية ويتجمع على شكل بللورات ثلجية ضمن المسافات البينية للخلايا ويترسب قسم من الغرويات والبروتينات الذائبة، وهي ظاهرة غير عكسية (عودة، 1994؛ قاسم، 1988).

يجب أن تكون درجات الحرارة والرطوبة النسبية في أثناء تخزين الخضار المجمدة ثابتة وغير متذبذبة ولا ترتفع عن – 18م° (كيالي، 1982؛ Brown, 2006).

كما أن ارتفاع الرطوبة النسبية للخضار المجمدة في أثناء مدة التخزين يؤدي إلى تكاثف البخار بشكل قطرات وانخفاضها يسبب الحروق التجميدية (الجندي، 1975؛ قاسم، 1988).

يؤدي تطبيق المعاملات الصحيحة على الخضار الطازجة بشكل عام وعلى السبانخ بشكل خاص قبل تخزينها إلى المحافظة على نوعية عالية لتلك المنتجات ولمدة زمنية طويلة (Nursal, 2005).

في دراسة أجريت لتحديد تأثير درجات حرارة تخزين مختلفة في الصفات الحسية للسبانخ الطازجة المغلفة بأكياس البولي ايثيلين وعلى مدد التخزين 4، 6 و8 أيام وبدرجات حرارة 4، 10 و20 م° على التوالي، وجد أن الصفات الحسية ولاسيما اللون قد ابتدأت بالتدهور مع زيادة مدة التخزين، فضلاً عن ارتفاع في المحتوى الميكروبي للسبانخ الطازجة بعد تلك المدد بشكل ملاحظ (Pandrangi and LaBorde 2004).

تؤثر كل من عمليتي التجميد والتعليب في نسبة الكلوروفيل في السبانخ، ففي دراسة لتحديد مستوى الكلوروفيل في السبانخ الطازجة والمجمدة والمعلبة وجد أن 15.9% من الكلوروفيل قد فُقدت خلال عملية التجميد و99.9% بعد عملية التعليب نتيجة الحرارة المرتفعة للتعقيم (Lopez- Ayerra et al. 1998).

كما أجريت دراسة تناولت فقدان السبانخ لكل من فيتامين C وبيتا كاروتين والكلوروفيل خلال التجفيف الطبيعي باستعمال الطرائق الصناعية، ووجد أن نسبة الفقد في العناصر عن طريق التجفيف بالوسائل الطبيعية (أشعة الشمس) كانت أعلى مما هي عليه مقارنة بطرائق التجفيف الصناعية، كما أن عملية تغليف السبانخ بطبقة مضاعفة من البولي ايثيلين أدت إلى خفض تدهور الصفات النوعية للسبانخ(Negi and Roy). (2001

وفي دراسة أخرى على تشعيع السبانخ بهدف إطالة مدة تخزينها المبرد وجد أنّه يمكن تخزين السبانخ المشععة تخزيناً مبرداً على درجة حرارة 4 م° مدة 15 يوماً مع المحافظة على صفاتها الحسية من لون وقوام ومحتواها من فيتامين C الذي لم يتأثر خلال مدة التخزين (Gomes, *et al.,* 2007).

وجدت (Gleim, *et al.,* 2006) خلال دراستها لمادتي السبانخ والهليون الطازجة والمجمدة أن محتوى تلك الخضار من الفيتامينات (C، الثيامين، الريبوفلافين والكاروتين) لم يتغير بشكل ملحوظ قبل عملية التجميد وبعدها. كما لوحظ في أثناء تخزين أوراق السبانخ الصغيرة الطازجة والمغلفة بأكياس من البولي ايثيلين ضمن وسط غازي معدل من الأوكسجين وغاز ثاني أوكسيد الكربون على درجة حرارة 5 م° مدة 12 يوماً انخفاض واضح في المحتوى الميكروبي لهذا النوع من السبانخ مع محافظته على صفات حسية جيدة، وذلك مقارنة بالشاهد الذي لم يخضع لعملية التغليف ضمن وسط غازي معدل (Allende, *et al.,* 2004).

أجريت مقارنة للصفات الحسية لكل من السبانخ الطازجة غير المعرضة لعملية السلق والمغلفة بأكياس من البولي ايثيلين المفرغة وغير المفرغة من الهواء ومقارنتها بالسبانخ المسلوقة المعبئة بالأغلفة نفسها وبالشروط نفسها بعد مدة تخزين مجمد مدة 1، 5، 12، و26 أسبوعاً على درجة حرارة -18 م° وقد وجد أن الصفات الحسية للسبانخ المسلوقة والمغلفة كانت أفضل كثيراً مما هي عليه في السبانخ غير المسلوقة ولاسيما صفات الشكل الخارجي والرائحة والنكهة، وذلك بغض النظر عن طريقة التغليف المفرغ أو غير المفرغ من الهواء، في حين كانت نسبة فيتامين C في السبانخ غير المسلوقة أعلى مما هي عليه في المسلوقة خلال مدة التخزين المجمد (Baum, 1978).

كما أجري تحديد نسبة الحديد في السبانخ قبل عملية التخزين المجمد وبعدها مدة 12 شهراً إذ لوحظ انخفاض في كمية الحديد من 70 إلى 5 ميكروغرام/100 غرام سبانخ (Kioontz, *et al.,* 2005).

وفي دراسة أخرى حول مستويات فيتامين C في مجموعة من الخضار من بينها السبانخ ومدى تأثير عملية التصنيع والتخزين والتجميد لتلك الخضار الطازجة في فيتامين C، وجد أن عملية التجميد الأولي لتلك الخضار أدت إلى خفض فيتامين C بنسبة 19-51% حسب نوع الخضار المدروسة، في حين أدت عملية التجميد في أثناء عملية التخزين المجمد إلى فقدان 27-57 % من فيتامين C وذلك عند انتهاء مرحلة التخزين المجمد التي حددت بستة أشهر (Nursal, 2005).

نظراً إلى ما يتمتع به تجميد الخضار من أهمية كبيرة في عملية الحفظ، ولما تحتويه مادة السبانخ من العناصر المعدنية والفيتامينات الضرورية لبناء جسم الإنسان، ولما تتمتع به من صفات تجعل منها مادة سريعة التلف والفساد بسبب الكائنات الحية الدقيقة والانزيمات الداخلية التي تؤثر تأثيراً كبيراً في فقدانها للجزء المهم من محتواها الغذائي، وحرصاً على تحسين طريقة الحفظ وتطويرها وتقليل الهدر وبسبب عدم وجود دراسات محلية تتناول حفظ السبانخ بالتجميد فقد هدف هذا البحث إلى التوصل إلى أفضل المعاملات الأولية التي تطبق على مادة السبانخ الطازجة من تنظيف وتقطيع وسلق وإضافة بعض المواد الحافظة لتخزينها مجمدة مدة طويلة مع المحافظة على جودة الصفات الحسية لها ومحتواها من الفيتامينات والعناصر المعدنية.

مواد البحث وطرائقه

المعاملات المطبقة على السبانخ المعدة للتخزين المجمد

تم الحصول على السبانخ المستخدمة طازجة من السوق المحلية بعد القطاف بنحو 5- 6 ساعات وهي من الصنف البلدي (أو الشامي) تتمتع بأوراق متوسطة الحجم ذات لون اخضر غامق وقد أُخذت العينات بوزن 300 غرام وبواقع ثلاثة مكررات لكل عينة،

وبعد إجراء الفرز والتقطيع وإزالة الشوائب ونهاية الأعواد أصبح وزن العينة الواحدة نحو 200 غرام.

تلا ذلك غسيل للأوراق بالماء العادي ثلاث مرات لضمان التخلص من الأتربة والشوائب والبقايا النباتية العالقة فيها، ثم أخضعت للمعاملات الأولية الآتية:

1- عملية السلق لإيقاف النشاط الأنزيمي الذي يؤدي إلى إحداث تغيرات غير مرغوب فيها في الخضار المجمدة.

2- تبريد أوراق السبانخ بعد عملية السلق إلى درجة حرارة الغرفة، وذلك بواسطة تيار مائي من الصنبور مباشرة والهدف من ذلك تشكيل صدمة حرارية مفاجئة لوقف النشاط البكتيري ووقف التأثير الحراري في أوراق السبانخ.

3- التصفية لإزالة الماء العالق على الأوراق.

4- التعبئة بأكياس من البولي ايثيلين بأوزان محددة مع ترك فراغ بسيط مراعاة لازدياد الحجم بعد التجميد، يلي ذلك إغلاق محكم للعبوات بواسطة اللحام الكهربائي ووضع بطاقات التعريف على كل عبوة.

5- تجميد عبوات السبانخ المغلفة على درجة حرارة -20 م° وهي الحرارة نفسها التي تمت فيها عملية التخزين المجمد.

حُدّدت ثلاث معاملات ستطبق على السبانخ الطازجة بما فيها معاملة الشاهد تختلف فيما بينها حسب نوع العمليات التحضيرية، وقد أعطيت الأرقام (1-2-3).

والجدول (1) يوضح أوزان السبانخ خلال مدة التحضير وبعد التجميد، والمعاملات الأولية المطبقة عليها.

الجدول (1) أوزان السبانخ خلال التحضير وبعد التجميد والمعاملات الأولية المطبقة عليها

وزن السبانخ والمعاملات المطبقة عليها	معاملات السبانخ		
	1	2	3
المادة الخام / غ	300	300	300
بعد التنظيف وإزالة الشوائب/غ	200	200	200
بعد السلق / غ	200	165	185
بعد التجميد / غ	162.16	152.69	165.7
المضافة *NaCl*%	0	3	0
درجة حرارة السلق / م°	0	90	90
زمن السلق / دقيقة	0	5	5

الاختبارات الكيميائية

حُدّدت درجة الحموضة ونسبة المادة الجافة والمواد الصلبة القابلة للانحلال بالماء ونسبة المواد غير القابلة للانحلال بالماء ونسبة الألياف قبل مدة التخزين المجمد وخلالها، حسب (AOAC, 2000).

الاختبارات الميكروبيولوجية

أجريت عملية عد كلي لكل من البكتريا والفطور والخمائر في الزمن صفر وبعد 30، 60، 90 و120 يوماً على التوالي للوقوف على أعداد الكائنات الحية الدقيقة فيها باستخدام البيئات الآتية:

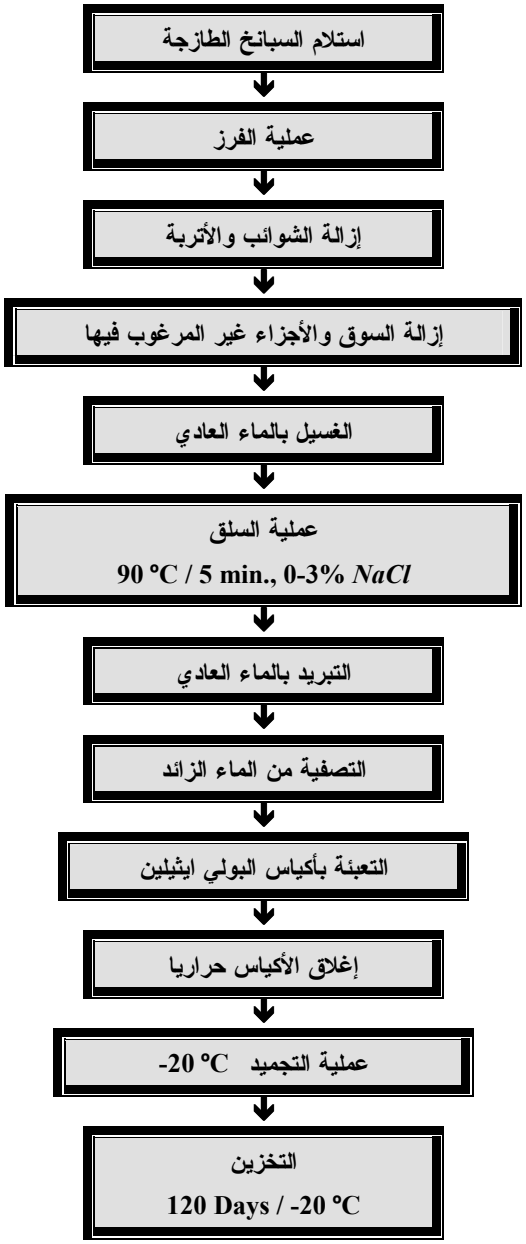
- بيئة العد الكلي للبكتريا حيث استخدمت بيئة الآجار المغذي التي تتألف من 3 غرامات مستخلص خميرة و4 غرامات بيبتون و15 غرام آجار لكل 1 ليتر ماء عقمت على 121 م° لمدة 20 دقيقة.
- بيئة دكستروز البطاطا لتحديد العدد الكلي للفطريات والخمائر، ويتم تحضيرها بإضافة 39 غراماً من البيئة الجاهزة تضاف إلى ليتر من الماء المقطر وتحرك حتى تمام الذوبان، ثم تعقم على درجة حرارة 121 م° مدة 20 دقيقة.

الاختبارات الحسية

قُيّمت الصفات الحسية لمعاملات السبانخ قبل مدة التخزين المجمد وبعدها بواسطة لجنة تذوق مكونة من 7 أشخاص مدربين لإجراء الفحوص الحسية، وقد استخدمت طريقة Hedonic Scale وأعطيت لكل صفة 5 درجات (Lawless, *et al.,* 1999).

التحليل الإحصائي

أُجري التحليل الإحصائي اعتماداً على تصميم القطع المنشقة بواقع ثلاثة مكررات لكل معاملة، ولكل مكرر منها ثلاثة مكررات لكل اختبار، وأجري بعدها تحليل التباين لكل اختبار باستخدام برنامج SPSS، وحسبت قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D) على مستوى ثقة 5%.



الشكل (1) يبين مخطط العمليات الأولية المطبقة على االسبانخ

النتائج ومناقشتها

دراسة التغيرات في درجة الحموضة ومكونات السبانخ قبل مدة التخزين المجمد وخلالها

يلاحظ من الجدول (2) انخفاض واضح في درجة الحموضة لكلتا المعاملتين 1 (معاملة الشاهد) و3 (المعاملة التي تعرضت لعملية السلق على درجة حرارة 90 م° مدة 5 دقائق ولم يضف إليها ملح الطعام) قبل مدة التخزين المجمد وبعدها وذلك بالمقارنة مع المعاملة 2 التي تعرضت لعملية السلق على درجة حرارة 90 م° ولمدة 5 دقائق والمضاف إليها 3% ملح الطعام، حيث حافظت على درجة الحموضة دون تغير يذكر وهذا يعود إلى أن ملح الطعام في المعاملة 2 قد أسهم بشكل غير مباشر في ثبات درجة الحموضة في أثناء مدة التخزين المجمد، كما أن وجود فروق معنوية بين المعاملتين 1 و3 من جهة والمعاملة 2 من جهة أخرى يؤكد أن عملية السلق وإضافة ملح الطعام قد حافظتا على درجات حموضة قريبة جداً عند المعاملة 2 قبل عملية التجميد وبعد الانتهاء من عملية التخزين المجمد.

الجدول (2) لمعاملات السبانخ قبل مدة التخزين المجمد وخلالها pH التغيرات في درجة الحموضة

المعاملات/التخزين	قبل التجميد	المدة الزمنية للتخزين المجمد/ يوم			
		30	60	90	120
1 المعاملة	8.1^{a}	6.92^{a}	6.36^{a}	6^{a}	5.8^{a}
2المعاملة	8.1^{a}	8.11^{b}	8.19^{b}	8.25^{b}	8.25^{b}
3المعاملة	8.1^{a}	7.23^{c}	6.41^{a}	6.1^{a}	5.88^{a}

يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوى 0.05

يلاحظ من خلال الجداول (3، 4، 5) انخفاض في كل من نسبة المادة الجافة والمواد الصلبة المنحلة بالماء وفي نسبة المواد غير القابلة للانحلال بالماء للمعاملات جميعها مع زيادة مدة التخزين المجمد وذلك مقارنة بما هي عليه قبل عملية التجميد، يعزى هذا الانخفاض إلى فقد جزء من مكونات المادة الغذائية مع العصارة الخلوية المنسابة من السبانخ المجمدة بعد إزالة حالة التجميد عنها خلال فترات التخزين. ولكن لدى مقارنة هذا الانخفاض ولاسيما ما يتعلق بنسبة المادة الجافة وبنسبة المواد الصلبة القابلة للانحلال بالماء يلاحظ أن الفقد كان اقل ما يمكن عند المعاملة 2 وذلك مقارنة ببقية المعاملات، وهذا يعود إلى درجة الحرارة وزمن السلق ونسبة ملح الطعام المضافة التي تميزت بها المعاملة 2، بسبب احتفاظها بأكبر كمية ممكنة من مكونات المادة الغذائية للسبانخ، وهذا ما يؤكده وجود الفروق المعنوية الواضحة بين المعاملتين 1 و3 من جهة والمعاملة 2 من جهة أخرى لدى مقارنة النتائج قبل عملية التجميد وبعد الانتهاء من عملية التخزين المجمد.

الجدول (3) التغيرات في نسبة المادة الجافة الكلية لمعاملات السبانخ قبل مدة التخزين المجمد % وخلالها.

المعاملات/التخزين	قبل التجميد	المدة الزمنية للتخزين المجمد/ يوم			
		30	60	90	120
1 المعاملة	12.02^{a}	9.03^{a}	8.72^{a}	8.47^{a}	8.33^{a}
2المعاملة	12.02^{a}	11.47^{b}	11.45^{b}	11.09^{b}	11.01^{b}
3المعاملة	12.02^{a}	8.34^{c}	8.01^{c}	7.79^{c}	7.62^{c}

يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوى 0.05

الجدول (4) التغيرات في نسبة المواد الصلبة القابلة للانحلال بالماء للسبانخ قبل مدة التخزين المجمد % وخلالها.

المعاملات/التخزين	قبل التجميد	المدة الزمنية للتخزين المجمد/ يوم			
		30	60	90	120
1 المعاملة	3.9^{a}	1.72^{a}	1.61^{a}	1.6^{a}	1.55^{a}
2المعاملة	3.9^{a}	3.27^{b}	3.25^{b}	3.1^{b}	2.81^{b}
3المعاملة	3.9^{a}	2.07^{c}	1.88^{a}	1.55^{a}	1.51^{a}

يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوى 0.05

الجدول (5) التغيرات في نسبة المواد غير القابلة للانحلال بالماء للسبانخ قبل مدة التخزين المجمد % وخلالها.

المعاملات/التخزين	قبل التجميد	المدة الزمنية للتخزين المجمد/ يوم			
		30	60	90	120
1 المعاملة	88.07^{a}	57.31^{a}	54.01^{a}	53.16^{a}	51.99^{a}
2المعاملة	88.07^{a}	61.42^{b}	58.78^{b}	58.13^{b}	57.63^{b}
3المعاملة	88.07^{a}	69.65^{c}	68.77^{c}	68.49^{c}	66.45^{c}

يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوى0.05

على عكس ذلك لوحظ ازدياد واضح في نسبة الألياف في معاملات السبانخ كلها خلال مدة التخزين المجمد إذ ازدادت بزيادة مدة التخزين المجمد، ويعود ذلك إلى التغيرات التي حصلت في التركيب النسيجي لمعاملات السبانخ خلال مدد التخزين المجمد التي نتج عنها خروج قسم من العصارة الخلوية إلى المسافات البينية داخل التركيب النسيجي للسبانخ لتشكل بللورات متجمدة، وبعد إزالة حالة التجميد تعود هذه البلورات للانصهار وتتوزع داخل المسافات البينية للخلايا دون العودة إليها مما يؤدي إلى زيادة في نسبة الألياف داخل التركيب النسيجي للسبانخ، والجدول (6) يوضح الزيادة في نسبة الألياف.

الجدول (6) التغيرات في نسبة الألياف لمعاملات السبانخ قبل مدة التخزين المجمد % وخلالها.

المعاملات/التخزين	قبل التجميد	المدة الزمنية للتخزين المجمد/ يوم			
		30	60	90	120
1 المعاملة	1.39^{a}	1.62^{a}	1.86^{a}	2.49^{a}	2.87^{a}
2المعاملة	1.39^{a}	2.12^{b}	2.63^{b}	3.03^{b}	3.28^{b}
3المعاملة	1.39^{a}	2.64^{c}	3.01^{c}	3.66^{c}	3.09^{c}

يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوى 0.05

دراسة الصفات الميكروبيولوجية لمعاملات السبانخ قبل مدة التخزين المجمد وخلالها

لوحظ من دراسة نتائج التحليل الميكروبي لمعاملات السبانخ انخفاض واضح في التعداد الكلي للبكتريا، وتناسب هذا الانخفاض طردا مع زيادة مدة التخزين المجمد لهذه المعاملات، وبمقارنة التعداد الكلي للبكتريا بين المعاملات الثلاث قبل عملية التجميد نلاحظ أن المعاملة 2 تحتوي على اقل تعداد للبكتريا، وهذا يعود إلى كون المعاملة 2 قد تعرضت لعملية سلق على 90 م° مدة 5 دقائق مع إضافة 3% ملح طعام وهذا يعود إلى تأثير درجة الحرارة المرتفعة والزمن اللازم في الكائنات الحية الدقيقة فضلاً عن وجود ملح الطعام (جدول 7).

الجدول (7) التعداد الكلي للبكتريا في 10 غ لمعاملات السبانخ قبل مدة التخزين المجمد وخلالها.

المعاملات/التخزين	قبل التجميد	المدة الزمنية للتخزين المجمد/ يوم		
		30	60	90
1المعاملة	$10^{6}\times^{a}1.5$	$10^{5}\times^{a}5.7$	$^{4}10\times^{a}1$	$^{3}10\times^{a}1.1$
2المعاملة	$10^{2}\times^{b}2.7$	$10^{2}\times^{b}2$	$10^{1}\times^{b}5.5$	$10^{1}\times^{b}1$
3المعاملة	$^{4}10\times^{c}6$	$^{4}10\times^{c}3$	$^{3}10\times^{c}4.9$	$10^{2}\times^{c}7$

يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوى0.05

أما التعداد الكلي للخمائر والأبواغ لمعاملات السبانخ فكما يلاحظ من الجدولين (8 و9) أن الأبواغ وُجدت قبل عملية التجميد وبعد التخزين المجمد مدة شهر وبزيادة مدة التخزين لم يلاحظ وجود للابواغ. أما الخمائر فقد ظهرت فقط قبل عملية التجميد ولم تلاحظ بعد عملية التجميد وبداية التخزين المجمد على الإطلاق، وهذا مرده إلى أن درجة حرارة التجميد دون الدرجة الدنيا لنمو معظم الكائنات الحية الموجودة بشكل طبيعي على مادة السبانخ الطازجة، لذلك لم تستطع غالبية الكائنات الحية النمو والاستمرار على هذه الدرجة من الحرارة المنخفضة، لذلك تم التوقف عن التحري لوجود الأحياء الدقيقة بعد 90 يوماً من التخزين المجمد.

الجدول (8) التعداد الكلي للأبواغ في 10 غ لمعاملات السبانخ قبل مدة التخزين المجمد وخلالها

المعاملات/التخزين	قبل التجميد	المدة الزمنية للتخزين المجمد/ يوم		
		30	60	90
1المعاملة	$^{a}90$	$^{a}10$	3	0
2المعاملة	$^{b}20$	$^{b}15$	0	0
3المعاملة	$^{c}30$	$^{c}30$	0	0

يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوى 0.05

الجدول (9) التعداد الكلي للخمائر في 10 غ لمعاملات السبانخ قبل مدة التخزين المجمد وخلالها

المعاملات/التخزين	قبل التجميد	المدة الزمنية للتخزين المجمد/ يوم		
		30	60	90
1المعاملة	$3\times^{a}10^{4}$	0	0	0
2المعاملة	$6\times^{b}10$	0	0	0
3المعاملة	$9.1\times^{c}10$	0	0	0

يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوى 0.05

دراسة الصفات الحسية لمعاملات السبانخ قبل مدة التخزين المجمد وخلالها

تبين دراسة الصفات الحسية لمعاملات السبانخ المختلفة قبل وخلال عملية التخزين المجمد وجود فروق معنوية واضحة بين المعاملة 1 و3 من جهة والمعاملة 2 من جهة أخرى لدى مقارنة النتائج قبل التجميد وبعد الانتهاء من التخزين المجمد لكل صفة حسية، أما لون السبانخ وقوامه فيلاحظ تراجع في هاتين الصفتين مع زيادة مدة التخزين المجمد، وكان التدهور واضحاً في صفة اللون الأخضر وصفة القوام عند المعاملة 1 وأقل منه عند المعاملة 3، في حين كان الحال أفضل في المعاملة 2 حيث تراجعت صفة اللون الأخضر والقوام أقل مايمكن. ويعزى ذلك إلى تفكك مادة الكلوروفيل وتحللها سواء بتأثير الضوء والأكسدة أو بفعل النشاط الأنزيمي. وكان التراجع في اللون الأخضر أقل ما يمكن في المعاملات التي تعرضت لعملية السلق، وهذا ما ينطبق على المعاملتين 2 و3. أما الانخفاض في صفة القوام فيعود إلى تهدم بناء الأنسجة والخلايا والتغير في التركيب النسيجي بسبب تجمد الماء ثم انسيابه بعد ذوبانه.

أما الرائحة فقد لوحظ وجود فروق معنوية واضحة بين المعاملتين 1 و3 من جهة وبين المعاملة 2 من جهة أخرى إذ تدهورت هذه الصفة مع زيادة مدة التخزين المجمد مقارنة بما هي عليه قبل عملية التجميد، وكان التدهور في هذه الصفة اقل مايمكن عند المعاملة 2 تلتها مباشرة المعاملة 3 وكان التدهور واضحاً في هذه الصفة عند المعاملة 1،

ويعود ذلك إلى بعض التفاعلات الكيميائية والتحللات الأنزيمية وفقدان في بعض المواد المسببة للنكهة. أما فيما يتعلق بالطعم فقد تراجعت هذه الصفة قليلاً مع زيادة مدة التخزين المجمد لكل من المعاملتين 2 و3 إذ كانت الفروق المعنوية بينهما ضئيلة، بينما كان هذا التراجع والتدهور واضحاً في المعاملة 1 إذ الفروق المعنوية واضحة بينها وبين كل من المعاملتين 2 و3 وذلك مقارنة بالحالة قبل عملية التجميد للمعاملات كلها. وقد توافقت هذه النتائج مع كل من (Brown, 2006; Baum, 1978). والجدول (10) يوضح نتائج تقييم الصفات الحسية والتذوق لمعاملات السبانخ قبل مدة التخزين المجمد وخلالها.

الجدول (10) تقييم الصفات الحسية والتذوق لمعاملات السبانخ مدة التخزين المجمد وخلالها.

الصفات الحسية للمعاملات		قبل التجميد	المدة الزمنية للتخزين المجمد/ يوم			
			30	60	90	120
المعاملة1	اللون	^{a}4.9	^{a}3.6	^{a}3.2	^{a}2.8	^{a}2.2
	القوام	^{a}4.6	^{a}3.7	^{a}3.6	^{a}2.9	^{a}2.4
	الرائحة	^{a}4.7	^{a}3.6	^{a}2.9	^{a}2.5	^{a}2.2
	الطعم	^{a}4.8	^{a}3.8	^{a}2.9	^{a}1.9	^{a}1.7
	المتوسط العام	^{a}**4.75**	^{a}**3.67**	^{a}**3.15**	^{a}**2.52**	^{a}**2.12**
المعاملة2	اللون	^{a}4.9	^{b}4.7	^{b}4.2	^{b}4.1	^{b}4.1
	القوام	^{a}4.6	^{b}4.5	^{b}4.3	^{b}4.2	^{b}4.2
	الرائحة	^{a}4.7	^{b}4.6	^{b}4.55	^{b}4.5	^{b}4.5
	الطعم	^{a}4.8	^{b}4.7	^{b}4.1	^{b}3.9	^{b}3.7
	المتوسط العام	^{a}**4.75**	^{b}**4.62**	^{b}**4.3**	^{b}**4.17**	^{b}**4.12**
المعاملة3	اللون	^{a}4.9	^{c}4.3	^{b}4.1	^{c}3.6	^{c}3.6
	القوام	^{a}4.6	^{a}3.9	^{a}3.5	^{c}3.2	^{c}2.8
	الرائحة	^{a}4.7	^{a}3.6	^{a}2.9	^{c}2.8	^{c}2.6
	الطعم	^{a}4.8	^{a}3.7	^{c}3.1	^{c}2.6	^{c}2.5
	المتوسط العام	^{a}**4.75**	^{c}**3.87**	^{c}**3.4**	^{c}**3.05**	^{c}**2.87**

يشير اختلاف الأحرف في العمود الواحد ضمن الصفة الواحدة إلى وجود فروق معنوية على مستوى0.05

الاستنتاجات والمقترحات

تخلص نتائج هذه الدراسة بما يأتي:

1- تؤدي عملية سلق السبانخ الطازجة لثبات اللون الأخضر فضلاً عن تثبيط النشاط الأنزيمي ووقف التفاعلات الحيوية داخل أنسجة المادة الحية قبل مدة التخزين المجمد وخلالها.

2- أدت عملية التعبئة داخل أغلفة البولي ايثيلين والإغلاق المحكم إلى منع انتشار التلوث الجرثومي، والحفاظ على السائل المنساب من خلايا أنسجة السبانخ من الضياع لاحتوائه على جزء -لا باس به- من العناصر الغذائية المنحلة به

3- يساعد اختيار الأصناف الملائمة ومدة النضج المثالية في نجاح عملية التخزين المجمد للسبانخ، فقد ثبت أن انخفاض المحتوى المائي وارتفاع نسبة الألياف والإسراع -ما أمكن- بالتحضيرات الأولية والتجميد السريع للسبانخ قد أدى إلى إعطاء نتائج أفضل من حيث الصفات الحسية للسبانخ بعد مدد التخزين المجمد.

4- نتج عن إضافة ملح الطعام في أثناء عملية سلق السبانخ المحافظة على ثبات درجة الحموضة وتقليل التأثيرات والتغيرات التي تمر بها المعاملات خلال التخزين المجمد، كما تؤدي إضافة الملح إلى خفض وتراجع في العدد الكلي للكائنات الحية الدقيقة.

5- ضرورة استهلاك السبانخ مباشرة بعد إزالة حالة التجميد عنها وعدم عودتها إلى التجميد مرة أخرى، لأن ذلك سيؤثر في بنية السبانخ وقوامها وتهتك أليافها وليونة الأنسجة وتردي قوامها.

يوصى باستخدام المعاملة 2 (درجة حرارة سلق 90 م°، وزمن السلق 5 دقائق مع إضافة 3% مادة ملح الطعام) عند التخزين المجمد للسبانخ أو المعاملة 3 (درجة حرارة سلق 90 م°، وزمن السلق 5 دقائق دون إضافة مادة ملح الطعام).

REFERENCES المراجع

الجندي محمد ممتاز. (1975). الصناعات الغذائية، الجزء الثالث، حفظ وتصنيع الأغذية. الدار القومية للطباعة والنشر. القاهرة

الخطيب أحمد. (1989). أسرار الغذاء والتغذية.

العودة كرم، المصري سليمان، الخياط غسان حمادة و سفر عادل. (1994). أسس حفظ الأغذية. منشورات جامعة دمشق.

كيالي علي زياد. (1982). الصناعات الغذائية. منشورات جامعة حلب

قاسم مصطفى. (1988). مبادئ حفظ الأغذية. الجزء النظري. منشورات جامعة حلب

Allende, A., Yaguang, L., McEvoy, J., Artés, F., and Wang, C.Y. (2004). Microbial and quality changes in minimally processed baby spinach leaves stored under super atmospheric oxygen and modified atmosphere conditions. Post harvest Biology and Technology. Vol. 33, No.1. 51-59.

AOAC (2000). Official methods of analysis, Washington, DC.

Baum, B.N.R., Hicks, J.R., Tabacchi, M.H., and Brecht, P.E. (1978). Evaluation of evacuated packages as an alternative to blanching for frozen spinach. Food Sci. Vol. 44, No.2. 404-406.

Beuchat, L.R., (1996). Pathogenic microorganisms assotcited with fresh produce. J. Food Protection. 59: 204-216.

Brown, E. (2006). Freezing Guide, Freezing Spinach. Thrifty Fun Co. Retrieved from: www.thriftyfun.com.

CDCP (2002). Centre for Disease Control and Prevention. Vegetable of the Month Spinach. Retrieved Feb. 24, 2005 from: www.cdc.gov.

Ehler, J.T. (1990) Food Facts & Trivia-Food Reference, Spinach. Retrieved Feb 26, 2005 from: www.foodreference.com

Feinstein, A. (1996). Healing with Vitamins. The ultimate guide to using nature‘s powerhouse nutrients for preventing and curing disease. Rodale Press, Inc. Emmaus Pennsylvania, USA, P.18.

Gleim, E.G., Donald, T.K., and Fenton, F. (2006). Ascorbic Acid, Thiamin, Riboflavin, and carotene contents of asparagus and spinach in the fresh, stored, and frozen states, both before and after cooking. Food Sci. Vol. 9, No.6. 471-490.

Gomes, C., Moreira, R.C., Castell-Perez, M.E., Kim, J., Silva, D.A., and Castillo, A. (2007). E-Beam Irradiation of Bagged, Ready-to-Eat Spinach Leaves (Spinacea oleracea): An Engineering Approach. Food Sci. Vol. 73, No.2. 95-102.

Kader, A.A., Zagory, A. D., and Kerbel, E. L. (1989). Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. Crit.Rev. Food Sci. Nutr. Vol. 28: 1-30.

Kioontz, J.L., Philips, K.M., Exler, J., Holden, J.M., Gebhadt, S.E., and Haytowitz, D.B. (2005). Comparison of total folake concentrations in food determined by microbiological assay at several experienced U.S. Commercial Laboratories. J. AOAC Int. Vol. 88(3): 805-813.

Lawless, H. T., and Heymann, H. (1999). The Sensory evaluation of food principle and practices, Chapman Hall Food Science, Book (ANASDN publication), Gaithersburg, Maryland. P451.

López-Ayerra, B., Antonia, A. M., and Garcia-Carmona, F. (1998). Lipid peroxidation and chlorophyll levels in spinach during refrigerated storage and after industrial processing. Food Chemistry. Vol. 61, No.1.114-117.

Negi, P.S., and Roy, S.K. (2001). Effect of drying conditions on quality of green leaves during long term storage. Food Research International. Vol. 34, No.4. 283-287.

Nguyen, C., and Carlin, F. (1994). The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. Vol. 34: 371-401.

Nursal, B., and Yucecan, T.S. (2005). Influence of commercial freezing and storage on vitamin C content of some vegetables. International Journal of Food Science & Technology. Vol. 43, No.2. 316-321.

Pandrangi, S., and LaBorde, L.F. (2004). Retention of Folate, Carotenoids, and Other Quality Characteristics in Commercially Packaged Fresh Spinach. Food Sci. Vol. 69, No.9. 702-707.

Stone, F. (2003). Spinach Packs a Healthy Punch. Retrieved Feb 24, 2005 from: www.healthcentral .com

Whole Health MD. (2002) Spinach. Retrieved Feb 24, 2005 from: www.wholehealthmd.com

Wiley, R.C. (1994). Introduction to minimally processed refrigerated fruits and vegetables. Chapman & Health Inc. New York. P. 1-14.

Received	**2009/02/10**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2009/05/11**	**قبول البحث للنشر**