تأثير نافث البلازما حاجز العزل على أنبات سبعة أصناف من نبات البروكلي

احمد سعدي حسين جبر عقيل حسين علي العاصي صفاءالدين عبدالله سليمان

قسم العلوم – كلية التربية الأساسية – جامعة الموصل

قسم علوم الحياة – كلية العلوم – جامعة تكريت

(قدم للنشر في 15/7/2021 قبل للنشر في 10/8/2021)

الملخص:

تم دراسة تأثير نافث بلازما حاجز العزل Dielectric Barrier Discharge)) plasma jet DBD على سرعة انبات بذور البروكلي *(Brassica oleraceae var italica)* ولسبعة اصناف مختلفة وهي (MATSURI , 2004, BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria , BATLLE , Vilmorin , Super Hero , CALABRESE NATALINO) بأزمان تعريض مختلفة(0.5 , 1, 3 , 5 , 10 ,15)/ min ومقارنتها مع بذور غير معرضة لنفس الاصناف(Control), حيث اظهرت النتائج تفوق فترة التعريض للبلازما اللاحرارية للزمن 0.5 min على باقي الفترات تعريض البذور للبلازما بالنسبة لمتوسطات الازمان يليها تفوق الزمن 1 min على باقي الازمان الأتية (3 , 5 , 10 , 15 Control ,) لمتوسطات الازمان, كما تفوق الزمن 5 min على كلا من الازمان (3 ,10, 15 Control ,) ,كما تفوق الزمن 3 min على باقي ازمان التعرض (10 , 15) min, واظهرت الفترة 15 min تفوق على 10 min فقط , وهذا يدل على ان اقل نسبة تفوق كانت 10 min بالنسبة لمتوسطات الازمان وافضل وأعلى تفوق كان 0.5 min ,كما تفوقت جميع فترات التعرض للبلازما اللاحرارية على البذور الغير معرضة ولكل الاصناف Control .

أظهرت النتائج تفوق الصنف MATSURI على جميع الاصناف بالنسبة لمتوسطات الاصناف يليه في نسبة التفوق الصنف TOKITA 2004 ثم يتبعهم في نسبة التفوق الصنف super hero ثم الصنف CALABRESE NATALINO يتبعه بالتفوق الصنف BATLLEA ثم الصنف BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria واقل تفوق للصنف الاخير VILMORIN وهذا يدل بان الصنف المتفوق لمتوسطات كل الاصناف كان MATSURI واقل تفوق لمتوسطات الاصناف كان VILMORIN.

Effect of plasma diffuser isolation barrier on the germination of seven broccoli cultivars

Ahmed Saadi Hussein Jabr Aqil Hussein Ali Al-Asi

Safa Al-Din Abdullah Suleiman

Department of Science - College of Basic Education - University of Mosul

Department of Life Sciences - College of Science - Tikrit University

: Abstract

The effect of plasma jet DBD (Dielectric Barrier Discharge) on the germination speed of broccoli seeds (Brassica oleraceae var italica) for seven different cultivars (MATSURI, 2004, BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria, BATLLE, Vilmorin, Super Hero NATALABO, Vilmorin, Super Hero NATALABO) was studied.) with different exposure times (0.5, 1, 3, 5, 10, 15)/min and compared it with seeds not exposed to the same varieties (Control), where the results showed that the exposure period to non-thermal plasma for 0.5 min over the rest of the periods of exposing seeds to plasma for the average times Followed by the superiority of the time 1 min over the rest of the following times (Control 15, 10, 5, 3,) for the averages of time, and the time 5 min outperformed both of the times (Control 15, 10, 3,), and the time of 3 min over the rest of the times Exposure (15, 10) min, and the 15 min period showed superiority over 10 min only, and this indicates that the lowest percentage of excess was 10 min for average times, and the best and highest exceedance was 0.5 min, and all periods of exposure to non-thermal plasma outperformed the unexposed seeds and for each . Items Control

The results showed the superiority of the MATSURI variety over all varieties with respect to the averages of the varieties, followed by the superiority rate of the Tokita 2004 variety, then followed by the super hero class, then the CALABRESE NATALINO variety, followed by the superiority of the BATLLEA variety, then the BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria, and the least superiority of the last variety, and this indicates that the last variety VILMORIN The superior for the averages of all the items was MATSURI, and the least superior for the averages .for the items was VILMORIN

المقدمة : Introduction

يعتبر نبات البروكلي من الخضر الشتوية ، وينتمي الى نباتات العائلة الصليبية Brassicaceae ، وسميت بالعائلة الصليبية لان زهور النبات لها أربعة بتلات وتشبه الصليب اليوناني وهو نبات عشبي حولي يشبه مورفولوجيا نبات القرنبيط و تضم الملفوف والقرنبيط، (عمر وأخرون,2014) وتصنف من صنف الملفوفية Brassicacea التي تضم نحو 350 جنساً 4000 نوعا ، الاسم العلمي (*Brassica oleraceae var italica*) ويكون ترتيبه 31 عالميا من حيث الانتاج وتدي الجذر يصل ارتفاع النبات الى ما يقارب 60] 1cm [. يزرع نبأت البروكلي لأجل فوائده الطبية أولا, وقيمته الغذائية و نوراته التي تؤكل في طور البراعم الزهرية مع الحوامل السميكة الغضة الغنية بالفيتامينات والمعادن كما يستخدم باقي النبات بعد الحصاد كعلف حيواني للماشية والأبقار والجواميس [1] يعد البروكلي من المحاصيل الجيدة لاحتواء النبات على العناصر الغذائية وايضا يستفاد من أزهار البروكلي من قبل مربي النحل [2] ، وان كل 100 gm من القرص الزهري تحوي على 40 سعرة حرارية و5 وحدات من البروتين و 1 gm من الدهون و10 ملغم من الكربوهيدرات و3880 وحدة من فيتامين A و0.14 ملغم من فيتامين B1 و0.3 ملغم من فيتامين B2 و50 ملغم منCa و 1.7 ملغم Fe. يحوي البروكلي على نسبة كبيرة من العناصر الغذائية (كالسيوم، مغنسيوم، زنك، حديد، نحاس)، كما يحتوي على عدة فيتامينات (A و B1 و B2 و] [3B5]. كما انه غني بالبروفين والبيتا كاروتين وتعد اوراقه مصدرا جيد للبوليفينول والدهون والالياف. كما يتميز باحتوائه على مضادات الاكسدة كالجلكوسينولات التي تقلل الاصابة بالإمراض السرطانية وغني بمادة Glucoraphanin التي

تقوي من مناعة الجسم ضد سرطان المعدة، ويحتوي ايضاً على مركب Inodle-3-Carbinol التي تقلل الاصابة بسرطان الثدي والقولون، كما تعزز وظائف الكبد [4] .

استخدمت البلازما غير الحرارية في العديد من المجالات بما في ذلك التطبيقات الزراعية والطبية والتطهير البيولوجي والكيميائي للأسطح بما في ذلك إزالة البكتيريا والأغشية الحيوية من الأسطح غير الحية وكذلك من المواد البيولوجية مثل الجلد والجروح [5]. تم استخدام البلازما غير المتوازنة لتطهير البذور من مسببات الأمراض ، لتحسين خصائص الإنبات وطول البراعم . تمت ملاحظة تعزيز إنبات بذور البروكلي ونمو الشتلات بعد معالجة البلازما الدقيقة DBD بواسطة [6] ، أظهرت تأثيرات بلازما الهواء أنها تعمل بشكل أفضل من بلازما N2 النقي. أوضح Shiratani و] Hayashi7] استخدم ضغطًا منخفضًا لتحسين طول براعم الفجل والأرز و البلوميريا الزينية بنجاح كما أشاروا إلى الدور الرئيسي للجذور الحرة المرتبطة بتركيز O3 و NOx (أكاسيد النيتروجين) ، مما يشير بقوة إلى أن الظروف المثلى تعتمد على الأنواع. أن التأثير الضئيل للأيونات والفوتونات له نتائج ايجابية في عملية سرعة الانبات.

حقق] ((Ono et al. 2017 8] التأثير الإيجابي للأوكسجين بتردد راديوي منخفض الضغط وتأثير البلازما الهوائية على البكتيريا التي تنقلها بذور الملفوف:

(Xanthomonas campestris pv. campestris Xcc) على أسطح بذور النبات. أظهر (Puligundla وآخرون ، 2017) [9] انخفاضًا للبكتريا العصوية ، وبكتريا القولون ، والسالمونيلا على بذور اللفت بعد 3 min من التعرض الى نافث البلازما لتفريغ الهالة وتأثيرًا إيجابيًا لتوقيتات التعرض حتى دقيقتين على معدل الإنبات ونمو الشتلات.

قام] ((Dobrin et al. 2015 10] بتطبيق مفاعل التفريغ السطحي تحت الضغط الجوي لمعالجة بذور القمح. ، فقد أثر هذا العلاج على معاملات النمو مما أدى إلى نمو براعم أطول وأثقل مقارنة بعينة التحكم ولكن البلازما في هذه الحالة كان لها تأثير ضئيل على معدل الإنبات. تم اعتبار طرق المعالجة المعتمدة على البلازما آمنة بيئيًا لأن المفاعلات المستخدمة كانت تستهلك طاقة منخفضة ، ولم تتسبب عملية المعالجة الى تلوث إضافي ، وكانت كميات المؤكسدات المتولدة منخفضة ولم يتم الاحتفاظ بها في النظام البيئي [11]، ,وهنالك العديد من التطبيقات لزيادة الانتاج النباتي ومن هذه التطبيقات استخدام نافث البلازما حاجز عازل (plasma jet DBD) في عملية إنبات البذور النباتات والتي تعود بالنفع للحصول على مردود اقتصادي وانتاجية عالية.

كان الهدف من هذه الدراسة هو تقييم تأثير نافث البلازما DBD المطبقة قبل عملية البذر على عملية إنبات بذور نبات البروكلي وللأصناف السبعة باختلاف توقيتات التعرض للبلازما اللاحرارية عند الضغط الجوي مع Control.

المواد وطرائق العمل :

استخدام نافث البلازما اللاحرارية تحت الضغط الجوي لحاجز العزل (DBD) ، كما هو موضح في الشكل التالي . تتكون ابرة النافث لجهاز البلازما من الزجاج من نوع Byres بأقطار داخلية وخارجية تبلغ 1.4 ملم و 3.4 ملم ، على التوالي. كانت المسافة بين قطبين نحاسيين 12 ملم. تم تعديل تدفق الغاز بمقدار 0.03 dm3 / min من غاز الهليوم بواسطة وحدة التحكم في تدفق الغاز.

طريقة تعريض البذور للبلازما الباردة تحت الضغط الجوي:

The method of exposing the seeds to cold plasma under atmospheric pressure

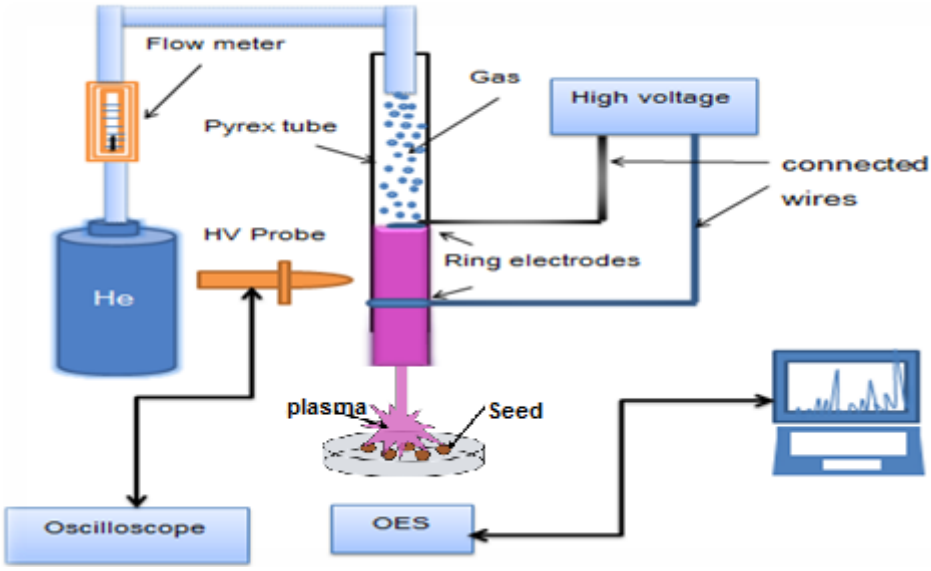
باستخدام نافث بلازما الضغط الجوي نوع تصريف الحاجز العازل (DBD) على بذور نبات البروكلي تم استخدام سبعة أصناف من بذور البروكلي (MATSURI , 2004, BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria , BATLLE , Vilmorin , Super Hero , CALABRESE NATALINO) حيث تم تعريضها للبلازما بأزمان مختلفة (15 , 10 , 5 , 3 , 1 , 0.5)/ min وكانت واجراءات التعرض للبلازما كما يلي [12]:

1. تثبيت المسافة 5 cm ما بين البذور وإبرة نافث البلازما (DBD) .
2. تم حساب و تثبيت الفولتية المجهزة لمنظومة البلازما بما يلائم التجربة.
3. يتم التأكد من درجة حرارة البلازما المتولدة بوساطة محرار رقمي للتأكد من ان البلازما المتولدة بنفس درجة حرارة الجو.
4. تثبيت قوة سريان غاز الهليوم الخامل عبر جهاز مقياس تدفق الغاز بقوة 3 L / min لكل ازمان التجربة.

5. تعقم حاوية بلاستيكية لوضع فيها 25 بذرة لنبات البروكلي لكل صنف ولكل مكرر تم نبدأ بتشغيل الجهاز يتأين الغاز بسبب التفريغ الكهربائي ليتولد بلازما بلون ازرق باهت يتم ضبط الوقت التعرض للبلازما بواسطة ساعة توقيت بعد الانتهاء الوقت المحدد لكل مكرر من كل صنف تحفظ البذور بحاويات نظيفة و معقمة وتسجل كافة المعلومات من مدة التعرض للبلازما و الصنف ورقم المكرر وعدد البذور والتاريخ .

6. نستمر في تعريض البذور للبلازما حسب التوقيتات لكل صنف ولكل مكرر مع مراعات الثوابت من قوة تدفق الغاز الخامل والمسافة بين الابرة والبذور والفولطية المجهزة للمنظومة .[12]

يتم اجراء تجربة نسبة الانبات للبذور المعرضة للبلازما والمجوعة الضابطة بنفس يوم اجراء تجربة التعرض البذور للبلازما حيث يتم وضع 10 بذور بأطباق بلاستيكية نظيفة ومعقمة بنفس اليوم مع بعض التعديلات الطفيفة [13] .



شكل تخطيطي يوضح منظومة البلازما اللاحرارية تحت الضغط الجوي.

نسبة الإنبات للبذور : Germination rate Seed

وضع 10 بذور من كل زمن تعرض للبلازما اللاحرارية عند الضغط الجوي للفترات التالية

(15 , 10 , 5 , 3 , 1 , 0.5)/ min ولكل صنف من الأصناف (MATSURI , 2004, BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria , BATLLE , Vilmorin , Super

CALABRESE NATALINO , Hero) والمعرضة للبلازما اللاحرارية بطريقة (DBD)حسب طريقة Mazelleوبالمقارنة ما بين الاصناف و المجموعة الضابطة (control) ولمدة عشرة ايام بدرجة حرارة الغرفة 25˚ في أطباق بتري زجاجية مع تسجيل الملاحظات لتفاوت نسبة الإنبات لكل مكرر مقارنة مع العينات الضابطة ولكل صنف من الاصناف [7]. وحساب نسبة الإنبات للأصناف المعرضة للبلازما اللاحرارية عند الضغط الجوي والغير معرضة(control) .

نسبة الانبات = (عدد النباتات\ عدد البذور)× 100

التحليل الاحصائي:

تم مقارنة الفروقات بين متوسطات كلا العاملين باعتماد اختبار دنكن المتعدد المدى [14].

- تمت الاستعانة بالبرنامج الجاهزSAS (Statistical Analysis System) في تنفيذ تحليل التباين والاختبار. لقيم متوسطات كل من الاصناف وفترات التعريض المتبوعة بالحرف نفسه لا تختلف عن بعضها معنويا حسب الاختبار بطريقة دنكن المتعدد المدى Duncan Multiple Range Test [14].

النتائج والمناقشة :

تعمل البلازما على المادة البيولوجية عن طريق اصطدام الجسيمات المشحونة أثناء تشغيل نافث البلازما، بينما تتشكل الأيونات والإلكترونات والجذور الحرة والأوزون وأكاسيد النيتروجين وهيدروكسي بيروكسيد البلازما. ويلاحظ أيضًا العوامل الفيزيائية مثل والإشعاع المرئي والأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء وكذلك تأثيرات تدفق غاز الهليوم [15]. أثرت البلازما غير

الحرارية الناتجة عن الضغط الجوي في نافث البلازما DBD على عينات البذور بشكل غير مباشر. كان التيار الكهربي يتدفق فقط بين أقطاب النافث ولكن العينة تأثرت بدلاً من ذلك بأنواع محايدة أطول عمراً ولدت مباشرة في البلازما أو الأنواع النشطة التي تطورت من الجذور الحرة والأنواع المشحونة للأيونات والالكترونات ، والتي تولدت بشكل أساسي في البلازما. بلازما الهليوم لها انبعاثات إشعاعية في منطقة الأشعة فوق البنفسجية ، والتي يمكن أن تؤثر على المادة البيولوجية كما اكد ولكن في هذه الحالة كان نسبة تدفق غاز الهليوم منخفضًا نسبيًا. من ناحية أخرى ، يمكن للأنواع النشطة المتكونة في منطقة التفريغ أن تتفاعل مع الهواء المحيط مكونًا أنواع الأوكسجين والنيتروجين التفاعلية. في مخرج مفاعلات البلازما تم الكشف عن الأوزون في الغالب , وكذلك القضاء على تأثير الحرارة عن طريق تعديل المسافة بين المفاعل والعينة.

أنبات البذور: Seed germination

تم الحصول على النتائج التالية لصفة نسبة الانبات حيث تم تحليل بيانات الصفة على انها تجربة عامليه حسب طريقة التصميم العشوائي الكامل وذلك بهدف التعرف على طبيعة الاختلافات بين الاصناف السبعة وكذلك بين فترات تعرض البذور بالبلازما اللاحرارية. ومقارنة الفروقات بين متوسطات كلا العاملين

جدول (1): نتائج تحليل التباين من دراسة تأثير فترات تعريض بذور سبعة اصناف من البروكلي للبلازما اللاحرارية تحت الضغط الجوي ولصفة نسبة الانبات .

مصادر الاختلاف	درجات الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	قيمة F المحسوبة	قيمة F الجدولية	
					%5	%1
الاصناف	6	7.765	** 1.294	12.71	2.37	3.38
فترات التعريض	6	24.174	** 4.029	39.56	2.37	3.38

الاصناف x فترات التعريض = (الخطأ التجريبي)*	36	3.666	0.102				

(*) تم اعتبار التداخل بين العاملين خطأ تجريبي ، (**) معنوي عند مستوى احتمال 1%

جدول (2): متوسطات كل من الاصناف و فترات تعريض بذور سبعة اصناف من البروكلي للبلازما اللاحرارية ولصفة نسبة الانبات.

متوس الفت	VILMORIN	BATLLEA	super hero	CALABRESE NATALINO	BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria	TOKITA 2004	MATSURI	فترة التعريض للجرعة Time of Dose
86 د	3.3	3.6	4.7	3.1	2.7	4.5	3.9	control
00	5.4	5.5	6.1	5.9	5.8	6.9	7.1	0.5 Min

43 ب	5.3	5.6	6.1	5.9	5.4	5.6	6.3	**1.0 Min**
57 ج	4.6	5.2	5.5	5.3	5.2	5.3	5.7	**3.0 Min**
29 ج	4.4	5.6	5.4	5.4	5.2	5.6	5.7	**5.0 Min**
29 ج	4.2	5.1	5.3	5.2	4.7	5.2	5.5	**10.0 Min**
00 ج	4.5	5.1	5.2	5.0	4.4	5.6	5.9	**15.0 Min**
المتو العـ 78	**4.529 ج**	**5.100 ب**	**5.471 أ**	**5.114 ب**	**4.771 ب ج**	**5.529 أ**	**5.729 أ**	**متوسطات الاصناف**

- قيم متوسطات كل من الاصناف وفترات التعريض المتبوعة بالحرف نفسه لا تختلف عن بعضها معنويا حسب الاختبار بطريقة دنكن المتعدد المدى Duncan Multiple Range Test [14].

يوضح جدول (1) نتائج تحليل التباين للصفة (نسبة الانبات)، ومنه يلاحظ ان متوسط مربعات الاصناف كان معنويا عند مستوى احتمال 1% (عالي المعنوية) دلالة على وجود اختلافات وراثية بينها. وكذلك يتضح ان متوسط مربعات فترات التشعيع كان معنويا عند مستوى احتمال 1%، وهذا يدل على وجود اختلافات بينها في تأثيرها على الصفة.

وتظهر في الجدول (2) متوسطات اصناف البروكلي كمعدل لفترات التشعيع ومتوسطات فترات التشعيع كمعدل للأصناف، ويبدو بالنسبة للأصناف تفوق الصنف TOKITA MATSUR بأعلى متوسط للصفة بلغ 5.729 وبفارق غير معنوي عن الصنفين TOKITA 2004 و super hero ومعنوي عن بقية الاصناف، ويلاحظ ان هذ الصنف المتفوق اعطى

نسبة زيادة معنوية في الصفة تساوي 26.496% مقارنة بالصنف VILMORIN الذي اعطى اقل متوسط للصفة بلغ 4.529، وكذلك حقق نسبة زيادة 10.641% مقارنة بالمتوسط العام لجميع الاصناف.

اما متوسطات فترات التشعيع يلاحظ تفوق الفترة Min 0.5 بأعلى متوسط للصفة بلغ 6.1 وبفارق معنوي عن جميع الفترات الأخرى [13] تلتها في الاهمية الفترة Min 1 بمتوسط بلغ 5.743 وبفارق معنوي عن الفترات المتبقية الاخرى، بينما اعطت معاملة المقارنة (بدون تعرض للبلازما اللاحرارية عند الضغط الجوي) اقل متوسط للصفة بلغ 3.686. ان الفترة المتفوقة حققت نسبة زيادة معنوية تساوي 6.216% مقارنة بالفترة التي تلتها بالأهمية وتساوي 65.491% مقارنة بمعاملة المقارنة (بدون تعرض للبلازما اللاحرارية عند الضغط الجوي).

ويلاحظ من متوسطات التوافيق بين الاصناف وفترات التشعيع ان اعلى متوسط للصفة بلغ 7.1 في الصنف TOKITA MATSUR عند تعريض بذوره لفترة التشعيع Min 0.5، تلاه الصنفين TOKITA 2004 و super hero بمتوسطين بلغا 6.9 و 6.1 على التوالي. وبلغ اقل متوسط للصفة 2.7 للصنف BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria عند المعاملة بدون تعريض البذور البروكلي للبلازما. وحفزت المعاملة بالبلازما تحت الضغط الجوي بالتوقيت 0.5 min أعلى سرعة الانبات لبذور نبات البروكلي مقارنة المجموعة الضابطة وبقية الفترات وحققت المعاملة بالبلازما الباردة 10 min اقل تحفيز بنسبة الانبات للبذور مقارنة ببقية المعاملات لازمان التعرض للبلازما الباردة تحت الضغط الجوي. وتتفق هذه النتيجة مع ما ذكر [11] في دراسة لبذور البازلاء أن بلازما الضغط الجوي لا تسبب تلف لقواعد الحامض النووي او حدوث فواصل أحادية السلسلة, وتتفق ايضا مع [16] بأن الفترات المختلفة لتعرض البذور للبلازما تحت الضغط الجوي تعطي تباين في النمو لنفس الصنف دون ان يتأثر الحامض النووي للنبات.

تشير النتائج الى اختلاف أنشطة انزيمات النمو وانزيمات التحفيز لكسر حاجز السكون للبذور المعرضة واستجابة البذور للتعرض للبلازما لنشاط مجموعة من الإنزيمات المختلفة

على سبيل المثال ، MDA) (malondialdehyde)) كمؤشر على أكسدة الدهون الغشائية وتلف الغشاء. وتتفق هذه النتيجة مع ما نشر من بحوث [17] أن الشتلات المعرضة للبلازما اللاحرارية DBD تظهر تركيزات أقل من MDA مع إظهار زيادة في الإنبات والنمو. هذا يشير إلى أن التعرض للبلازما اللاحرارية DBD للبذور بفترات طويلة قد يؤدي إلى تقليل تلف الأغشية ، طورت النباتات نظامًا فسيولوجيا لتسريع الية مضادة للأكسدة لتنشيط الطاقة أثناء إنبات البذور و لمكافحة السمية (ROS) **Reactive oxygen species** للقضاء على الاثار الجانبية السلبية من تحويل أنواع الأوكسجين التفاعلي الضار إلى أنواع أقل تفاعلًا حتى لو كانت موجودة بنسب وتركيز منخفضة للبقاء على قيد الحياة لتعمل كعامل معطل ضد الأكسدة. ويشمل كلاً من الأنظمة الأنزيمية وغير الأنزيمية [18].

ويمكن ملاحظة تأثير DBD)) البلازما اللاحرارية على البذور مباشرة بعد التعرض للبلازما عند المسح بالمجهر الإلكتروني (SEM) ، لاحظ العديد من الباحثين تأثير الخدوش على غلاف البذرة [19] .التحقيق في مورفولوجيا غلاف بذور القمح. ورؤية التأثيرات الواضحة مع للتعرض لنافث بلازما DBD لفترات طويلة. بعد 15 دقيقة من تعرض البذور، كان من الصعب تحديد طبقة القشرة الخارجية لغلاف إلى جانب ذلك ، لوحظت تشققات ملحوظة في طبقة البذرة. واتفقت النتائج مع ما منشور من بحوث [20] . لآثار تعرض البذور وبعد نمو النبات وتنمية الشتلات في كثير من الحالات ، يمكن أن تؤدي معالجة البذور للبلازما إلى زيادة متباينة في الإنبات وايضا زيادة في معدل الحث على سرعة الإنبات في المحاصيل لفترات مختلفة (0.5 الى 10)] 21min]، ومع ذلك ، في العديد من الحالات الأخرى ، لم يكن هناك تحسن في معدل الإنبات و الفروق بين المجموعة الضابطة والبذور للبلازما اللاحرارية تحت الضغط الجوي نوع (DBD) ظهرت لاحقًا على أنها محسنة لنمو الجذور والبراعم أو المجموع الخضري او عدد الاوراق او تفرع الشتلات، مما يشير إلى نتائج مختلفة تعتمد على البلازما وظروف المعالجة (فترة التعرض) وحتى الأنواع النباتية [12] .

الاستنتاجات:

أظهرت الدراسة التي أجريت على تأثير المعالجة بنفث البلازما DBD قبل البذر لبذور نبات البروكلي الى زيادة معاملات إنبات البذور المحفزة, وكانت قدرة متوسطات الفترات لإنبات بذور التحكم 3.686 واقصى زيادة كانت 6.100 بتوقيت 0.5 دقيقة حيث حققت اقل فترة في كسر حاجز فترة السكون ,أظهر تحليل البيانات أفضل تأثيرًا ذا دلالة إحصائية للمعالجة النفاثة بالبلازما اللاحرارية تحت الضغط الجوي بطريقة DBD على معاملات إنبات بذور البروكلي في توقيتات التعرض بالزمن 1 , 0.5)min(. بالمقارنة مع Control . وكانت باقي التوقيتات(3 , 5 , 10) min اقل تأثير من حيث نسبة الانبات مقارنة بالتوقيتات السابقة. والتي يمكن أن تعزى إلى إزالة طبقات البشرة العلوية التي في وقت قصير 1 , 0.5)min) من المعاملة بالبلازما وتحفيز الانزيمات اللازمة لكسر حاجز فترة السكون للبذرة عن طريق تشرب وتسرب المياه بكمية اكبر لداخل البذرة , أدى التعرض الطويل للبذور للبلازما إلى التأثير على الأجزاء الداخلية أكثر من البشرة وحتى الى مستوى تلف بعض أجزاء البشرة.

المصادر :

1. Thapa, U. and R. Rai, *Evaluation of Sprouting Broccoli (Brassicae oleraceae var. italica) genotypes for growth, yield and quality.* International Journal of Agriculture Sciences, 2012. **4**(7): p. 284.
2. Splittstoesser, W.E., *Vegetable growing handbook*. 1990: Springer Science & Business Media.
3. الزويک, س.م., et al., دراسة الكفاءة الإنتاجية لعدد من أصناف القمح الطرية بنظام الري التكميلي. Journal of the Advances in Agricultural Researches, 2020. **25**(2): p. 112-138.
4. Griffin, E., *A first look at communication theory*. 2006: McGraw-hill.
5. Hubbe, M.A., et al., *Enhanced absorbent products incorporating cellulose and its derivatives: A review.* BioResources, 2013. **8**(4): p. 6556-6629.
6. Ji, S.-H., et al., *Effects of high voltage nanosecond pulsed plasma and micro DBD plasma on seed germination, growth development and physiological activities in spinach.* Archives of biochemistry and biophysics, 2016. **605**: p. 117-128.
7. Dell'Aquila, A., *The use of image analysis to monitor the germination of seeds of broccoli (Brassica oleracea) and radish (Raphanus sativus).* Annals of applied biology, 2005. **146**(4): p. 545-550.
8. Ono, R., et al., *Inactivation of bacteria on plant seed surface by low-pressure RF plasma using a vibrating stirring device.* Vacuum, 2017. **136**: p. 214-220.
9. Puligundla, P., J.-W. Kim, and C. Mok, *Effect of corona discharge plasma jet treatment on decontamination and sprouting of rapeseed (Brassica napus L.) seeds.* Food Control, 2017. **71**: p. 376-382.

Dobrin, D., et al., *The effect of non-thermal plasma treatment on wheat germination and early growth.* Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2015. **29**: p. 255-260. .10

Kyzek, S., et al., *Cold atmospheric pressure plasma can induce adaptive response in pea seeds.* Plasma Chemistry and Plasma Processing, 2019. **39**(2): p. 475-486. .11

Starič, P., et al., *Effects of nonthermal plasma on morphology, genetics and physiology of seeds: A review.* Plants, 2020. **9**(12): p. 1736. .12

Pawłat, J., et al., *Effects of atmospheric pressure plasma jet operating with DBD on Lavatera thuringiaca L. seeds' germination.* PLoS One, 2018. **13**(4): p. e0194349. .13

Al-Zubaidy, K. and M. Al-Falahy, *Principles and Procedures of statistics and experimental designs.* Higher education presses. Iraq. Duhok University, 2016. .14

Von Woedtke, T., et al., *Plasmas for medicine.* Physics Reports, 2013. **530**(4): p. 291-320. .15

Tomeková, J., et al., *Influence of cold atmospheric pressure plasma on pea seeds: DNA damage of seedlings and optical diagnostics of plasma.* Plasma Chemistry and Plasma Processing, 2020. **40**(6): p. 1571-1584. .16

Ling, L.L., et al., *A new antibiotic kills pathogens without detectable resistance.* Nature, 2015. **517**(7535): p. 455-459. .17

Sadhu, S., et al., *Influence of cold plasma on the enzymatic activity in germinating mung beans (Vigna radiate).* Lwt, 2017. **78**: p. 97-104. .18

Li, T., et al., *Estimating ground-level PM2. 5 by fusing satellite and station observations: a geo-intelligent deep learning approach.* Geophysical Research Letters, 2017. **44**(23): p. 11,985-11,993. .19

Bafoil, M., et al., *New insights of low-temperature plasma effects on germination of three genotypes of Arabidopsis thaliana seeds under osmotic and saline stresses.* Scientific reports, 2019. **9**(1): p. 1-10. .20

Stolárik, T., et al., *Effect of low-temperature plasma on the structure of seeds, growth and metabolism of endogenous phytohormones in pea (Pisum sativum L.).* Plasma Chemistry and Plasma Processing, 2015. **35**(4): p. 659-676. .21