تأثير المعاملة بأشعة كاما ودرجة حرارة الخزن على القابلية الخزنية لتقاوي البطاطا صنف ديزري

سعد عبد الواحد المحمدي* محمد قاسم الجبوري** فاخر حمد الركابي**

الملخص

أجريت الدراسة في وحدة المخازن المبردة التابعة لقسم البستنة – كلية الزراعة – جامعة بغداد للموسمين 2000 – 2001 و 2001 – 2002. نفذت خلالها تجربة مخزنية على درنات البطاطا صنف ديزري، تضمنت تعريض الدرنات إلى أشعة كاما من مصدر الإشعاع كوبلت 60 (Co^{60}) بالجرع الإشعاعية 0، 15، 30 و 60 كراي للموسم الأول و0، 7.5، 15، 30 و60 gray للموسم الثاني. وزعت المعاملات على ثلاثة مخازن بدرجات حرارة مختلفة (5 ± 1°م) و(10 ± 1°م) والمخزن المهوى الرطب (من 9 إلى 30°م). تفوقت الجرعة المرتفعة 60 كراي في خفض كل من السيادة القمية، النسبة المئوية للتزريع, النسبة المئوية لوزن البراعم الرطب، النسبة المئوية لفقدان الوزن والنسبة المئوية للتلف وتركيز IAA بينما ادت الى رفع النسبة المئوية للمركبات الفينولية. وادت درجة الحرارة 5م الى خفض السيادة القمية ، النسبة المئوية للتزريع، النسبة المئوية لوزن البراعم الرطب، النسبة المئوية لفقدان الوزن والنسبة المئوية للتلف ولكنها رفعت نسبة المركبات الفينولية مقارنة بالمخزن المهوى الرطب في حين سجلت الدرجة الحرارية 10°م اعلى نسبة تزريع.

المقدمة

البطاطا *Solanum tuberosum* L. من بين أهم محاصيل الخضراوات في العالم تتبع العائلة الباذنجانية *Solanaceae* وتأتي في المرتبة الثانية بعد الحبوب وتعد مصدرا رخيصا للطاقة. ويعد تزريع درنات تقاوي البطاطا في أثناء خزنها احد الاسباب الرئيسة للتلف فضلا عن الفقد بالوزن الذي قد يصل الى 50% لاسيما اذا كان الخزن تحت ظروف الخزن الاعتيادي وعلى هذا الاساس صممت طرائق الحفظ من اجل اطالة مدة سكون درنات البطاطا وذلك بأعاقة عملية التزريع ومنع التغيرات غير المرغوب فيها وقد تضمنت الخزن بدرجات حرارة منخفضة او باستعمال بعض الطرائق المانعة للإنبات (10).

ولقد حققت تقنية التشعيع هذا الهدف بما يضمن حفظ درنات البطاطا من الانبات والتدهور لمدة خزن طويلة. فمن نتائج دراسات عديدة اشار الكثير من الباحثين إلى ان استعمال اشعة كاما بجرع مختلفة ادى الى منع التزريع وتقليل فقدان الوزن والتلف في كثير من اصناف البطاطا المخزنة في درجات حرارة مختلفة (14، 17، 24). وتعد المركبات الفينولية من اكثر المركبات تعقيداً في الثمار، حيث اشار شرباش (9) ان انزيم Phenylalanine (PAL) ammonia lyase يساعد في تمثيل المركبات الفينولية في النبات في الوقت الذي يعمل كمساعد لانزيم IAA-oxidase. كما ان معاملة درنات البطاطا باشعة كاما حفزت نشاط هذا الانزيم في الدرنات لاسيما في منطقة البرعم والقشرة (23). واتفقت نتائج عدد من البحوث على ان تعريض درنات البطاطا الى اشعة كاما ادى الى خفض تركيز الحامض IAA تدريجيا وربما الى فقده بالكامل بعد التشعيع وفي اثناء مدة التخزين مما جعلها تدخل في طور سكون جديد فضلا عن طور سكونها الاصلي وبذلك تمتد مدة بقائها في المخزن ويرتبط ذلك بزيادة نشاط انزيم IAA-oxidase

---

جزء من اطروحة دكتوراه للباحث الاول.

* كلية الزراعة جامعة الانبار– الانبار، العراق.

** كلية الزراعة جامعة بغداد– بغداد، العراق.

وكذلك انخفاض تركيز الحامض الاميني تربتوفان **Tryptophan** بنسبة **50%** والذي يعد البادئ لانتاج الهرمون **IAA** مما يؤثر بعد ذلك في تكوينه (**29**). ولأهمية هذا المحصول فأن هذه الدراسة تهدف الى معرفة تأثير اشعة كاما في القابلية الخزنية لدرنات تقاوي البطاطا.

المواد وطرائق البحث

أجريت الدراسة في وحدة المخازن المبردة والحقول التابعة لقسم البستنة–كلية الزراعة –جامعة بغداد للموسمين **2000–2001** و**2001– 2002** على درنات البطاطا ***Solanum tuberosum*** للصنف ديزري **Desiree**. تم تشعيع الدرنات بأشعة كاما في منظمة الطاقة الذرية المنحلة (وزارة العلوم والتكنولوجيا حالياً) بجهاز خلية كاما الكندية الصنع **Gammacell-220** مصدرها الإشعاعي كوبلت (^{60}Co) وشععت كل معاملة بجرعة واحدة من الجرع الآتية: **0، 15، 30** و**60 gray** للموسم الأول و**0، 7.5، 15، 30** و**60 gray** للموسم الثاني وقد رُمز لجرع أشعة كاما: D_0، D_1، D_2، D_3 و D_0، $D_{0.5}$، D_1، D_2 وD_3 للموسمين على التوالي. تمت تعبئة الدرنات بأكياس بلاستيكية مشبكة وبواقع **8** كغم لكل عينة وبأربعة مكررات للمعاملة الواحدة. وزعت بعد ذلك المعاملات بتاريخ **27/ 8/ 2000** للموسم الأول و**30/ 7/ 2001** للموسم الثاني على ثلاثة مخازن بدرجات حرارة مختلفة هي:

1. المخزن المبرد بدرجة حرارة **5 ± 1**م ورطوبة نسبية **85 – 90%**.
2. المخزن المبرد بدرجة حرارة **10 ± 1**م ورطوبة نسبية **80 – 85%**.
3. المخزن المهوى الرطب وكما في جدول (**1**).

جدول **2**: درجات الحرارة العظمى والصغرى والرطوبة النسبية في المخزن المهوى الرطب للموسمين **2000 – 2001** و **2001 – 2002**

الشهر	الأسبوع	الموسم الأول 2000–2001 م			الموسم الثاني 2001–2002 م		
		درجة الحرارة م		الرطوبة النسبية %	درجة الحرارة م		الرطوبة النسبية %
		العظمى	الصغرى		العظمى	الصغرى	
آب	1	–	–	–	36.2	30.7	65.5
	2	–	–	–	35.5	29.2	68.3
	3	–	–	–	33.1	26.5	70.1
	4	33.0	28.5	55.0	30.7	25.4	74.0
أيلول	1	33.0	28.0	58.0	29.9	24.9	75.8
	2	32.0	27.0	61.5	29.0	24.0	77.0
	3	31.0	27.5	64.3	28.8	23.5	74.1
	4	29.6	27.1	68.1	28.2	23.5	82.0
تشرين الأول	1	27.5	24.3	73.0	25.3	20.9	83.7
	2	26.2	23.3	77.0	24.3	20.0	93.0
	3	26.4	23.6	90.0	23.0	19.1	97.0
	4	26.1	23.0	90.1	21.5	17.1	97.7
تشرين الثاني	1	24.2	20.0	90.0	20.1	16.2	98.4
	2	20.1	15.0	92.5	19.2	15.2	98.2
	3	17.0	13.0	94.0	15.1	12.1	98.1
	4	14.0	10.0	94.5	14.5	10.6	98.5
كانون الأول	1	11.7	9.3	95.0	16.0	14.0	99.0
	2	11.6	8.7	95.0	16.1	14.4	98.5
	3	10.1	7.3	97.0	16.4	14.3	98.5
	4	10.1	6.8	97.5	13.6	12.7	96.0
كانون الثاني	1	9.5	6.4	97.0	16.3	13.4	97.0

رمز للمخازن الثلاثة T_1، T_2 وT_3 على التوالي. ثم خزنت درنات معاملات تجربة البحث لمدة أربعة أشهر للموسم الأول وخمسة أشهر للموسم الثاني. سجلت النسبة المئوية لكل من السيادة القمية, التزريع ,الوزن الرطب للبراعم الى وزن الدرنات, فقدان الوزن والتلف وتم كذلك تقدير المركبات الفينولية للموسم الثاني فقط وفق طريقة **Arnow's**

method (19) والهرمون الطبيعي الداخلي IAA وذلك باستعمال جهاز الكرموتوكرافيا السائل ذي الاداء العالي HPLC (13) وللموسم الثاني فقط ايضا. استعملت التجربة العاملية المتشعبة Nested-Factorial Experiment اذ وزعت المعاملات في تجربة عاملية ضمن التصميم العشوائي الكامل Factorial Experiment In CRD ثم اجري تحليل النتائج حسب جدول تحليل التباين وقورنت المتوسطات الحسابية باستعمال اختبار دنكن المتعدد الحدود عند مستوى احتمال 5% (4).

النتائج والمناقشة

أظهر التحليل الإحصائي لمعدلات النسب المئوية للسيادة القمية والتزريع والوزن الرطب للبراعم المبينة في الجداول (2، 3 و4) انخفاضاً تدريجياً ومعنوياً لهذه النسب مع زيادة مقدار الجرعة الإشعاعية، إذ سجلت أقل النسب عند الجرعة D_3 مقارنة بأعلى هذه النسب للدرنات غير المعاملة D_0 لموسمي الدراسة. كما كان لدرجات الحرارة تأثير معنوي في هذه النسب إذ انخفضت مع انخفاض درجة حرارة الخزن عند الدرجة T_1 مقارنة بالدرنات المخزنة في المخزن المهوى الرطب T_3 لصفتي السيادة القمية ووزن البراعم الرطب بينما كانت اعلى نسبة تزريع في الدرنات المخزنة بدرجة الحرارة T_2. كما اظهر التداخل بين جرعات اشعة كاما ودرجات حرارة الخزن تاثيراً معنوياً في هذه النسب وذلك من ملاحظة نتائج الجداول ذاتها يتضح ان ادنى انخفاض بلغته هذه النسب في درنات المعامله D_3T_1.

جدول 2: تأثير أشعة كاما ودرجة حرارة الخزن لتداخل بينهما في النسبة المئوية للسيادة القمية درنات لدرنات تقاوي البطاطا للموسمين الأول (A) والثاني (B)

(A)				
النسبة المئوية للسيادة القمية				T / D
معدل الجرع (كراي)	T_3	T_2	T_1	
a 74.61	a 100.0	b 68.70	c 55.13	D_0
b 61.49	a 88.67	cd 52.20	cd 43.60	D_1
c 46.53	b 75.00	de 39.40	f 25.20	D_2
d 32.37	cd 46.20	ef 27.10	f 23.80	D_3
	a 77.47	b 46.85	c 36.93	معدل درجة الحرارة °م)
(B)				
النسبة المئوية للسيادة القمية				T / D
معدل الجرع (كراي)	T_3	T_2	T_1	
a 64.48	a 79.37	abcd 36.30	abcde 50.77	D_0
ab52.83	abc74.20	cdef 44.20	def 40.10	$D_{0.5}$
ab 53.37	ab 75.37	abcde 45.23	def 39.50	D_1
bc 38.89	abcd 66.70	ef 30.93	f 19.03	D_2
c 31.80	abcde 51.10	ef 25.40	f 18.90	D_3
	a 69.35	b 41.81	b 33.66	معدل درجة الحرارة °م)

المتوسطات التي تتشابه بالحروف ضمن العوامل الرئيسة أو التداخل لا تختلف عن بعضها معنوياً حسب اختبار دنكن متعدد الحدود وعلى مستوى احتمال 5%.

ان تأثير الجرع المستعملة من أشعة كاما في تثبيط التزريع وتقليل نمو البراعم على درنات البطاطا يمكن ان يعزى إلى تداخل عدة عوامل مختلفة مثل تثبيط تمثيل الحامض النووي DNA وحدوث اضطراب في عملية التنفس بجانب زيادة نشاط إنزيمات الأكسدة وانخفاض مستويات هرمون النمو Indole Acetic Acid (IAA) مما يؤدي إلى حدوث اضطراب في جميع العمليات الفسيولوجية داخل الخلية والتي تؤدي إلى منع انقسامها أو موتها (7، 12). لذلك يمكن ان نتوقع ان نسبة من البراعم الموجودة في عيون الدرنات المعرضة لأشعة كاما لا بد ان تتأثر فعند موت البرعم الطرفي في الدرنة فان ذلك يعني تحفيز بقية براعم الدرنة على النمو وزوال تأثير السيادة القمية في حين لو تأثر أو قتل أي برعم آخر على الدرنة فان ذلك لن يشكل إلاّ نسبة هذا البرعم إلى بقية البراعم في عيون الدرنة، أي ان نسبة تأثيره في السيادة القمية أقل من البرعم الطرفي.

جدول 3: تأثير أشعة كاما ودرجة حرارة الخزن والتداخل بينهما في النسبة المئوية لتزريع درنات تقاوي البطاطا للموسمين الأول (A) والثاني (B)

(A)				
النسبة المئوية للسيادة القمية				T / D
معدل الجرع (كراي)	T_3	T_2	T_1	
a 75.50	b 81.10	a 97.40	d 48.00	D_0
b 63.40	c 67.60	b 80.57	de 42.03	D_1
c 53.29	c 64.33	c 61.87	e 33.67	D_2
d 33.41	d 45.00	d 45.08	f 10.16	D_3
-	b 64.51	a 71.22	c 33.46	معدل درجة الحرارة °م)
(B)				
النسبة المئوية للسيادة القمية				T / D
معدل الجرع (كراي)	T_3	T_2	T_1	
a 77.45	b 80.43	a 94.33	de 57.60	D_0
b 65.86	bc 72.47	b 81.47	fg 43.63	$D_{0.5}$
c 59.21	cd 65.10	bc 74.40	gh 38.13	D_1
c 54.29	cd 66.10	cd 65.47	h 31.30	D_2
D 40.49	de 56.67	ef 52.20	i 12.61	D_3
-	b 68.15	a 73.57	c 36.65	معدل درجة الحرارة °م)

المتوسطات المتشابهة بالحروف ضمن العوامل الرئيسة أو التداخل لا تختلف عن بعضها معنوياً حسب اختبار دنكن المتعدد الحدود وعلى مستوى احتمال 5%.

جدول 4: تأثير أشعة كاما ودرجة حرارة الخزن والتداخل بينهما في النسبة المئوية لوزن البراعم الرطب الوزن إلى وزن درنات تقاوي البطاطا للموسمين الأول (A)

(A)				
النسبة المئوية لوزن البراعم الرطب/وزن الدرنات				T / D
معدل الجرع (كراي)	T_3	T_2	T_1	
a 3.79	a 9.53	d 1.85	e 0.008	D_0
b 2.82	b 8.06	e 0.39	e 0.00	D_1
c 2.29	c 6.88	e 0.009	e 0.00	D_2
d 0.17	e 0.55	e 0.00	e 0.00	D_3
-	a 6.25	b 0.56	c 0.002	معدل درجة الحرارة (°م)
(B)				
النسبة المئوية لوزن البراعم الرطب/وزن الدرنات				T / D
معدل الجرع (كراي)	T_3	T_2	T_1	
a 6.17	a 15.02	e 2.96	fgh 0.54	D_0
b 4.40	b 12.13	f 1.03	h 0.05	$D_{0.5}$
b 3.52	b 9.79	fg 0.74	h 0.03	D_1
d 2.96	d 8.64	gh 0.22	h 0.00	D_2
e0.29	f 0.88	f 0.88	h 0.00	D_3
-	a 9.29	b 0.99	c 0.13	معدل درجة الحرارة (°م)

المتوسطات المتشابهة بالحروف ضمن العوامل الرئيسة أو التداخل لا تختلف عن بعضها معنوياً حسب اختبار دنكن المتعدد الحدود وعلى مستوى احتمال 5%.

أما نتائج النسبة المئوية للتزريع فانها تتفق مع ما توصل اليه العاجل (3)، Islam وجماعته (14) الذين لاحظوا ان جرع أشعة كاما التي تراوحت بين 60-120 كراي ثبطت من نمو البراعم إلاّ ان التثبيط لا يكون جيداً إلاّ باستعمال الجرع العالية ، وقد وجد ان الجرعة 60 كراي كافية لتقليل التزريع بصورة جيدة.

ومن المعروف ان الانتقال من حال السكون إلى حالة النمو النشط يبدأ مع نشاط بناء المركبات الفسفورية الثنائية والثلاثية الفوسفات الغنية بالطاقة ATP وADP يتبعه تجمع للأحماض النووية RNA وDNA بالكمية اللازمة لعملية التزريع ، لذا فان تعرض الدرنات إلى أشعة كاما بجرع أكثر من 50 كراي يؤدي إلى نقص تمثيل الأحماض النووية مع حدوث تدهور أو تغير في تركيب ما هو موجود فعلاً في الأنسجة المرستيمية بجانب تثبيط بناء المركبات الفسفورية النووية

الغنية بالطاقة ، وعليه فان تثبيط بناء النكليوتيدات والحامض النووي DNA بوساطة أشعة كاما في الأنسجة المرستيمية قد يكون الأساس لمنع تزريع الدرنات (20).

ومن خلال القياسات التي أجريت لمستوى الهرمون الطبيعي IAA والمركبات الفينولية (والتي سيأتي شرحها لاحقاً) لوحظ انخفاض مستوى الهرمون بشكل كبير وارتفاع نسبة المركبات الفينولية لاسيما في الدرنات المعرضة لأشعة كاما بالجرع العالية، وقد يكون لتحطيم الهرمون IAA بسبب زيادة نشاط الإنزيم IAA-oxidase وارتفاع نسبة المركبات الفينولية والتي تثبط انقسام الخلايا أحد أهم الأسباب المتوقعة لحالة السكون في الدرنات المعرضة لأشعة كاما (7، 15، 29).

وبالنسبة لوزن البراعم إلى وزن الدرنات فان هذه النتائج تتفق مع ما توصل اليه العاجل (3)، Kuzin (16) وقد علل Ussuf وNair (29) سبب انخفاض هذه النسبة إلى دور أشعة كاما في تثبيط مقدرة البراعم على النمو في الدرنات المعاملة بها مما سيقلل من حجم هذه البراعم مقارنة بالبراعم التي يكون حجمها اكبر من الدرنات غير المعاملة.

وفيما يخص تأثير درجة الحرارة فان صفة السيادة القمية والتي تتناسب عكسياً مع طول مدة السكون فإذا خزنت الدرنات في ظروف تساعد على زيادة مدة السكون تصبح السيادة القمية ضعيفة والعكس صحيح، وتعد افضل وسيلة لتحقيق ذلك تخزين الدرنات في درجة 4°م لمدة شهرين ثم نقلها بعد ذلك إلى حرارة أكثر ارتفاعا مما سيؤدي إلى انباتها خلال شهر واحد مع تكوينها لنحو 3–4 نموات/درنة (25)، وقد يكون تفسير ذلك راجعاً إلى ان المعاملات التي من شأنها ان تطيل مدة السكون مثل درجة الحرارة المنخفضة ستساعد براعم الدرنات في التخلص من المواد المثبطة للنمو مثل حامض الابسيسك ABA مع زيادة في إنتاج المواد المشجعة للنمو مثل الجبريلينات ومن ثم نمو اكبر عدد ممكن من براعم الدرنات مما يخفض من ظاهرة السيادة القمية (7)، في حين أشار اسماعيل (5) إلى ان خزن الدرنات في درجات حرارة مرتفعة في بداية الخزن يشجع السيادة القمية في الدرنات كما في المخزن المهوى الرطب (T_3).

وقد يعود الانخفاض في نسبة تزريع الدرنات المخزنة بدرجة 5°م إلى دور الدرجة المنخفضة هذه في إطالة طور السكون وقد اتفقت هذه النتيجة مع نتائج كل من البرزنجي وجماعته (1) Nakagawa وجماعته (22) ولعل تفسير ذلك يعود إلى ان درجات الحرارة المنخفضة تعمل على تناقص فعالية مشجعات النمو مثل الجبرلين (26) والسايتوكاينين (28). وأوضح Thomas وجماعته (27). ان خزن الدرنات في درجة 20°م يقلل من نسبة تزريعها عن الدرنات المخزنة في 10–15°م ويتفق ذلك مع ما وجده McGee وجماعته (21) الذي أشار إلى ان ارتفاع درجة الحرارة أكثر من الحدود الملائمة للتزريع يثبط النمو بسبب تثبيط الفعاليات الحيوية داخل الدرنة، وقد يعزى إلى ذلك سبب تفوق الدرجة 10°م وارتفاع نسبة التزريع فيها.

ونتيجة لإطالة طور السكون للدرنات المخزنة في درجة 5م فانها عملت على خفض مقدرتها على التزريع على العكس من الدرنات المخزنة في درجة الحرارة 10م والمخزن المهوى الرطب فيلاحظ ان درجات الحرارة المرتفعة هذه قد حفزت درنات البطاطا على التزريع المبكر مما زاد من نسبة البراعم النامية ومن ثم ارتفعت فيها نسبة وزن البراعم إلى وزن الدرنات وتتفق هذه النتيجة مع ما وجده العاجل (3) من ان الدرنات المخزنة بدرجة حرارة 5°م أعطت نسبة وزن البراعم إلى وزن الدرنات أقل من درجتي الحرارة 10 و2 م. كما ويلاحظ زيادة الوزن الرطب للبراعم الناتجة في الموسم الثاني نتيجة لزيادة مدة الخزن عن الموسم الأول.

ازدادت النسبة المئوية لفقدان وزن الدرنات المخزنة بزيادة مدة الخزن . وقد عملت جميع الجرع الاشعاعية المستعملة على خفض هذه النسبة معنوياً في الدرنات المعاملة مقارنة بالدرنات غير المعاملة (جدول 5) إذ تفوقت الجرعة D_3 في تقليل هذه النسبة إلى أدنى معدلاتها فيما ارتفعت في الدرنات غير المعاملة بأشعة كاما.

جدول 5: تأثير أشعة كاما ودرجة حرارة الخزن والتداخل بينهما في النسبة المئوية لفقدان الوزن لدرنات تقاوي البطاطا للموسمين الأول (A) والثاني (B)

(A)				
النسبة المئوية لفقدان الوزن				T / D
معدل الجرع (كراي)	T_3	T_2	T_1	
a 8.41	a 14.49	c 6.29	d 4.46	D_0
b 7.18	a 14.07	de 4.12	fe 3.35	D_1
c 6.59	a 13.71	def 3.73	gh 2.33	D_2
d 4.31	b 8.00	f 2.93	h 2.01	D_3
	a 12.57	b 4.27	c 3.04	معدل درجة الحرارة (°م)
(B)				
النسبة المئوية لفقدان الوزن				T / D
معدل الجرع (كراي)	T_3	T_2	T_1	
a 9.44	a 15.42	d 7.18	e 5.72	D_0
b 8.40	a 15.39	e 5.67	g 4.15	$D_{0.5}$
c 7.96	a 15.13	f 4.92	g 3.82	D_1
d 7.33	b 14.55	g 4.27	h 3.16	D_2
e 5.12	c 8.95	g 3.78	I 2.63	D_3
	a 13.89	b 5.16	c 3.89	معدل درجة الحرارة (°م)

المتوسطات المتشابهة بالحروف ضمن العوامل الرئيسة أو التداخل لا تختلف عن بعضها معنوياً حسب اختبار دنكن المتعدد الحدود وعلى مستوى احتمال 5%.

أما عن تأثير درجة حرارة الخزن فقد تفوقت الدرجة T_1 في خفض النسبة المئوية للفقد بالوزن مقارنة بالدرجة T_3 (المخزن المهوى الرطب) الذي ارتفعت فيه النسبة للموسمين.

ومن نتائج الجدول ذاته يتبين ان للتداخل بين جرع أشعة كاما ودرجة الحرارة تأثيراً معنوياً في النسبة المئوية للفقد بالوزن فقد عملت المعاملة D_3T_1 على خفض النسبة مقارنة بأعلى نسبة ظهرت في المعاملة D_0T_3.

ان الفقد بالوزن في الدرنات المخزنة يكون نتيجة لعوامل عديدة فالمعروف ان التزريع يكون مرتفعاً في الدرنات غير المعاملة بأشعة كاما لذلك ستنمو البراعم بسرعة كبيرة عكس الدرنات المعاملة التي تكون البراعم النامية فيها قليلة أو معدومة (جدول 3). ان زيادة جرعة أشعة كاما المستعملة تؤدي إلى خفض الفقد بالوزن من الدرنات وذلك لان المكون الأساس للفقد بالوزن هو الفقد الرطوبي والذي انخفض بزيادة جرع الأشعة المستعملة ، فضلاً عن ان البراعم المتكونة على الدرنات غير المعاملة ستكون أكثر وأطول من البراعم المتكونة على الدرنات المعاملة والتي تتميز بخلوها من الطبقة الفلينية الخارجية المحيطة بالدرنات لهذا تفقد الدرنات غير المعاملة كمية رطوبة أكثر لذا ستقل قيمتها النوعية بصورة أسرع من الدرنات المعاملة بأشعة كاما (18)، وتتفق هذه النتيجة مع نتائج عدد من الباحثين (3، 12، 14) الذين أشاروا إلى انخفاض النسبة المئوية للفقد بالوزن في الدرنات المعاملة بأشعة كاما.

ويعود السبب في انخفاض نسبة الفقد بالوزن في الخزن المبرد إلى انخفاض درجة الحرارة (بالأخص درجة 5°م) وارتفاع الرطوبة وانخفاض نسبة التزريع كما وتؤدي درجات الحرارة المنخفضة الى تقليل تنفس الدرنات وتعمل نسبة الرطوبة المرتفعة على تقليل الفقدان الرطوبي من الدرنات (2) في حين يعزى الارتفاع في نسبة الفقد بالوزن في المخزن المهوى إلى ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة وقد اتفقت هذه النتيجة مع مطلوب (6) الذي وجد ارتفاع نسبة الفقد بالوزن بارتفاع درجات الحرارة وانخفاض رطوبة المخزن وأيضاً بسبب نمو البراعم في الدرنات بشكل اكبر من باقي المعاملات واتفقت هذه النتيجة مع Asgar وAsandhi (11) اللذين وجدا ازدياد معدل النتح من البراعم النامية مقارنة بباقي أجزاء الدرنة.

انخفضت النسبة المئوية للتلف عند انتهاء مدة الخزن باستعمال أشعة كاما في تقاوي البطاطا فقد تفوقت جميع الجرع الإشعاعية المستعملة على معاملة المقارنة في خفض هذه النسبة معنوياً (جدول 6)، فقد انخفضت عند المعاملة بالجرعة الاشعاعية D_3 مقارنة بأعلى نسبة تلف في الدرنات غير المعاملة بأشعة كاما.

جدول6: تأثير أشعة كاما ودرجة حرارة الخزن االتداخل بينهما في النسبة المئوية لتلف درنات تقاوي البطاطا الموسمين الأول (A) والثاني (B)

(A)				
النسبة المئوية لوزن البراعم الرطب/وزن الدرنات				T / D
معدل الجرع (كراي)	T_3	T_2	T_1	
a 2.01	a 3.37	b 1.65	bcd 1.01	D_0
b 0.80	b 1.75	cd 0.40	cd 0.26	D_1
bc 0.52	bc 1.20	cd 0.23	cd 0.13	D_2
c 0.17	cd 0.50	d 0.00	d 0.00	D_3
	a 1.70	b0.57	B 0.35	معدل درجة الحرارة (°م)
(B)				
النسبة المئوية لوزن البراعم الرطب/وزن الدرنات				T / D
معدل الجرع (كراي)	T_3	T_2	T_1	
a 1.01	a 1.62	ab 0.96	B 0.44	D_0
b 0.27	b 0.51	b 0.00	b 0.32	$D_{0.5}$
b 0.38	b 0.47	b 0.37	b 0.31	D_1
b 0.22	b 0.27	b 0.11	b 0.27	D_2
b 0.09	b 0.27	b 0.00	b 0.00	D_3
	a 0.63	a 0.29	a 0.27	معدل درجة الحرارة (°م)

المتوسطات المتشابهة بالحروف ضمن العوامل الرئيسة أو التداخل لا تختلف عن بعضها معنوياً حسب اختبار دنكن المتعدد الحدود وعلى مستوى احتمال 5%.

أما عن تأثير درجة الحرارة فتشير نتائج الجدول نفسه إلى تفوق الدرجتين T_1 وT_2 في خفض النسبة المئوية للتلف معنوياً إلى أدنى معدلاتها في الموسم الأول مقارنة بالمخزن المهوى الرطب T_3 الذي ارتفعت فيه النسبة في حين لم تكن هناك اية فروق معنوية بين درجات الحرارة الثلاث للموسم الثاني.

وفيما يتعلق بتداخل أشعة كاما ودرجة الحرارة فقد أوضحت نتائج الجدول ذاته انعدام التلف في الدرنات المعاملة بالجرعة D_3 والمخزنة في المخزن المبرد T_1 و T_2 لموسمي الدراسة في حين ارتفعت إلى أعلى معدلاتها في المعاملة D_0T_3 لموسمي الدراسة.

ان السبب في انخفاض النسبة المئوية للتلف المايكروبي في درنات البطاطا المخزنة والمعاملة بأشعة كاما قد يعود إلى امكانية الأشعة المؤينة تخترق أنسجة الدرنات مما ساعد على قتل وتثبيط نمو المسببات المرضية التي تعد العامل الأساس في أحداث التلف المايكروبي في الدرنات (30) ومن خلال القياسات التي أجريت لتقدير نسبة المركبات الفينولية الكلية في الدرنات (التي ستأتي لاحقاً) يلاحظ ارتفاع نسبتها في الدرنات المعرضة لأشعة كاما. وعليه فقد يعود سبب انخفاض نسبة التلف في الدرنات المعاملة بأشعة كاما إلى ارتفاع نسبة المركبات الفينولية ومنها حامض الكلوروجينك Chlorogenic acid وحامض الكافيك Caffeic acid اللذان يؤديان دوراً في مقاومة المسببات المرضية (24)، كما يلاحظ انخفاض نسبة التلف في المخزن المبرد T_1 و T_2 وقد يعود السبب في ذلك إلى انخفاض درجة الحرارة التي أدت إلى تقليل معدل نمو الأحياء المجهرية (2) في حين يعود سبب ارتفاع نسبة التلف في الدرنات المخزنة في المخزن المهوى الرطب T_3 إلى ارتفاع درجات الحرارة ومن ثم زيادة نسبة التلف ولاسيما المسبب البكتيري ***Erwinia carotovora***، اتفقت هذه النتيجة مع مطلوب (8) Sharawy (24) الذين لاحظوا ارتفاع الإصابة بهذه البكتريا عند خزن التقاوي في الغرفة الاعتيادية إذ تكون الدرنات حساسة للإصابة بهذا المسبب البكتيري عند درجة الحرارة 30م فاكثر مقارنة بالخزن في المخازن المبردة بدرجة حرارة 5م.

ارتفعت النسبة المئوية للمركبات الفينولية في الدرنات المعاملة بأشعة كاما إذ يلاحظ من نتائج الجدول (7) تفوق الجرعة D_3 في رفع النسبة مقارنة بالمعاملة D_0 التي انخفضت النسبة فيها وفي الوقت الذي تفوقت فيه الجرع الاشعاعية $D_{0.5}$، D_1 وD_2 على معاملة المقارنة في رفع هذه النسبة اختلفت معنوياً فيما بينها من جانب وبينها وبين الجرعة D_3 من جانب آخر.

كما كان لدرجة الحرارة تأثير معنوي في النسبة المئوية للمركبات الفينولية إذ ارتفعت النسبة في الدرنات المخزنة عند درجة الحرارة T_1 مقارنة بالدرنات المخزنة في درجة حرارة T_3 التي انخفضت هذه النسبة فيها (الجدول 7). واشارت نتائج الجدول ذاته إلى وجود اختلاف معنوي للتداخل بين أشعة كاما ودرجة الحرارة في النسبة المئوية للمركبات الفينولية إذ أدت المعاملة D_3T_1 إلى رفع هذه النسبة مقارنة بالمعاملة D_0T_3 التي انخفضت النسبة فيها. ان زيادة تركيز المركبات الفينولية في براعم الدرنات المعرضة لأشعة كاما قد يعود إلى زيادة محتوى هذه الدرنات من أحماض **Chlorogenic acid** و **Caffeic acid** (16) أو قد يعود أيضاً إلى زيادة نشاط إنزيم **Phenylalanine ammonia (PAL) lyase**.

جدول7: تأثير اشعة كاما ودرجة حرارة الخزن والتداخل بينهما في النسبة المئوية للمركبات الفينولية للموسم الثاني

(A)				
النسبة المئوية لفقدان الوزن				T / D
معدل الجرع (كراي)	T_3	T_2	T_1	
d 1.04	g 0.82	f 1.00	cd 1.32	D_0
c 1.28	f 1.05	ef 1.15	b 1.63	D_1
c 1.34	de 1.25	cde 1.31	c 1.45	D_2
b 1.47	cd 1.35	cd 1.35	b 1.71	D_3
a 1.69	de 1.25	a 1.90	a 1.92	معدل درجة الحرارة (°م)

(B)		
النسبة المئوية لفقدان الوزن		T / D
بعد الخزن	قبل الخزن	
a 207.00	a 11.46	D_0
b 155.00	b 8.24	$D_{0.5}$
c 91.36	b 7.38	D_1
d 41.63	c 1.40	D_2
d 41.19	c 0.00	D_3

المتوسطات المتشابهة بالحروف ضمن العوامل الرئيسة أو التداخل لا تختلف عن بعضها معنوياً حسب اختبار دنكن المتعدد الحدود وعلى مستوى احتمال 5%.

الذي يعمل على تمثيل المركبات الفينولية في أجزاء الدرنات المعرضة لأشعة كاما والذي يرتبط ظهوره وزيادة نشاطه بتكوين مركبات فينولية تبدأ بتكوين حامض **Trans-Cinnamic Acid** الذي يتحلل إنزيمياً إلى حامض الكافيك **Caffeic acid** وتنتهي سلسلة التفاعلات بتكوين حامض الكلوروجينك الذي يتأكسد بدوره إلى كوينون **Quinone** بوساطة إنزيم فينول اوكسديز **Phenol oxidase** الذي ينشط بصورة واضحة نتيجة التشعيع (7، **23**).

كما يتأثر تركيز المركبات الفينولية في درنات البطاطا المشعة باختلاف درجات حرارة الخزن فقد وجد ان حامض الكلوروجينك **Chlorogenic acid** يزداد في الدرنات المخزنة في درجة حرارة **4**م أكثر من تلك المخزنة في درجة الحرارة **10**م ويزداد تركيزه بإطالة مدة الخزن (7).

انخفض تركيز الهرمون النباتي الداخلي اندول حامض الخليك **IAA** معنوياً في عيون درنات تقاوي البطاطا بزيادة جرعة أشعة كاما في الموسم الثاني من الدراسة، إذ يلاحظ من نتائج الجدول (**8**) ان وجود الهرمون في الدرنات المعاملة بالجرعة D_3 أنعدم تماماً قبل خزن الدرنات إلاّ ان التركيز ارتفع بعد الخزن كما ويلاحظ أيضاً ازدياد تركيز الهرمون معنوياً بانخفاض جرعة أشعة كاما إذ بلغ أعلى تركيز له في الدرنات غير المعاملة D_0 قبل وبعد الخزن.

ان انخفاض تركيز هرمون النمو اندول حامض الخليك **Indol acetic acid** أو فقدانه بشكل كامل من أنسجة براعم وعيون درنات تقاوي البطاطا المعرضة لأشعة كاما قد يرتبط بزيادة نشاط إنزيم **IAA-oxidase** والذي هو من نوع إنزيم البيروكسيديز **Peroxidase** إذ تحتاج عملية اكسدة مول واحد من **IAA** إلى **0.1** مول من H_2O_2 ويأخذ مول واحد من O_2 ويتحرر مول واحد من CO_2 من مجموعة الكربوكسيل بهذه العملية والمركب السائد لهذه العملية هو **3-methylene-oxindole** (**9**). وقد ذكر كل من **Khan** و **Wahid** (**15**)، **Ussuf** و**Nair** (**29**) ان تعريض درنات البطاطا إلى أشعة كاما يؤدي إلى فقد كامل لهرمون النمو **IAA** الذي يرتبط بزيادة نشاط إنزيم **IAA-oxidase** وانخفاض تركيز الحامض الاميني تربتوفان **Tryptophan** البادئ لتخليق الهرمون **IAA** بنسبة **50%** مما يؤثر في تكوينه، كما تتفق هذه النتيجة مع نتائج **Thomas** وجماعته (**27**) الذين توصلوا إلى ان أعلى تركيز للهرمون **IAA** كان في الدرنات غير المشعة قبل وفي أثناء مدة التزريع وان تعريض الدرنات إلى أشعة كاما أدى إلى خفض الحامض بعد التشعيع وفي أثناء مدة الخزن، واشار شرباش (**9**) إلى ان ارتفاع نسبة المركبات الفينولية (جدول 7) قد يكون له تأثير غير مباشر في خفض تركيز هرمون **IAA** وذلك لأزدياد نشاط المركب الفينولي **Phenylalanine (PAL) ammonia lyase** الذي يساعد على تمثيل المركبات الفينولية في النبات من جانب وكمساعد إنزيمي **Co-factor** لإنزيم **IAA-oxidase** من جانب آخر، وقد يعود انخفاض تركيز الهرمون قبل الخزن وارتفاعه بعد الخزن إلى انه في أثناء مدة السكون تكون الأوكسينات غير موجودة في مناطق النمو أو انها تكون مرتبطة فتصبح بصورة غير فعالة إذ يلاحظ ان الأوكسين الطبيعي اندول حامض الخليك **IAA** يوجد بحالات كيميائية عديدة في الأنسجة النباتية ، ويعد الشكل الحر هو الأوكسين الذي يمكن استخلاصه، بينما يعد الشكل المقيد عموماً هو الأوكسين الذي يتحرر من الأنسجة بفعل الإنزيمات أو بالتحلل المائي أو بالتجزئة. وبصورة عامة تعد الأوكسينات المقيدة أشكالاً غير فعالة للمركب يخزن فيها ويكون بدرجة كبيرة على شكل استرات الأوكسين كلايكوسيل **Auxin glycosyl esters** وان زيادة محتوى الدرنات من هذه الأوكسينات في بداية النمو يكون نتيجة لزيادة فعالية الخلايا كنتيجة لتحررها بفعل الإنزيمات ذات العلاقة التي تحول الأوكسين من الشكل المقيد إلى الشكل الفعال أو الحر (**6**). نستنتج من هذه الدراسة انه يفضل استعمال الجرعة المنخفضة **7.5 gray** في معاملة درنات تقاوي البطاطا وعلى درجة حرارة **5**°م لاثرهما الجيد في الخزن والانتاج.

المصادر

1- البرزنجي، اقبال محمد غريب طاهر وصادق قاسم صادق (**1999**). تأثير بعض طرق الخزن في الصفات الخزنية لحاصل بطاطا العروة الخريفية صنف ديزري. **2**– مواصفات التزريع–مجلة العلوم الزراعية العراقية، **30** (**2**): **207**–**214**.

2- السامرائي، عبد الحميد أحمد ومحمد قاسم الجبوري (**1989**). فسلجة ما بعد الحصاد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. كلية الزراعة – جامعة بغداد، العراق.

3- العاجل، عصام هاشم (**1985**). استعمال أشعة كاما وتأثيرها على دودة درنات البطاطا وتقليل التزريع أثناء الخزن. رسالة ماجستير– كلية الزراعة – جامعة بغداد، العراق.

4- الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز خلف الله (**1980**). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. كلية الزراعة والغابات. جامعة الموصل.مطبعة التعليم العالي في الموصل، العراق.

5- اسماعيل، زكريا إبراهيم (1991). محصول البطاطس، الزراعة، الحصاد، التداول والخزن. منشأة المعارف بالاسكندرية، جمهورية مصر العربية.

6- مور، توماس. س. (1982). الهرمونات النباتية فسلجتها وكيمياؤها الحيوية. ترجمة عبد المطلب سيد محمد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. مطابع مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل، العراق.

7- محمد، عبد العظيم كاظم ومؤيد احمد يونس (1991). اساسيات فسيولوجيا النبات، ج1، ج2 وج3. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. دار الحكمة للطباعة والنشر–كلية الزراعة – جامعة بغداد، العراق.

8- مطلوب، عدنان ناصر (1993). تأثير درجة حرارة الخزن على فقدان وزن وتلف وانبات خمسة أصناف من البطاطا الخريفية. مجلة إباء للأبحاث الزراعية. 3 (2): 114–149.

9- شرباش، محمود توفيق محمد (1996). تكنولوجيا الاشعاع في الأغذية والزراعة. المنظمة العربية للتنمية الزراعية والهيئة العربية للطاقة الذرية. تونس– الخرطوم. السودان.

10- Afek, U.; J. Orenstin and E. Nuriel (2000). Using HPP (Hydrogen Peroxide Plus) to inhibit potato sprouting during storage. Am. J. of Potato Res., 77(1): 63-65.

11- Asgar, A. and A. A. Asandhi (1991). Improvement of ware potato store method. Bull. Penel. Hort., 20(4): 138-142.

12- Baraldi, D. (1978). Technological tests at the pre industrial level on irradiated potatoes. IAEA, Vienna, 22-32.

13- Guinn, G; D. L. Brummet and R. C. Beier (1986). Purification and measurment of IAA, ABA by HPLC. Plant Physiol, 81:977-1027.

14- Islam, M.S.; A. Karim; M. M. Hossain and A. Hossain (1990). Comparative storage studies of selected varieties of potatoes treated with CIPC and gamma radiation in Bangladesh. Nuclear, Sci. and Applications (Bangladesh), 2(2): 62-66.

15- Khan, I. and M. Wahid (1978). Possibility of radiation preservation of potatoes, onions and garlic in Pakistan. Food preservation by irradiation, 1: 63-70, IAEA, Vienna.

16- Kuzin, A. M.; Kopylov, V. A. and S. K. Mel'Nikova (1965). Influence of ionizing radiations on the metabolism of phenolic compounds in plants. Radiobiologiya, 5(1): 35-39.

17- Liu, M.S.; Ru-yin Chen and Meei-Ju Tsai (1990). Effect of low-temperature storage, Gamma-Irradiation and Iso-propyl-N-(3-chlorophenyl) carbamate treatment on the processing quality of potatoes. J. Sci. Food Agric., 53: 1-13.

18- Magaudda, M. (1973). The possibility of recognizing irradiated and nonirradiated potatoes by their weight loss. J. of Food Sci., 38: 1254-1261.

19- Mahadevan, A. and R. Sridhar (1986). Methodes in physiological plant pathology. 3rd ed. Sivakami Publications Indira Nagar, Madra, India.

20- Matsuyama, A. and K. Umeda (1983). Sprout inhibition in tubers and bulbs. In "Preservation of Food by Ionizing Radiation", ed. E. S. Josephson and M.S. Peterson, Vol.3, p: 159. CRC press, Boca Raton, Florida, USA.

21- McGee, E.; R. H. Booth; M. C. Jarvis and H. J. Pancas (1987). The inhibition of potato sprout growth light. II: Effects of temperature and light intensity. Ann. Appl. Biol., 113(1):137-147.

22- Nakagawa, H.; D. Kurihara; Y. Chiba; T. Satoand and N. Ogura (1995). Effects of storage temperature of potato tubers on sprouting, respiration rate, sugar content and polyphenol oxidase activity. J. Agri. Soci. of Japan, 69 (3): 325-330.

23- Pendharkar, M. B. and P. M. Nair (1975). Induction of phenylalanine ammonialyase in gamma-irradiation potatoes. Radiat. Bot., 15: 191-217.

24- Sharawy, N. (1988). The effect of gamma radiation on potato rots in Egypt. Ph.D. Thesis Fac. of Agric., Ain Shams Univ., Cairo, Egypt.
25- Susnoschi, M. 1981. Seed potato quality as influenced by high temperatures during the growth period. 1-Effect of storage temperature on sprout growth. Potato Res., 24: 371 – 379.
26- Thomas, T. H. and D. C. E. Wurr (1976). Gibberelin and growth inhibitor changes in potato tuber buds in response to cold treatment. Ann. App. Bio., 83: 317-320.
27- Thomas, P.; A. N.Srirangarajan; M. R. Joshie, and M. T. Janave (1979). Storage deterioration in gamma – irradiated and unirradiated Indian potato cultivars under refrigeration and tropical temperatures. Potato Res., 22(4): 261-278.
28- Thomas, T. H.; C. G. N. Turnbull and D. E. Hanke (1985). The control of bud dormancy in potato tubers. Measurement of the seasonal pattern of changing concentrations of zeatin-cytokinins. Planta Berlin, 165: 366-376.
29- Ussuf, K.K. and P.M. Nair (1974). Effect of gamma irradiation on the indole acetic acid synthesizing system and its significance in sprout inhibition of potatoes. Rad. Bot., 14: 251-256.
30- WHO, World Health Organization (1988). Food irradiation: A technique for preserving and improving the safty of food. Geneva, Switzerland.

EFFECT OF GAMMA RADIATION AND STORAGE TEMPERATURE ON STORABILITY OF POTATO SEEDS DESIREE CV

S. A. Al-Muhamadi* M. K. Al-Jobori F.H. Al-Rekabi****

ABSTRACT

This study was conducted at the cold storage unit, of Horticulture Department, Agriculture College, Baghdad University, during the 2000/2001 and 2001 / 2002 seasons. The storage work were carried out on potato tubers Desiree Cv., in this storage experiment tubers were exposed to Gamma radiation as (Co-60) source with four doses: 0, 15, 30 and 60 Gray in the first season and 0, 7.5, 15, 30 and 60 Gray in the second season. The potato tubers were stored in three different storage temperatures: 5±1°C, 10±1°C and moist ventilated storage 9-30°C. Gamma radiation with 60 Gray significantly decreased each of apical dominance, sprouting, sprouts fresh weight, weight loss, decay and IAA concentration, while increased the phenolic compounds in tubers. The 5°C storage temperature significantly decreased each of the apical dominance, sprouting, sprouts fresh weight, weight loss and decay but it increased the phenolic compounds in acomparsion with the moist ventilated storage while 10°C storage temperature increased sprouting signifisantly.

Part of MSc. thesis of the first author.

*** College of Agric.- Al-Anbar Univ.- Al-Anbar, Iraq.**
**** College of Agricu.- Baghdad Univ.- Baghdad, Iraq.**