**(هااام جفاف برولين قمح)/**

**جفاف قمح**

**برولين + سكريات**

برولين أصنافي

تغير معايير الأكسدة والأنظمة المضادة للأكسدة في أثناء نمو ثمار البندورة

قمح بعد الخطة /دور المادة المنشطة PBO في نمو نبات حنطة الخبز النامية تحت ظروف الإجهاد الجفافي

الاستجابات المورفولوجية والفيزيولوجية لأصلين من التفاح البري للإجهاد المائي/ مجلة جامعة دمشق

**كلوروفيل+برولين+سكريات قمح صلب- جفاف**

**ارتباط إنتاجية ونوعية حنطة الخبز بصفات ورقة العلم تحت الإجهاد الرطوبي والكاينيتين/ص208**

حسب (هااام جفاف قمح) طريقة تقدير البرولين هي حسب Bates *et al., 1973*

*Bates, L.S.; Waldren, R.P. and Teare, I.D. (1973): Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39:205-207*

**قمح/8**

**البرولين**

هو أحد الأحماض الأمينية الهامة في النباتات والذي يقوم بتخليقه كرد فعل أو كنوع من التأقلم ضد الجفاف, قصد تعديل الوسط للحفاظ على المحتوى المائي في الخلية والحفاظ على ضغط الامتلاء الضروري لكل تفاعلات الخلية الحيوية, ويتركز البرولين في جميع أجزاء النبات وبكمية مرتفعة في الأوراق (Palfi *et al*., 1973), حيث يمثل في بعض الحالات 1% من الوزن الجاف للنبات (Hsiao, 1973).

إن مصدر البرولين المتراكم أثناء الجفاف هو التخليق الحيوي من الحمض الأميني غلوتاميك (Pourrat, 1974; Voetberg and Stewart,1984), أو ترجع جزئياً إلى نقص أكسدته نظراً لنقص الأنزيم المحفز لأكسدته (Stewart, 1991; sanchez,*et al*., 2007) زعملية تجميعه متعلقة بنقص الماء وكذلك درجات الحرارة المرتفعة (Monneveux and Nemmar, 1986).

تدل نتائج بعض الأبحاث على أن تراكم البرولين أثناء الجفاف يتطلب زيادة محتوى النبات من حمض الأبسيسيك ABA (Ober and sharp, 1994; Demirevska *et al*., 2008), وبينت دراسات Savitskaya, (1967), التي عرضت فيها نباتات الشعير لظروف نقص المياه في التربة أن الحمض الأميني البرولين كان الوحيد من بين الأحماض الأمينية التي تم الكشف عنها وبكميات كبيرة وفي جميع أعضاء النبات, وقد توصل باحثون آخرون إلى نفس النتيجة في نبات القمح (Tyankova, 1967; Vlasyuk *et al*., 1968), ولهذا يكشف عنه في النبات المعرض للإجهاد المائي كدليل على مقاومة الجفاف, فإنه هناك علاقة طردية بين كمية البرولين المفروزة من النبات والمتراكمة فيه وبين مقاومة الجفاف, حيث كلما زادت هذه الكمية المتراكمة كلما كان النبات أكثر مقاومة.

السكريات

تعتبر السكريات والأحماض الأمينية والأحماض العضوية من أهم المواد المتراكمة أثناء الإجهادات, وللسكريات المذابة دور إيجابي في تخفيف الإجهاد الحراري والمائي, وفي طريقة التعديل الاسموزي أيضا, وذلك بواسطة منح مقاومة للجفاف والبرد لبعض خلايا النبات (Leestadelmann and Stadelmann, 1976). ولقد وجد بعض الباحثين في أوراق القمح المجهد حرارياً ومائياً تراكم السكريات وتثبيط أيض النشاء (Turner and Begg, 1978). كما تعتبر السكريات من أهم المذيبات المستعملة من طرف النبات للتعديل الأسموزي ومنها الغلوكوز والسكروز (Ackerson, 1981), كما بينت بعض الأبحاث أن هناك استنفاذ عام للسكر والنشاء في الأوراق المعرضة للإجهاد المائي.

(قمح/27 برولين وكلوروفيل).

يعد البرولين من أهم الأحماض الأمينية الأساسية التي تدخل في تكوين البروتينات, فهو يعتبر من الأحماض الأمينية غير القطبية التي تحتوي على سلسة جانبية أليفاتية, ولكنها تختلف عن بقية السلاسل الجانبية في الأحماض الأخرى وهذا لا يمنع من تقارب صفاته البيوكيميائية مع تلك التي تتميز بها باقي الأحماض الأمينية؛ فالبرولين هو الحمض الأميني الوحيد من 20 حمض أميني تكون فيه المجموعة NH2 غير حرة فهو إذاً يحتوي على وظيفة ثانوية وليست أولية وذلك يسمى بالحمض الإميني (Acide imine) (Wray, 1988).

اكتشف البرولين سنة 1900 من طرف Wilstetter وقام Ficher بعزله للمرة الأولى؛ وهو عبارة عن جسم أبيض, كثير الذوبان في الماء والإيتانول, يتفاعل البرولين مع النينهيدرين ويعطي لوناً أصفراً يتحول باستمرار التسخين إلى أحمر بنفسجسي, ويتم انحلال البرولين في الماء في درجة حرارة 25م°. (Ficher, 1901 in Chaib ,1998). ص13

يلعب البرولين دورا هاماً في التعديل الأسموزي عند النباتات المعرضة إلى عدة عوامل غير ملائمة كالجفاف وزيادة الأملاح في التربة (Delauney and Verma, 1993). (27).

يعتبر تراكم البرولين داخل النبات عادةً كرد فعل لتأقلمه أو تحسسه مع إجهاد معين (درجات الحرارة المنخفضة, الملوحة أو نقص المياه), والذي يمكن معرفته مبكراً خلال دورة حياة النبات (Bates et al., 1973). (27).ص13/موجود في نورا قمح جفاف

الكلوروفيل هو كلمة مشتقة من كلمة يونانية حيث "كلوروس" تعني أخضر و"فيلون" تعني ورقة.

عزل الكلوروفيل للمرة الأولى سنة 1816 من قبل Joseph Pelletier و Joseph Bienuime, وهو مادة صبغية خضراء ملونة للنبات باللون الأخضر, تتواجد عند النباتات الخضراء وتنعدم عند الفطريات.

أشكال الكلوروفيل:ص20

يوجد الكلوروفيل في عدة أشكال وهي ذات تركيبات كيميائية متقاربة:

* الكلوروفيل A وB يتواجد عند النباتات الراقية والطحالب الخضراء بنسب متباينة وذلك حسب النوع النباتي.
* الكلوروفيل C و D متوفر عند الطحالب البنية والبكتريا الزرقاء.

يمتاز اليخضور A بلونه الأخضر- الأزرق ويتراوح طيف امتصاصه بين 660 إلى 670 nm.

أما اليخضور B فهو أخضر مائل للاصفرار , يمتص الضوء على طول موجة بين 635 إلى 645 nm.

العلاقة بين تراكم البرولين والكلوروفيل في الإجهاد ص21

أظهرت نتائج (Tahri *et al*., 1997) إلى وجود تناسبية عكسية بين مستوى تراكم البرولين والخسارة في محتوى الكلوروفيل الكلي, وبالتالي الصنف الذي يكون أكثر تراكم للبرولين يكون أكثر انخفاضاً للكلوروفيل والعكس صحيح.

إن ارتفاع الضغط الأسموزي بإضافة مادة PEG 6000 إلى محلول السقي أدى عند ثلاثة أصناف من القمح الصلب إلى ارتفاع في كمية البرولين في الأوراق بالموازاة مع انخفاض كمية اليخضور ونشاط أنزيم ARNm-Poly و GS(A+) المشفرة له, هذه النتائج تظهر أن شبكة الارتنين تكون هي المفضلة لتكون حامض البرولين أثناء فترة الضغط الأسموزي (Tahri *et al*., 1997).

يؤدي تعرض النبات للجفاف إلى ارتفاع البرولين على مستوى البلاستيدات في حين ينخفض معدل دورة كالفن الذي يمنع أكسدة NADPH إلى NADP+, عندما يجتمع الضوء العالي الالكترون المتدفق في سلسلة نقل الالكترون عن طريق NADP+ المستقبل الالكتروني الغير كافي الذي يؤدي إلى إنتاج الأوكسجين الداخلي في مركز التفاعل PSI و تراكم ROS الذي يقوم بهدم الغشاء وبالتالي خفض الكلوروفيل (Chvaes *et al*., 2009). ص25

حسب برولين وكلوروفيل 27

**إن كل من الكلوروفيل A والكلوروفيل B سجلا مستويات أعلى عند النباتات المعرضة للإجهاد بالمقارنة مع النباتات غير المعرضة للإجهاد**

**في حين أن الكلوروفيل الكلي سجل نتائج معاكسة لذلك حيث سجل مستويات أعلى عند النباتات غير المعرضة للإجهاد بالمقارنة مع النباتات المعرضة للإجهاد**.

أظهرت نتائج (Tahri et al., 1997) إلى وجود علاقة عكسية بين مستوى البرولين وخسارة في محتوى الكلوروفيل الكلي, وبالتالي الصنف الذي يكون أكثر تراكم للبرولين يكون أكثر انخفاضاً للكلوروفيل والعكس صحيح. ص13/موجود في نورا قمح جفاف

عرف **التأقلم** بأنه قدرة النبات على النمو وإعطاء مردود في المناطق التي تعاني من نقص المياه (Turner, 1979). بينما أضاف Monneveux and Depigny (1995) لتعريف التأقلم الارتباط الوثيق بين درجة التأقلم وكمية الإنتاج الناتجة. إذ تضمن آليات تأقلم النبات العديد من الاستجابات للمحافظة على الوظائف الفيزيولوجية للنبات. (27).ص12/ موجود في نورا قمح جفاف

**التهرب** هو وسيلة يتبعا النبات لإلغاء أو التقليل من تأثيرات الإجهاد المائي, خلال مراحل تطوره خاصة الأصناف الحساسة لنقص المياه, ويكون ذلك بالتبكير في الإزهار والنضج خارج فترات الإجهاد المائي (Yekhlef, 2001).(27). ص12/ موجود في نورا قمح جفاف

**للتنظيم الإسموزي** علاقة كبيرة في الإنتاج الزراعي لأن الماء يعتبر عاملاً محدداً للإنتاج عند الحبوب (Akbar et al., 1991). ولهذا فإن تأقلم الخلايا مع وضع ما مرتبط بظاهرة التنظيم الأسموزي لأنه يعتبر إجراء بيولوجي يحمي العضو من تأثير نقص المياه. إن استجابة الأنماط الوراثية لنقص المياه تختلف حسب الأصناف, ويعتبر التنظيم الأسموزي معياراً مهماً في مقاومة الجفاف, حيث يسمح بإعطاء أهمية لبعض مظاهر المقاومة وذلك بتخفيض الضغط المائي والإبقاء على الضغط الانتباجي بتراكم مختلف المواد ذات دور المنظم الأسموزي (Turner, 1986; Khan, 1993). (27)

تكون هذه المواد المتراكمة عموماً أحماض عضوية (الماليك), اينوزيتول, أيونات معدنية (Na, Cl, K) , سكريات ذائبة, أحماض أمينية (غليسين بتا يين, وبرولين). (27)

وجد ارتفاع نسبة البرولين في الأعضاء الخضرية للقمح بمقدار 25 إلى 50 مرة تحت ظروف الإجهاد الجفافي, بحيث لا تتجاوز نسبتها 2 ميكروليتر/مع مادة جافة في الظروف العادية.(26 برولين).ص13/ موجود في نورا قمح جفاف

**(هااام جفاف برولين قمح)/ قمح بعد الخطة.**

من الظواهر التأقلمية المعروفة في بعض النباتات التي تتعرض للإجهاد تراكم بعض المركبات العضوية وخاصة الحمض الأميني البرولين.

إن تراكم البرولين هو الزيادة في مستوى البرولين الحر في النسيج ويعزى ذلك إلى الإجهاد, حيث أن تراكم البرولين يحدث في وجود شح بسيط نسبياً للماء, وتعتمد الكمية التي تتراكم على شدة الإجهاد.

وقد لوحظ تراكم البرولين لأول مرة في أنسجة النباتات الذابلة عام 1954 أثناء التجارب التي أجريت على حشائش الشوفان المستاصلة حيث لوحظ أن البرولين قد تراكم في الأنسجة الذابلة بكميات تفوق ما يمكن أن يكون ناتجاً عن التحلل البروتيني.

ومصدر البرولين المتراكم أثناء الجفاف هو التخليق من الحمض الأميني الجلوتميت (Glutamate), أو ترجع جزئياً إلى نقص أكسدته نظراً لنقص نشاط الأنزيم المحفز لأكسدته وهو أنزيم (Proline dehydrogenase) (Rayapati and Stewart,1991).

وأوضحت دراسات كثير من الباحثين مثل (Batanouny and Ebeid,1981) أن الحمض الأميني برولين يتجمع نتيجة لتعرض النباتات للإجهاد الجفافي.

وجد الباحثون (Deora*et al*.,2001) تراكم لحمض البرولين في أوراق القمح المعرضة لإجهاد الجفاف مقارنة بالمروية وأرجعوا ذلك إلى أن البرولين المتراكم يعتبر نوعاً من مقاومة النبات للجفاف.

أفاد (Palfi and juhasz,1969) بأن تعرض الأنسجة النباتية للإجهاد يؤدي إلى سرعة تمثيل البرولين وتثبيط لأكسدته ثم تراكمه داخل الأنسجة.

**أقرّ (Hanson *et al*.,1977) أن تجمع البرولين في نبات الشعير يحتمل أن يكون ناتج من ردة فعله للجفاف فقط وليس لمقاومة الجفاف.**

وقد ذكر (Hsiao ,1973) و (Naylor ,1972) أن إجهاد الجفاف يسبب زيادة في محتوى النباتات من الأحماض الامينية الحرة وخاصة البرولين والذي يصل تركيزه في بعض الحالات إلى 10 أو 25 ضعفاً أو 1% من الوزن الجاف للأوراق.

وقد أشار (Stewart, 1983) أن تجمع البرولين يعتبر بمثابة طريقة للحد من التأثير الضار للأحماض الأمينية الأخرى الناتجة عن هدم البروتين, كما أوضح أن البرولين يتجمع نتيجة لعدم قدرة الخلايا النباتية على بناء البروتين علاوة على الكميات الناجمة عن هدم البروتين تحت تأثير الجفاف.

كما توصلت (الحماد, ) أن المحتوى البروليني قد زاد بزيادة الفترة الزمنية التي عرض فيها نبات القمح للإجهاد الجفافي عن طريق تعطيش النباتات لمدة (3,6,9,12) يوم حيث سجل أعلى معدل(7,92 ميكروغرام/مل) وذلك بعد 12 يوم من تعطيش النباتات مقارنة بالشاهد الذي سجل (1,35 ميكروغرام/مل), أما أدنى معدل فقد بلغ (1.67 ميكروغرام/مل) وذلك بعد 3 أيام من التعطيش.

**طريقة تحضير المنحني القياسي للبرولين:**

تم تحضير تراكيز مختلفة من الحمض الأميني لبرولين وهي كالتالي : 1 , 2 , 4 , 6 , 8 , 10 ميكروغرام/ميلليليتر. مع ملاحظة عمل ضابط (ماء مقطر فقط). قدرت كمية البرولين بالطريقة السابقة التي تم ذكرها.

**جفاف قمح/ قمح بعد الخطة**

توصل (النعيمي وآخرون ,2001) إلى أنه للجفاف تأثير معنوي في ارتفاع النبات لأصناف نبات السلجم وأن الانخفاض الحاصل في صفتي محتوى الماء النسبي ومحتوى الكلوروفيل الكلي نتيجة فترات الجفاف قد يعزى إلى أن التربة الرطبة لا يكون الماء ممسوكاً فيها بقوة أما التربة الجافة فيكون الماء ممسوكاً أو مقيداً بقوة فهناك حاجة لجهد كبير لاستخلاص الماء من التربة وهذا الجهد يعرف بالشد الرطوبي.

وقد فسر (Schon-feid *et al.,*1988) انخفاض محتوى الماء النسبي في الأوراق إلى تعرض النباتات للإجهاد المائي بسبب الاختلافات الحاصلة في التنظيم الأسموزي ومرونة النسيج وتوصل (Sing *et al.,1973)* إلى وجود علاقة ترابطية بين حالة نقص الماء ومحتوى الكلوروفيل وأن الصبغيات النباتية (الكلوروفيل والكاروتين) يتناقصان بانخفاض رطوبة التربة.

قمح/9/ص 18

بينت نتائج دراسة تأثير الإجهاد الحلولي الناجم عن إضافة سكر البولي إيتيلين غليكول (PEG) إلى المحلول المغذي في استجابة صنفين من القمح أحدهما متحمل للجفاف (Huelquen), والآخر حساس (Saitama) للإجهاد المائي, حدوث تراجع في الوزن الجاف للمجموعتين الهوائية والجذرية, وتراجع نسبة المجموعة الهوائية إلى المجموعة الجذرية, ومحتوى الماء النسبي (RWC), وكان التراجع في هذه المؤشرات أكبر من الطراز الحساس بالمقارنة مع الطراز المتحمل, ويصطنع الطراز المتحمل كمية أكبر من البرولين (Kastori *et al*., 1999).

**(برولين + سكريات/ قمح بعد الخطة )**

يعتبر الإجهاد المائي من بين الإجهادات الأكثر حدوثاً في الطبيعة, يظهر الإجهاد المائي حالما يكون الماء الممتص بواسطة الجذور أقل بكثير من الماء المفقود عن طريق النتح .

يتركز البرولين في جميع أجزاء النبات وبكمية مرتفعة في الأوراق (Palfi *et al*., 1973) حيث يمثل في بعض الحالات 1% من الوزن الجاف للنبات (Hsiao, 1973).

تراكم البرولين المحث بواسطة الإجهاد المائي يكون نتيجة ثلاثة إجراءات:

* نقص نشاط أنزيم إماهة البرولين (محب طه صقر, 2011).
* تنشيط تركيبه (Morris *et al*.,1977).
* هدم التركيب الحيوي للبروتينات (Stewart *et al*.,1977).

تراكم السكريات الذائبة:

تعتبر السكريات والأحماض الأمينية والأحماض العضوية من أهم المواد المتراكمة أثناء الإجهادات (Les-Stadelmann and Stadelman., 1976). ولقد أشار الكثير من الباحثين على الدور الوقائي الذي تلعبه السكريات الذائبة على مستوى الأنظمة الغشائية بصفة عامة والأغشية الميتوكوندرية بصفة خاصة (Bamoun, 1997) وبالإضافة إلى ذلك فإن السكريات الذائبة تساهم في حماية التفاعلات المؤدية إلى تركيب الأنزيمات الشيء الذي يسمح للنبات بتحمل أفضل لمؤشرات الجفاف . كما تعتبر السكريات من أهم المذيبات المستعملة من طرف النبات في التعديل الأسموزي ومنها الغلوكوز والسكروز (Ackerson, 1981). لاحظ (Ali dib *et al*., 1990) أن تغيرات القمح الصلب من السكريات أضعف بكثير منها بالنسبة للبرولين وأن أكبر النسب تسجل انطلاقاً من اليوم الثاني عشر من الإجهاد المائي, أما النتائج التي توصل إليها (Adjab, 2002) خلال معايرته للسكريات عند خمسة أصناف من القمح الصلب فبينت أن هذه الأخيرة تبدي تراكماً ضعيفاً لها, السكريات والبرولين مع مواد أخرى تساهم في ظاهرة التعديل الحلولي التي تحمي الأغشية والأنظمة الأنزيمية وذلك بالمحافظة على إنتاج الخلايا بتخفيض كمونها الحلولي لتعويض انخفاض الكمون المائي الورقي (Blum, 1989) و(Ludlow et Muchow., 1990).

تقدر كمية البرولين بعد تحويل النتائج المتحصل عليها إلى تراكيز البرولين (بالميكرومول/ملغ) مادة جافة وذلك باستعمال المعادلة:

كمية البرولين (ميكرومول/ملغ) = 0.62× الكثافة الضوئية / الوزن الجاف

عن (Benlaribi,1990).

تباين محتوى البرولين عند الأصناف غير المعرضة للإجهاد من (7.56 ± 10.40) ميكرومول/ ميللي غرام (مادة جافة) كأعلى قيمة عند الصنف GTA dur و (0.64±2.52) ميكرومول/ ميللي غرام (مادة جافة) عند صنف Omruffكأدنى قيمة. أما الأصناف المعرضة للإجهاد (20) يوم, فقد سجلت أعلى كمية للبرولين في صنف B Mestina والمقدرة ب (19.60±60.54) ميكرومول/ ميللي غرام (مادة جافة) بنسبة زيادة 11.11% مقارنة مع الشاهد أي 12 مرة القيمة الأساسية المسجلة عند الصنف غير مجهد, كما سجلت أدنى قيمة عند الصنف Omruff والمقدر ب (1.44±15.73) ميكرومول/ ميللي غرام (مادة جافة) بنسبة زيادة 52.50% مقارنة بالشاهد أي 6 مرات القيمة الأساسية المسجلة عند الصنف الشاهد

طريقة تقدير السكريات الكلية :

السكريات (ميللي مول/100ملغ)= 1.67×الكثافة الضوئية/ الوزن الجاف

غير معرضة : الأعلى Waha (0.77±7.39) ميكرومول/100 ميللي غرام (مادة جافة)

الأدنى Bidi17 (0.64±4.32) ميكرومول/100 ميللي غرام (مادة جافة)

المعرضة للإجهاد: الأعلى Waha (22.04±0.75) ميكرومول/100 ميللي غرام (مادة جافة) بنسبة زيادة 19.82% مقارنة مع الشاهد أي 3 مرات قيمة الشاهد

الأدنى Bidi17 (8.19±1.21) ميكرومول/100 ميللي غرام (مادة جافة) بنسبة زيادة 8.93% مقارنة مع الشاهد أي 2 مرات قيمة الشاهد

(برولين أصنافي/ قمح بعد الخطة)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| الصنف | محتوى البرولين (مع/غ) | | | |
| المعاملة | | المتوسط | نسبة الزيادة % |
| مروي | بعلي |
| شام 3 | 9.92 | 18.19 | 14.06 | 45.43 |
| بحوث9 | 4.49 | 18.92 | 11.93 | 73.89 |
| حوراني | 4.28 | 15.90 | 10.09 | 73.09 |
| شام 10 | 9.15 | 18.08 | 13.61 | 49.40 |

**قمح جفاف برولين سكريات**

التركيب الضوئي:

أكدت الكثير من الأبحاث تأثير الإجهاد المائي على مختلف تفاعلات عملية التركيب الضوئي (Oosterhuis et Walker., 1987).

وبصفة عامة يرى الباحثون أن ذلك يتم بطريقتين:

إما بارتفاع المقاومة الثغرية, مما يحدد انتشار غاز CO2 إلى داخل الأوراق ومنه تحديد معدل التركيب الضوئي.

أو بالتأثير على تفاعلات الاستقلاب في مستوى الخلية وعضياتها المسؤولة على ذلك.

تعمل الخلايا الثغرية وغيرها في حالة الإجهاد المائي على تخفيض معدل التركيب الضوئي عند القمح (Aboussouan Seropian et Planchon.,1985), وذلك بغلق الثغور (Oosterhuis et Walker., 1987), وبتقليص المساحة الورقية والتقليل من فقدان الماء مما يؤدي إلى تخفيض المردود (Wang *et al*.,1992).

كما أن الإجهاد المائي الشديد يؤثر مباشرة على عمل الأنظمة اليخضورية الضوئية ويؤدي إلى انخفاض محتوى الأوراق من الأصبغة اليخضورية (Holaday *et al*.,1992).

تبين من خلال النتائج وجود علاقة إيجابية بين شدة الإجهاد المائي وتراكم المنظمات الأسموزية (السكريات الذائبة, البرولين, الصوديوم, البوتاسيوم) في حين التغير في محتوى السكريات الذائبة منخفض بالنسبة للبرولين أي الأصناف التي تراكم أكبر كمية من البرولين تخفض من تراكم السكريات والعكس صحيح.(نتائج البحث المأخوذة منه).

السكريات الذائبة (ميلي مول/مغ) = 1.67 \* الكثافة الضوئية/ الوزن الجاف

البرولين (ميكرو مول/ملغ) = 0.062 \* الكثافة الضوئية /الوزن الجاف (Benlaribi, 1990).

معنى proteome: البروتيوم: مجموعة البروتينات الكاملة التي يصنعها نوع معين من الكائنات في كل أنسجته وفي كافة مراحل نموه.

معنى Proteomic: البروتيوميكا : مدخل يسعى للتعرف على وتشخيص مجموعات كاملة من البروتين, والتفاعلات البروتينية في أنواع معينة من الكائنات.

قمح/د.لينا/pone1

**RWC**

أظهرت النتائج أن المحتوى المائي في الأوراق انخفض بنسبة 1.92٪ بعد 24 ساعة من الجفاف وبنسبة 6.64٪ بعد 48 ساعة مقارنة مع الشاهد

أما في الجذور فكانت نسبة الانخاض 9.47% بعد 24 ساعة و 13.66% بعد 48 ساعة

مما يشير إلى أن إجهاد الجفاف تسبب في جفاف خفيف إلى متوسط

الإجهاد في نباتات القمح

وجد أيضًا أن RWC انخفض على المدى القصيرنباتات القمح المجهدة بالجفاف تحت ظروف المختبر. ومع ذلك ، تحت ضغط طويل الأمد ،انخفض مؤشر RWC في البداية ثم ظل ثابتًا نسبيًا بعد 28 يومًا.

تمت زيادة محتوى **البرولين** الحر بنسبة 23.0٪ ～ 77.0٪ في الأوراق و 13.35٪ 97.6٪ في الجذور من 24 ساعة إلى 48 ساعة من معالجة الجفاف.

زاد محتوى **السكريات الذائبة** بنسبة 7.1٪～ 46.7٪ في الأوراق وبنسبة 121.2٪～ 189.9٪ في الجذور من 24 ساعة إلى 48 ساعة من الإجهاد الجفافي

يمكن للنباتات في ظروف الإجهاد اللاأحيائي أن تنتج أنواع الأكسجين التفاعلية (ROS) ، مما يؤدي إلى أكسدة الغشاء الدهني ، والذي يمكن أن يسبب خلل في نظام التمثيل الغذائي في الكائنات الحية ، وبالتالي ، فإن مستوى **MDA** ، وهو أحد منتجات أكسدة الغشاء الدهني ، سيزداد [36]. يشير مستوى MDA في النباتات إلى درجة إصابة بلازما نظام الغشاء. لتقييم آثار إجهاد الجفاف قصير المدى على بلازما نظام الغشاء في نباتات القمح البري ، تم تحديد محتويات MDA في الجذور والأوراق بشكل منفصل. أشارت النتيجة إلى أن مستويات MDA لم تتغير بشكل ملحوظ في كلا الأنسجة (الأعضاء) بعد 24 ساعة من إجهاد الجفاف. ومع ذلك ، تم زيادة مستوى MDA بمقدار 47.06٪ و 23.33٪ في الجذور و الأوراق على التوالي بعد 48 ساعة من الإجهاد (الشكل 1 وجدول S1).مما يشير إلى أن تلف غشاء البلازما كان موجودًا إلى حد معين في هذه النقطة الزمنية.

علاوة على ذلك ، أشار التحليل أيضًا إلى أن محتويات الكلوروفيل أ و ب في القمح البري تناقصت بشكل كبير في الأوراق بعد 24 ساعة من الإجهاد الجفافي ، وتفاقم استنفاد الكلوروفيل أ وب بعد 48 ساعة من معالجة الجفاف

مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية2014/ مجلد 30/عدد3/صفحات 9-17

تغير معايير الأكسدة والأنظمة المضادة للأكسدة في أثناء نمو ثمار البندورة/ رمزي مرشد

محتوى ثمار البندورة من MDA أثناء تطور الثمار

القيم عبارة عن المتوسط ± الانحراف المعياري لتسعة مكررات

مرحلة تطور الثمار MDA

20 يوم بعد الإزهار 24.62±1.71

25 يوم بعد الإزهار 24.24±1.45

30 يوم بعد الإزهار 24.86±1.76

35 يوم بعد الإزهار 23.08±0.23

ثمار خضراء ناضجة 23.63±1.99

مرحلة بدء التلون 22.20±1.75

ثمار برتقالية 24.67±2.23

ثمار حمراء 40.69±2.79

قمح بعد الخطة /دور المادة المنشطة PBO في نمو نبات حنطة الخبز النامية تحت ظروف الإجهاد الجفافي / محمد سعيد فيصل/ جامعة الموصل

انخفض محتوى ورقة العلم من الكلوروفيل aو b إلى أقل متوسط لهما (7.40 و 6.90) و (3.15 و 2.50) ملغ/100غ عندما امتدت فترة حجب الري من اكتمال الإنبات إلى نهاية مرحلة البطان مقارنة مع معاملات الرطوبة الأخرى التي تشابهت فيما بينها معنوياً.

الكلوروفيل الكلي تم تقديره حسب الطريقة التي أوردها (Saied, 1990) باستخدام المعادلة التالية:

Chl. (a+b)=20.2 (A645)+ 8.02 (A663) XV/1000 XW

D= قراءة الكثافة الضوئية للكلوروفيل المستخلص على الأطوال الموجية 663 و 645

V= الحجم الكلي لمستخلص الكلوروفيل في الأسيتون (80%)

W= الوزن الرطب (غ) للنسيج النباتي.

ازداد محتوى ورقة العلم من حامض البرولين عند حجب الري في الفترة الممتدة من اكتمال الإنبات إلى نهاية مرحلة البطان إلى أعلى قيمة له (0.79 و 0.81) ميكرومول وهي بمقدار أربعة أضعاف قيمته عند معاملة المقارنة (0.20 و 0.21) ميكرومول التي تشابهت معنوياً مع معاملات حجب الري عند مراحل التفرعات والاستطالة والبطان ومن البطان إلى 100% أزهار للموسمين على التوالي.

تؤكد النتائج التي توصل إليها كل من Zarei وآخرون (49) و Vendruscolo وآخرون (40) من أن تركيز حامض البرولين في اللحاء عند القيمة الأكثر سالبية للجهد المائي في النباتات المعرضة للشد المائي العالي يمكن أن يزيد بمقدار 60 مرة مقارنة بقيمة الجهد المائي في النباتات غير المعرضة للشد.

انخفضت نسبة الكربوهيدرات الذائبة بنسبة 34.08 مقارنة مع معاملة المقارنة (الري كل أسبوعين) التي لم تختلف معنوياً عن معاملات الرطوبة الأخرى في موسمي الدراسة على التوالي.

إن الجهد الامتلائي المنخفض يبطئ أو يوقف النمو والتوسع الخلوي نتيجة حصول تغير في اتزان المواد الأيضية مما ينشأ عنه تباطؤ في بناء الوحدات البنائية كالبروتين والكربوهيدرات والأحماض النووية(7).

قمح بعد الخطة/ الاستجابات المورفولوجية والفيزيولوجية لأصلين من التفاح البري للإجهاد المائي/ مجلة جامعة دمشق

يعود نقص المياه في الأوراق إلى عدم قدرة النباتات على امتصاص الماء لنقصه في التربة أو لوجود فرق في الجهد الحلولي بين الوسط الداخلي للنبات وبين محلول التربة.

أثبتت العديد من الدراسات أن الإجهاد المائي سواء تحت تأثير الجفاف أو تراكيز مختلفة من PEG أدت إلى انخفاض محتوى الأوراق من اليخضور ومن ثم أثرت سلباً في نمو النبات

في دراسة على غراس من الزيتون أدى الجفاف مدة 20 يوماً إلى ارتفاع محتوى الأوراق من البرولين إلى (1.59 ميكرومول/مغ وزن جاف) مقارنةً بالشاهد (0.5 ميكرومول/مغ وزن جاف) (Sofoa *et al*., 2004).

وفي دراسة أجراها (Nayer and Heidari, 2008) على نباتات الذرة لوحظ أن الإجهاد المائي بواسطة PEG عند جهد حلولي (-1,76 Mpa) أدى إلى زيادة محتوى البرولين في الجذور إلى (3.13 مع/وزن جاف), وارتفعت في النموات الخضرية إلى (3.1 مع/ وزن جاف) مقارنةً بالشاهد.

يعمل الجفاف على تثبيط النمو نتيجة نقص ضغط امتلاء الخلايا أو بسبب نقص وصول الماء إلى الأنسجة النامية نظراً إلى عدم قدرة الجذور على النمو وامتصاص الماء والأملاح المعدنية بسبب نقص التدرج في جهد الماء بين الخشب والخلايا النامية (Whalley, *et al*.,1998), الذي يؤدي في النهاية إلى انخفاضالمحتوى المائيفي أنسجة النبات الذي سيؤثر سلباً في العمليات الحيوية والفيزيولوجية والاستقلابية كلها (Kang and Zhang, 2004).

لوحظ ارتفاع تركيز البرولين في النبات (أوراق وجذور) كمؤشر لتأثر النبات بالجفاف أو الإجهاد المائي (Shtereva, *et al*., 2008, Lotfi, *et al.* 2008).

**(قمح /مجلة البحوث الزراعية العربية المجلد الأول 1997 )**

يتميز الصنف شام 5 عن الصنف حوراني بزيادة الغلة الهكتارية بنحو 15.8% كما تزيد غلته الهكتارية عن صنف شام 3 بنحو 7.2%

**(قمح/22 ماستر ديمة الحاج ص9)**

عندما يوصف النبات بأنه "متحمل للجفاف " فهذا لا يعني فقط قدرته على البقاء, وإنما قدرته على النمو وإعطاء غلة جيدة نسبياً تحت ظروف الإجهاد, ويشمل هذا المصطلح عدد من الاستراتيجيات التي قد يعتمدها النبات كتحمل الجفاف, تجنب الجفاف, الهروب وقدرته على التعافي من تأثير الجفاف.

طريقة RWC موضحة جيدا يجب أخذها من هنا

طريق استخلاص الدنا , وتقدير نقاوته وتركيزه, والتقدير النوعي له

(لينا ممدوح النداف/ص30-29)

استخدام (SSR) في دراسة التنوع الوراثي.

( قمح صلب جزائر RWC/ ص14)

RWC

يتناقص المحتوى المائي النسبي لأوراق القمح الصلب مع تراجع محتوى التربة من الماء. هذا التناقص في المحتوى المائي النسبي يكون سريعاً عند الأنواع الحساسة أكثر من الأنواع المقاومة حسب (Scofield *et al.,* 1988), (Bajji *et al.,*2001).

أكدت النتائج التي تحصل عليها (Sassi *et al.,*2012) أن محتوى الماء النسبي مؤشر جيد لتحمل الجفاف يمكن استعماله في برامج انتخاب القمح في الظروف الجافة. إذ وجد أن الإجهاد المائي الناتج عن النقص المائي يسبب هبوط المحتوى النسبي للماء عند كل الأنواع المختبرة, وأن الأنواع الوراثية التي تحتفظ بمحتوى ماء نسبي عالي خلال الإجهاد المائي تكون أكثر مقاومة وإنتاجية.

( قمح صلب إجهادات لا حيوية آخر طور/ ص32)

الكلوروفيل

تختلف أصناف القمح في استجابتها للإجهادات اللاحيوية, بحيث تميل بعض الأصناف إلى خفض تركيزها من الكلوروفيل ورفع حصيلة الكلوروفيل a/b , في حين وفي نفس الظروف تتبنى أصناف أخرى طريقة معاكسة في المقاومة (Ait Kaki,1984; Siakhène,1993) . هذا الاختلاف في بعض الأصناف يودي ببعض الباحثين إلى التركيز على صفة الكلوروفيل في عمليات الانتخاب (Kolaksazov *et al.,*2014; sabbagh *etal.,*2014).

يعتبر (Guettouche,1990) أن حصيلة الكلوروفيل a/b مؤشر جيد للإجهاد المائي, ويشير إلى انه كلما كان هذا المعيار مرتفعاً كلما كانت الأصناف مقاومة للإجاد المائي, تعتبر قدرة البلاستيدات الخضراء في الحفاظ على امتلائها أحد أهم ميكانيزمات التكيف للجفاف, فالصانعات الخضراء الممتلئة جيداًتضمن تمثيل كلوروفيلي عالي عند جهور مائية ضعيفة. وجد (Karron and Maranville, 1994) أن نباتات القمح المعرضة للإجهاد حصل عليها انخفاض بتركيز الكلوروفيل مقارنة بالنباتات الغير معرضة للإجهاد, وهناك دراسات عديدة أشارت إلى وجود علاقة ترابطية بين حالة نقص المياه ومحتوى الكلوروفيل إذ أن صبغات الكلوروفيل والكاروتين تتناقص بانخفاض رطوبة التربة (Mahmood *etal.,* 2005).

السكريات الذائبة

وهي عبارة عن هيدرات الكربون الذائبة (الغلوكوز والفركتوز والسكروز),وتوصف بغير الضارة بأيض الخلية إذا وجدت بتراكيز عالية مثل البوتاسيوم, والصوديوم, والكلور(Kishor *et al.,*1995; Hayashi *et al.,*1997), تساعد في التعديل الأسموزي للخلية(Blum,1988; Ackerson,1981). أظهرت نتائج (Kameli and Losel,1996) تراكماً للسكريات الكلية في نبات الشعير بمقدار ثلاثة أضعاف مقارنة مع نبات الفول,الذي لم يبد زيادة كبيرة في محتواه من السكريات الكلية, حيث يتميز الشعير بمقاومته أكثر لظروف الجفاف مقارنة بنبات الفول. كما بينت بعض الأبحاث أن هناك استنفاذ عام للسكر والنشاء في الأوراق المعرضة للإجهاد المائي (Ackerson,1981). بالإضافة إلى ذلك فإن السكرياتت الذائبة تساهم في حماية الظواهر (التفاعلات) المؤدية إلى تركيب الأنزيمات, الشيء الذي يسمح لنبات بتحمل أفضل لمؤثرات الجفاف (Bamoun.1997). لاحظ (Ali dib *et al.,*1990) أن تغيرات محتوى القمح من السكريات الذائبة أضعف بكثير منها بالنسبة للبرولين وأن أكبر النسب تسجل إنطلاقاً من اليوم الثاني عشر من الإجهاد المائي. أما النتائج التي توصل إليها (Adja خلال معايرته للسكريات في الورقة الخامسة عند خمسة أصناف من القمح الصلب فبينت أن هذه الأخيرة تبدي تراكماً ضعيفاً لهذه السكريات الذائبة.

قمح/ شعير جفاف جزيئية/ 267-268

تميل البيئات المتوسطية بشكل خاص للجفاف إلى جانب القابلية الكبيرة للتغيرات المناخية, حتى لو بقيت الهطولات المطرية ضمن معدلاتها الطبيعية إلا أن هناك خطورة متزايدة ناتجة عن التبخر الناجم عن درجات الحرارة المتوقع زيادتها بفعل ارتفاع حرارة الجو, ومن ثمّ فإن التربة ستجف بشكل أسرع وسينتشر الجفاف بشكل أكبر (Bolle, 2003). ومن هنا تأتي أهمية التربية للحصول على طرز وراثية متحملة للجفاف فضلاً عن أهمية الاستثمار الأفضل للتنوع الوراثي المتوافر من أجل تحمل الجفاف, وإلى ضرورة فهم أعمق وأوسع للآلية الفيزيولوجية التي تستخدمها النباتات لتحمل الجفاف, وهما أمران ضروريان لضمان الحصول على غلة جيدة عند التعرض للإجهاد الجفافي (Rizza *et al*., 200y4).

أوضح باحثون آخرون أن التربية للوصول إلى غلة أعلى مطلوبة في البيئات متوسطة الإجهادات, في حين تكون الأصناف ذات الغلة الأقل مترافقة مع تحمل عالٍ للجفاف ضرورية أكثر في حالات الإجهادات الحادة (Voltas *et al*., 1999; Panthuwan *et al*., 2002).

إن الانتخاب الحقلي لصفة التحمل للجفاف معقد, وذلك بسبب وجود مجموعة من العوامل المتداخلة مع بعضها والتي تؤثر في صفة التحمل للجفاف ,كاختلاف موعد حدوث الجفاف من موسم لآخر إلى جانب الاختلاف الكبير في شدة الجفاف من موقع إلى آخر, وهذا يسهم في إيجاد تفاعل كبير بين البيئة والنمط الوراثي ممّا يفسر البطء في تطوير أصناف جديدة مناسبة لظروف إجهادات الجفاف (Fukai *et* al.,1999).

قمح/ جفاف إشطاء/170

كلوروفيل

ربط عدد من الباحثين تحمل الإجهاد المائي بعدد من الاستجابات الفيزيولوجية الهامة التي يبديها النبات مثل محتوى الأوراق من الكلوروفيل (Clarke and McCiag, 1982), حيث يعد محتوى الأوراق من الكلووفيل دليلاً على مدى كفاءة المصدر (Herzog, 1986), كما أن المحافظة على محتوى عال من الكلوروفيل يعد عاملاً أساسياً لعملية التمثيل الضوئي تحت ظروف الجفاف, ويعتبر المحتوى العالي من الكلوروفيل تحت ظروف الإجهاد المائي لدى الأصناف المتحملة قد تم تأكيده من قبل (Nyachiro *et al*., 2001), وبحسب (Manivannan *et al*., 2007), فإن الكلوروفيل هو احد أهم مكونات الكلوربلاست الرئيسية من أجل عملية التمثيل الضوئي, كما أن محتوى الكلوروفيل له ارتباط إيجابي بنسبة التمثيل الضوئي. أشار (Martin *et al*., 1987) إلى أهمية معامل ثباتية الغشاء الخلوي للتمييز بين الأصناف المقاومة والحساسة, حيث يحدث تسريب للأيونات من الخلايا نتيجة التخريب الذي يحدث للغشاء الخلوي والذي يصبح أكثر نفوذية بتأثير الإجهادات المختلفة (Senaratna and Kersi,1983). إن فعالية وكفاءة النظام الضوئي والممثلة بالقيمة (Fv/Fm) والتي تعبر عن حاصل قسمة الفلورة المتغيرة على الفلورة العظمى, تنخفض بشكل كبير أثناء الإجهاد المائي, وهو مقياس حساس لتحديد درجة تحمل النبات للإجهاد المائي (Flagella *et al*., 1995).

جدول ص173

كان محتوى الكلوروفيل لدى شام5 أعلى من حوراني والذي بدوره أعلى من شام3(سبة لظروف إجهادات البيئة البيئة والنمط الوراثي ممّا يفسر البطء إلى جانب الاختلاف الكبير في شدة الجفاف من موقع إلى آخر, و

قمح/10 خلال الإزهار/ص136

تأثير الإجهاد المائي في محتوى الماء النسبي في بعض أصناف القمح

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| الصنف | محتوى الماء النسبي (%) | | | |
| المعاملة | | المتوسط | نسبة الانخفاض% |
| مروي | مطري |
| شام 3 | 83.48 | 60.63 | 72.05 | 27.38 |
| حوراني | 75.03 | 59.42 | 67.22 | 20.81 |
| شام 10 | 74.32 | 49.73 | 62.03 | 33.09 |

موجودة في نورا قمح جفاف

في تجربة في الأصص الزراعية ضمن البيت الزجاجي لدراسة تأثير الإجهاد المائي خلال مرحلة الإشطاء واستطالة الساق والتسنبل ومرحلة النضج في الصفات المرتبطة بالغلة الحبية, وذلك باستخدام أربعة طرز وراثية من القمح القاسي سبب الإجهاد المائي تراجعاً معنويا في المؤشرات المرتبطة بالغلة الحبية عندما تعرضت النباتات للإجهاد المائي طوال موسم النمو, واستطاعت الطرز الوراثية التي أعطت غلة حبية عالية نسبياً أن تحافظ على مستويات عالية من مكونات الغلة الحبية العددية, وخاصة عدد الحبوب في وحدة المساحة من الأرض ووزن الألف حبة, مما يشير إلى أهمية مثل هذه الصفات في تحسين غلة القمح القاسي الحبية ضمن ظروف الزراعة البعلية Ismail,1999). ().(3) أو 10 خلال الإزهار

أكد علماء الفيزيولوجيا وتربية النبات ضرورة إيجاد الطرز النباتية التي تتمتع بصفات مورفولوجية تساعد النبات على تحمل الجفاف ومقاومته سواءً كانت هذه الصفات خاصة بالمجموع الخضري أو المجموع الجذري (Bazzaz et al., 2002).).(3)أو 10 خلال الإزهار

ويعد البحث عن الأنماط الوراثية المتميزة بفعالية تمثيل ضوئي عالية, أمراً مهماً جداً وذلك من أجل استخدامها كمصادر وراثية من أجل التحسين الوراثي لإنتاجية المجتمعات النباتية المحلية, والحصول على أصناف عالية الإنتاجية . يسبب الإجهاد المائي الشديد خلال مرحلة الإزهار تراجعاً في عدد السنابل ومن ثم عدد الحبوب ووزنهاAspinall, 1984)).(3)أو 10 خلال الإزهار.

يمكن أن يعزى التباين الوراثي في كفاءة الطرز الوراثية في المحافظة على محتوى الماء النسبي في خلايا الأوراق إلى القدرة على التعديل الحلولي أو التباين في درجة انغلاق المسامات استجابة للإجهاد المائي (Nye & Tinker, 1977). (3)أو 10 خلال الإزهار

موجودة في نورا قمح جفاف

بينت نتائج دراسة تأثير الإجهاد الحلولي الناجم عن إضافة سكر البولي إيتيلين غليكول (PEG) إلى المحلول المغذي في استجابة صنفين من القمح أحدهما متحمل للجفاف (Huelquen), والآخر حساس (Saitama) للإجهاد المائي, حدوث تراجع في الوزن الجاف للمجموعتين الهوائية والجذرية, وتراجع نسبة المجموعة الهوائية إلى المجموعة الجذرية, ومحتوى الماء النسبي (RWC), وكان التراجع في هذه المؤشرات أكبر من الطراز الحساس بالمقارنة مع الطراز المتحمل, ويصطنع الطراز المتحمل كمية أكبر من البرولين (Kastori *et al*., 1999). (9).

**(قمح بعد الخطة/ كلوروفيل+برولين+سكريات قمح صلب- جفاف)**

أكدت الكثير من الأبحاث تأثير الإجهاد المائي على مختلف تفاعلات عملية التركيب الضوئي (Oosterhuis et Walker.,1987).

تعد الورقة العضو الأكثر تأثرا بالإجهاد المائي حيث يتوقف نمو النصل ثم تلتف الأوراق وبعد إزهار النباتات تشيخ الأوراق بسرعة (1996 brisson,). (نورا قمح جفاف/أمين).

كما يؤثر الإجهاد المائي على مختلف تفاعلات عملية التركيب الضوئي Oosterhuis et Walker, 1987).).(نورا قمح جفاف/أمين).

إن الإجهاد المائي الشديد يؤثر مباشرة على عمل الأنظمة اليخضورية الضوئية ويؤدي إلى خفض محتوى الأوراق من الأصبغة اليخضورية(Holaday *et al.,*1992).

وفي بحث أجري تحت ظروف البیت البلاستیكي بغرض دراسة تأثیر الإجھاد المائي على النمو والمحتوى الكیمیائي للأوراق و الحبوب لصنفين من القمح الصلب ***Triticum*** ***durum*** ھما (MBB) و (WAHA) فقد أثرالإجهاد المائي بصورة واضحة على نمو وإنتاج القمح، كما أدى إلى تراكم البرولین والسكریات الذائبة و انخفاض تركیز الكلوروفیل في مستوى الأوراق، و إرتفاع محتوى الحبوب من البروتینات والعناصر المعدنیة مع انخفاض محتواها من السكریات الذائبة(جامع، 2006) (نورا قمح جفاف/أمين).

يشترك الصنفان (MBB) و (WAHA)في تناقص الأصبغة اليخضورية كلما زادت شدة العجز المائي ومدته حيث تسجل أضعف المستويات عند السقي بربع السعة الحقلية وفي المرحلة الزهرية. يعزى انخفاض تركيز اليخضور الكلي إلى تقليص فتح الثغور (Brown et Tanner.,1983). (حسب نتائج هذا البحث).

القدرة على امتصاص الماء في ظل العجز المائي عند النجيليات مرتبطة حسب عدد من الباحثين بتطور الجهاز الجذري (Ali dib *et al*., 1992) فالجذور هي العضو الوحيد لتزويد النبات بالماء, لذا فالقدرة على النقل الأفقي للنسغ الناقص في مستوى الجذور يمثل أعلى درجات مقاومة الجفاف (Peterson *et al*., 1993).

وجد أن البرولين يحافظ على ضغط حلولي خلوي مرتفع. كما أن تراكم البرولين عند القمح غير مرتبط بمرحلة معينة من النمو إنما هو ناتج عن الإجهاد المائي (Monneveur et Nemmar.,1986).

لاحظ (Bensari *et al*.,1990) أن تحمل الجفاف قد يكون راجعاً للاستعمال التدريجي للمدخرات النشوية, وأشار الكثير من الباحثين إلى الدور الوقائي الذي تلعبه السكريات الذائبة على مستوى الأنظمة الغشائية بصفة عامة والأغشية الميتوكوندرية بصفة خاصة (Bamoun.,1997) بالإضافة إلى ذلك فإن السكريات الذائبة تساهم في حماية الظواهر (التفاعلات) المؤدية إلى تركيب الأنزيمات الشيء الذي يسمح للنبات بتحمل أفضل لمؤثرات الجفاف (Duffus.,1989 in Bamoun.,1997). لاحظ (Ali dib *et al*.,1990) أن تغيرات محتوى القمح من السكريات الذائبة أضعف بكثير منها بالنسبة للبرولين وأن أكبر النسب تسجل إنطلاقاً من اليوم 12 من الإجهاد المائي.

السكريات والبرولين مع مواد أخرى تساهم في ظاهرة التعديل الحلولي التي تحمي الأغشية والأنظمة الأنزيمية وذلك بالمحافظة على انتباج الخلايا بتخفيض كمونها الحلولي لتعويض انخفاض الكمون المائي للأوراق (Ludlow et Muchow.,1990) و (Blum.,1989).

**ملاحظة:1- يوجد مخططات للمنحني القياسي لكل من البرولين والسكريات.**

**2- في طرية قياس الكلوروفيل ذكر أنه يتم التخفيف بإضافة 5 مل من المذيب.**

**(قمح بعد الخطة/ارتباط إنتاجية ونوعية حنطة الخبز بصفات ورقة العلم تحت الإجهاد الرطوبي والكاينيتين/ص208)**

قدرت صبغات الكلوروفيل وفق طريقة (Arnon.,1949).

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast. Polyphenol-oxidase in (Beta vulgars L.). Plant Physiol. 24:1-5.

Chl.a(mg/l) =12.7 ×E663-2.69 × E645.

Chl.b (mg/l) = 22.4 × E645-4.68 ×E663.

Total Chls (mg/l)= 8.02 × E663 + 20.2 ×E645.

انخفض محتوى ورقة العلم من كلوروفيل a و b إلى أقل متوسط لهما (7.40 و 6.90) و (3.15 و 2.50) ملغ/100غ عندما امتدت فترة حجب الري من اكتمال الإنبات إلى نهاية مرحلة البطان مقارنة مع معاملات الرطوبة الأخرى التي تشابهت فيما بينها معنوياً. أما محتوى ورقة العلم من الكلوروفيل الكلي والكاروتينات فقد انخفض تركيزهما إلى أقل مستوى عند حجب الري في المعاملتين التفرعات +الاستطالة والتفرعات + الاستطالة + البطان مقترنة مع معاملات الرطوبة الأخرى التي تشابهت فيما بينها معنوياً.

تثبط عملية التمثيل الضوئي عند إطالة فترة حجب الري نتيجة لتأثيرات الشد الرطوبي في انخفاض الضغط الانتفاخي للخلايا والتفاف الأوراق وغلق ثغورها وزيادة مقاومتها لدخول جزيئات غاز co2 وانخفاض في سرعة انتقال السكريات الممثلة في الأوراق بسبب لزوجة المواد المنقولة خلال نسيج اللحاء فتقل فعالية التمثيل في البلاستيدات الخضراء وتتثبط رجعياً مما يؤثر سلبا في توسع وانقسام الخلايا فتقل المساحة السطحية الكلية للأوراق وجميع مؤشراتها الفيزيولوجية ولا سيما في النباتات ثلاثية الكربون (C3 Plants) كالقمح الغير كفء تحت ظروف الجفاف الشديد حيث يفقد الكربون بعملية التنفس الضوئي (Photo respiration).

(Gary, W. Knox. 2002. Drought tolerant plants for North and Central Florida . Univ. of Florida Institute of Food and Agricultural Since EDIS Website http: edis ifas.ufl. edu).

أكد Liu وآخرون على أن إغلاق نباتات القمح لثغورها يحصل كرد فعل لجهد التربة المائي المنخفض مما يقلل من تدفق CO2 إلى الأوراق.

الكربوهيدرات الذائبة: قدرت من مسحوق أوراق العلم المجففة باستخدام طريقة Dubois وآخرون

Dubois, M., K.A Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Robert and F. Smith. 1956. Colrimetric method for determination of sugars and related substance. Analyt. Chem. 28: 350.

انخفضت نسبة الكربوهيدرات الذائبة بنسبة (34.08 و 43.74)% مقارنة مع معاملة المقارنة (الري كل أسبوعين) التي تختلف معنوياً عن معاملات الرطوبة الأخرى في موسمي الدراسة على التوالي.

البرولين

ازداد محتوى ورقة العلم من حامض البرولين عند حجب الري في الفترة الممتدة من اكتمال الإنبات إلى نهاية مرحلة البطان إلى أعلى قيمة له (0.79 و 0.81) مايكرومول وهي بمقدار أربعة أضعاف قيمته عند معاملة المقارنة (0.20 و 0.21) مايكرومول التي تشابهت معنوياً مع معاملات حجب الري عند مراحل التفرعات والاستطالة والبطان ومن البطان إلى 100% إزهار للموسمين على التوالي.

تؤكد النتائج التي توصل إليها كل من Zarei وآخرون وVendruscolo وآخرون من أن تركيز حامض البرولين في اللحاء عند القيمة الأكثر سالبية للجهد المائي في النباتات المعرضة للشد المائي العالي يمكن أن يزيد بمقدار 60 مرة مقارنة بقيمة الجهد المائي في النباتات غير المعرضة للشد.

**قمح بعد الخطة/تأثير الإجهاد المائي في بعض الصفات الفيزيولوجية لهجينين وحيدي الجنين من الشوندر السكري/ص83**

المحتوى المائي النسبي (RWC %)

RWC%={ (FW-DW) /(TW-DW)}\*100

الوزن الرطب للعينةFW=

الوزن الجاف للعينة DW=

الوزن عند التشبع بالماءTW=

الأوراق الحديثة كان الشاهد بحدود (86-83-85%) بعد 20 يوم من الجفاف (83-79-81%) بعد 40 يوم من الجفاف (76- 71-73%).

(قمح بعد الخطة / تأثير الجفاف ونقص الماء على تراكم البرولين الحر في أنسجة نبات الحنطة/ص253)

هناك رأيين لباحثين منهم من قال أن الأصناف الأكثر مقاومة للجفاف هي الأصناف التي تجمع البرولين بكميات كبيرة, ومهم من قال العكس أي أن الأصناف الأكثر مقاومة للجفاف هي الأصناف الأقل تجميعاً للبرولين .(مذكورة المراجع).

قمح بعد الخطة/ تقدير بعض العناصر الثقيلة في أوراق النباتات المتعرضة لانبعاثات مولدات التي تعمل بوقود البنزين وقياس المحتوى الكلوروفيلي والمالو داي ألدهيد)

الكلوروفيل

Total chlorophyll (mg/g) = 20.2 (A645 )+ 8.02 (A663) Chlorophyll a (mg/g) = 12.7 (A663) -2.69(A 645)

Chlorophyll b (mg/g) =22.9(A 645 ) -4.68 (A663)

MDA

MDA level (nmol/g) = Δ (A 532nm-A 600nm)/1.56×105

يوجد طريقة تقدير MDAغير التي اتبعها أنا

**قمح بعد الخطة/ الاستجابات المورفولوجية والفيزيولزجية لأصلين من التفاح/ المقدمة**

**تعتمد دراسة تأثير الجفاف في النبات على تعريض النبات إلى بيئات ذات رطوبة منخفضة نسبياً أو بتعريض جذور النباتات إلى بيئة ذات جهد مائي منخفض, ويجري ذلك من خلال التحكم في كمية مياه الري, أو في عدد مرات الري, أو باستخدام بعض المركبات العضوية لخفض جهد ماء التربة, ومن هذه المركبات المانيتول Mannitol أو البولي إيتيلين غليكول (PEG) Polyetheylen glycol التي تعتمد على مبدأ سحب الماء من النبات بوجود فروق في الجهد الحلولي (Osmotic potential) بين الوسط الداخلي والخارجي وبحسب تركيز المحلول (Skribanek and Tomcsányi 2008, Dami and Hughes, 1996).**

**الأبحاث الأجنبية**

**قمح/أجنبي/1**

في دراسة تم إجراءها على ثلاث أصناف من الحمص هي Bivaniej و ILC482 وهما صنفان متحملان للجفاف, والصنف Pirouz حساس للجفاف, أدى الإجهاد الجفافي المطبق سواء كان خلال مرحلة النمو الخضري أو خلال مرحلة الإزهار إلى انخفاض معنوي في الكلوروفيل a والكلوروفيل b ومحتوى الكلوروفيل الكلي, في حين أدى الإجهاد الجفافي إلى ارتفاع محتوى البرولين وكان تراكم البرولين أكبر في الصنف ILC482.(نتائج هذا البحث). ص580 الملخص

الكلوروفيل

بالتأكيد تحت ظروف الإجهاد الجفافي المنخفض أو المعتدل فإن إغلاق الثغور يؤدي إلى تقليل تركيز CO2 في الأوراق وبالتالي يؤدي لانخفاض معدل التمثيل الضوئي (Chaves, 1991; Cornic, 2000; Flexas et al., 2004). ص580 العمود 1

يؤدي الإجهاد الجفافي الشديد إلى تثبيط عملية التركيب الضوئي للنباتات عن طريق إحداث تغييرات في محتوى الكلوروفيل, وذلك بالتأثير على مكونات الكلوروفيل وإتلاف جهاز التمثيل الضوئي (IturbeOmaetxe *et al*., 1998).ٍ ص580 العمود1

أدى الإجهاد الجفافي إلى انخفاض كبير في محتوى الكلوروفيل a والكلوروفيل b والكلوروفيل الكلي لدى عدة أصناف من عباد الشمس (Manivannan *et al*., 2007). ص580 العمود2

الانخفاض في الكلوروفيل تحت ظروف الإجهاد الجفافي ناتج بشكل رئيسي عن الأضرار التي لحقت بالبلاستيدات الخضراء وذلك بسبب الأوكسجين النشط (Smirnoff 1995). ص580 العمود2

يشير نقص التأثيرات على نسبة الكلوروفيل a/b إلى أن الكلوروفيل bليس أكثر حساسية للجفاف من الكلوروفيل a (حسب نتائج البحث ) ص582العمود 2

بعض الباحثين يعزي الانخفاض في التمثيل الضوئي تحت ظروف الإجهاد الجفافي ناتج عن انخفاض الطاقة (ATP) (Lawlor, 2002; Tang et al., 2002). ص582العمود 2

البرولين

يمكن ملاحظة تراكم البرولين تحت ضغوط بيئية أخرى (Sairam et al., 2002).

ومع ذلك تمت دراسة استقلاب البرولين في النباتات بشكل أساسي تحت ظروف الإجهاد الحلولي (Verbruggen and Hermans 2008). ص580العمود 2

لا يتدخل البرولين في التفاعلات الكيميائية الحيوية الطبيعية ولكنه يساعد النباتات على الصمود تحت الضغوطات التي يمكن أن تتعرض لها (Stewart, 1981). ص582العمود 2

يعتقد أن تراكم البرولين يلعب أدواراً تكيفية في تحمل النباتات للإجهاد (Verbruggen and Hermans 2008). ص584العمود 1

تم اختيار تراكم البرولين كمؤشر لتحمل النباتات للإجهاد (Yancy et al., 1982. Jaleel et al., 2007). ص584العمود 1

**قمح /أجنبي/6**

**في دراسة تمت في سلطنة عمان على القمح خضع فيها لأربعة أنظمة جفاف أي 100% و 80% و 60% و 40% بعد إضافة معدل ترشيح 20% إلى ETC كان محتوى الكلوروفيل في الأوراق (32.9) في النباتات المروية بنسبة 60 % وهو أعلى بالمقارنة مع 80 % ري حيث بلغ (28.8). نتائج هذا البحث في الملخص.**

**ترتيب محتوى الكلوروفيل حسب أنظمة الجفاف من الأعلى إلى الأقل**

**الأعلى عند 60% يليها 40 % يليها 100% يليها 80% (حسب الجدول ص 129).**

تحت ظروف الإجهاد الجفافي ينخفض تصنيع العضيات النباتية, كما يتم تقليل توافر CO2 وتتغير التفاعلات الكيميائية الضوئية والتمثيل الضوئي (Flexas et al., 2004, Tang et al., 2002, Lawlor and Cornic, 2002). ص128 العمود2

**أثبت كل من Akram,2011; Khakwani et al., 2011).) أن الطرزالحيوية للقمح قد اختلفت في استجابتها لظروف الجفاف.** ص128 العمود2

**تقوم النباتات بتصنيع الغذاء من خلال عملية التمثيل الضوئي وتعتبر الصبغات الخضراء الموجودة في الأوراق جهازاً ضوئيا لالتقاط الضوء (Anjum et al., 2011). .** ص130 العمود1

**لم يكن هناك فرق كبير في محتويات الكلوروفيل الكلية للقمح المعرض لمجموعة من إجهاد الجفاف مما يدل على قدرة الصنف الأصلي على مقاومة بيئة الجفاف. نتائج هذا البحث في المناقشة ص130 العمود 1**

**قمح/أجنبي/7**

**تعتمد استجابة النباتات للإجهاد المائي على عدة عوامل مثل المرحلة التطورية, وشدة الإجهاد ومدته, وعلم الوراثة (Beltrano and Marta, 2008). ص164 العمود1وافريتم تقليل العضيات النباتية. العضيات النباتية.**

**ارتبط كل من (فترة تعبئة الحبوب, محتوى الكلوروفيل, عدد الحبوب في السنبلة والسنيبلات) مرتبطة بشكل إيجابي بمحصول الحبوب في ظل ظروف الجفاف.** نتائج هذا البحث بالملخص

**أدى إجهاد الجفاف زيادة محتوى الكلوروفيل في النبات** نتائج هذا البحث بالنتائج والمناقشة ص 165

**كانت نتائج الكلوروفيل 3.53 في حال الري و 5.37 في حال الجفاف موجودة في الجدول ص 165**

**قمح/أجنبي/14**

زاد محتوى MDA في أوراق وجذور شتلات القمح المعرضة لظروف إجهاد الجفاف و المعاملة ب PEG+ABA بطريقة تعتمد على الوقت, إلا أن محتوى MDA في أوراق وجذور الشتلات المعاملة ب PEG+ABA كان أقل بكثير منه في الشتلات المعاملة ب PEG فقط بعد 3 أيام من الجفاف. (نتائج هذا البحث ص3 العمود 2).

**نادراً ما يتم استخدام إجهاد الجفاف الفعلي للتربة, لأن مكونات التربة معقدة للغاية, ومن الصعب التحكم في جميع مكونات التربة. بالإضافة إلى ذلك, من الصعب للغاية التمييز بين الإجهاد المائي والضغوط اللاإحيائية الأخرى في نظام التربة. ومع ذلك من المهم لتجربة الإجهاد المائي إنشاء حالة مستقرة وخاضعة للرقابة (Zhang et al., 2004).**

**تم استخدام ال PEG على نطاق واسع للحث على نقص المياه في النبات بطريقة مضبوطة نسبياً, ومناسبة للبروتوكولات التجريبية لأنها ذات سمية منخفضة للغاية ومزمنة, ويبدو أن الجزيئات التي يزيد وزنها عن 3000 لا يتم امتصاصها على الإطلاق, ويمكن أن تكون علاقات المياه النباتية مماثلة ما إذا كانت تنمو في التربة أو في محلول PEG له إمكانيات مائية متساوية. (Kaufmann and Eckard, 1971; Mexal et al., 1975; Carpita et al., 1979).** ص5/ العمود 2.

**إن PEG له بعض العيوب في تحفيز الإجهاد الجفافي , ومن هذه العيوب امتصاصه من قبل النباتات, ونقص الأكسجة, والتلوث المعدني. (Lawlor, 1970; Janes, 1974; Reid, 1978; Yaniv and Werker, 1983; Jacomini et al., 1988; Verslues et al., 1998; Blum, 2013).** ص6/ العمود 1

**قمح / أجنبي / 23 مؤشرات بيوكيميائية**

**من تأثيرات الجفاف المهمة النمو, والمحصول, وسلامة الغشاء, ومحتوى الأصبغة , وعلاقات تعديل الماء الأسموزية, والتمثيل الضوئي.** (Benjamin and Nielsen, 2006; Praba et al., 2009).

**يتأثر إجهاد الجفاف بالعوامل المناخية والتكوينية والزراعية. وتختلف استجابات النباتات للإجهاد الجفافي حسب درجة الإجهاد, وعوامل الإجهاد المصاحبة المختلفة, وأنواع النباتات, ومراحل نموها.** (Demirevska et al., 2009). في المقدمة / العمود 2

**إن الضغوط البيئية لها تأثير مباشر على جهاز التمثيل الضوئي, وذلك عن طريق تعطيل جميع المكونات الرئيسية لعملية التمثيل الضوئي بما في ذلك نقل الكترون الثيلاكويد, ودورة تقليل الكربون, والتحكم الثغري في إمداد CO2 , بالإضافة إلى زيادة الكربوهيدرات, والتدمير الناتج عن أكسدة الدهون, واضراب التوازن المائي.** (Allen and Ort, 2001). ص2028/العمود 1

التمثيل الضوئي

ترتبط قدرة نباتات المحاصيل على التأقلم مع البيئات المختلفة بشكل مباشرأو غير مباشر بقدرتها على التأقلم على مستوى التمثيل الضوئي, والذي بدوره يؤثر على العمليات الكيميائية والفيزيولوجية, وبالتالي على نمو وإنتاج النبات بأكمله. (Chandra, 2003). ص2028/العمود 2.

أدى الإجهاد الجفافي إل إعاقة تبادل الغازات في نباتات المحاصيل, ويمكن أن يكون ذلك بسبب الانخفاض في تمدد الأوراق, وضعف عملية التمثيل الضوئي, وشيخوخة الأوراق المبكرة, وأكسدة دهون البلاستيدات الخضراء, والتغيرات في بنية الأصباغ والبروتينات (Menconi et al., 1995). ص2028/العمود 2.

الكلوروفيل

يعتبر الكلوروفيل أحد المكونات الرئيسية للبلاستيدات الخضراء في عملية التمثيل الضوئي, كما أن محتوى الكلوروفيل النسبي له علاقة إيجابية بمعدل التمثيل الضوئي, ويعتبر الانخفاض في محتوى الكلوروفيل تحت إجهاد الجفاف من الأعراض النموذجية للإجهاد التأكسدي وقد يكون نتيجة للأكسدة الضوئية للصبغة وتدهور الكلوروفيل. تعد أصباغ التمثيل الضوئي مهمة للنبات بشكل أساسي لحصاد الضوء وإنتاج قوى الاختزال . يتأثر كل من الكلوروفيل a والكلوروفيل b بجفاف التربة (Farooq et al., 2009).

لوحظ انخفاض محتوى الكلوروفيل أو تغيره تحت ظروف الإجهاد الجفافي في العديد من الأنواع اعتماداً على مدة وشدة الإجهاد (Kpyoarissis et al., 1995; Zhang and Kirkham, 1996). ص2028/ الكوروفيل

أدى الإجهاد الجفافي إلى انخفاض محتوى الكلوروفيل a, ومحتوى الكلوروفيل b, ومحتوى الكلوروفيل الكلي في أنواع مختلفة من عباد الشمس (Manivannan et al., 2007b). ص2029/ العمود 1

أدى تعريض صنفين من الزيتون لتقليل الري إلى انخفاض محتوى الكلوروفيل (a+b) وكانت نسبة الانخفاض 29 و 42% ل Chemlali و Chetoui على التوالي (Guerfel et al., 2009). ص2029/ العمود 1

يعتبر فقدان محتويات الكلوروفيل تحت الإجهاد الجفافي السبب الرئيسي في تعطيل عملية التمثيل الضوئي (Kaiser et al., 1981). ص2029/ العمود 1

RWC

يعتبر المحتوى المائي النسبي RWC مقياساً لحالة المياه في النبات, مما عكس النشاط الأيضي في الأنسجة, ويستخدم كمؤشر ذو مغزى لتحمل الجفاف. يكون المحتوى المائي النسبي للأوراق أعلى في المراحل الأولى من نمو الأوراق وينخفض مع تراكم المادة الجافة ونضوج الأوراق. يرتبط المحتوى المائي النسبي بامتصاص الجذور للماء وفقدان الماء عن طريق النتح. لوحظ انخفاض في المحتوى المائي النسبي في مجموعة متنوعة من النباتات تحت ظروف الإجهاد الجفافي (Nayyar and Gupta, 2006). ص2029/ العمود 1

تظهر الأوراق انخفاضاً كبيراً في المحتوى المائي النسبي تحت ظروف الإجهاد الجفافي (Siddique et al., 2001). ص2029/ العمود 1

تعتمد شدة تأثر RWC بشدة ومدة الإجهاد والأنواع النباتية (Yang and Miao, 2010). ص2029/ العمود 1

تجمع النباتات تحت ظروف الإجهاد الجفافي أنواعاً مختلفة من المواد العضوية وغير العضوية المذابة في العصارة الخلوية للحفظ على انتباج الخلايا (Rhodes and Samaras, 1994). ص2029/ العمود 2 **ويتميز القمح بمستوى منخفض من هذه المواد** (Nayyar and Walia, 2003). ص2029/ العمود 2

البرولين

يعتبر تراكم البرولين هو الاستجابة الأولى للنباتات المعرضة للإجهاد وذلك لتقليل الضرر الذي يسببه الإجهاد للخلايا. تسبب إجهاد الجفاف التدريجي إلى تراكم البرولين في نباتات الذرة تحت ظروف الإجهاد الجفافي, حيث ازداد محتوى البرولين مع تقدم إجهاد الجفاف, ووصل إلى ذروته بعد 10 أيام من الإجهاد, ثم لوحظ انخفاضه بعد 15 يوم من الإجهاد (Anjum et al., 2011b). ص2029/ العمود 2

يمكن أن يعتبر البرولين كإشارة لتعديل وظائف الميتاكوندريا, والتأثير على تكاثر أو موت الخلايا, وتحفيز التعبير الجيني المحدد والذي يمكن أن يكون ضرورياً لاستعادة النبات من الإجهاد (Szabados and Savoure´, 2009). ). ص2029/ العمود 2

ارتبط تراكم البرولين في العديد من الأنواع النباتية بتحمل الإجهاد, وقد ثبت أن تركيزه أعلى بشكل عام في النباتات المتحملة للإجهاد مقارنة بالحساسة.

يؤثر البرولين تحت ظروف الإجهاد الجفافي على إذابة البروتين , ويحافظ على التركيب الرباعي للبروتينات المعقدة, ويحافظ على سلامة الغشاء , ويقلل من أكسدة الأغشية الدهنية, أو التثبيط الضوئي (Demiral and Turkan, 2004). ص2029/ العمود 2

كما يعمل البرولين على التخلص من الجذور الحرة, وتقليل الأكسدة الخلوية تحت ظروف الإجهاد (Ashraf and Foolad, 2007). ص2029/ العمود 2

**قمح/ أجنبي/ 31 بيوكيميائية أجنبي**

الكلوروفيل

**محتوى الكلوروفيل هو المكون الرئيسي للبلاستيدات الخضراء ومحتواره النسبي له علاقة إيجابية مع معدل التمثيل الضوئي** (Anjum *et al.,*2011). ص2/ العمود 2

أثبت انخفاض محتوى الماء النسبي والكلوروفيل تحت ظروف الإجهاد الجفافي. Micheal and Oija, 1987)). ص2/ العمود 2

يمكن القول أن التنظيم الأسموزي يرتبط باستقرار غشاء الخلية في ظل الإجهاد الجفافي (Anjum *et al.,*2011). ص2/ العمود 2

انخفض محتوى الكلوروفيل بشكل ملحوظ تحت ظروف الإجهاد الجفافي وسجل أعلى محتوى من الكلوروفيل عند الأصناف المتحملة فيما سجلت الأصناف الحساسة اقل محتوى من الكلوروفيل ص5/العمود 1/ نتائج هذا البحث

إن انخفاض محتوى الكلوروفيل تحت ظروف الإجهاد الجفافي هو أحد الأعراض النموذجية للإجهاد التأكسدي. سبب هذا الانخفاض الذي يتأثر بنقص المياه هو أن الجفاف يؤدي إلى إنتاج أنواع الأوكسجين النشطة مثل O2- و H2O2, والتي بدورها تؤدي إلى أكسدة الدهون وبالتالي تدمير الكلوروفيل (Foyer *et al*., 1994). ص7/العمود 1

أثبت بعض الباحثين أيضاً تلف أصباغ الكلوروفيل نتيجة لنقص المياه (Terzi and Kadioglu, 2006), (Anjum *et al.,*2011). ص7/العمود 1

MDA

تم استخدام أكسدة الدهون(LPO) على نطاق واسع لقياس الضرر الناجم عن الإجهاد باستخدام محتوى MDA. في ظل ظروف الإجهاد المائي زاد LPO بشكل ملحوظ في جميع الأنماط الجينية, باستثناء الأنواع المتحملة ص4 نتائج هذا البحث.

**في دراسات مختلفة تم إثبات زيادة مستويات LPO** (Hasheminasab *et al*., 2012).  **مثل القمح** (Lichtenthaler and Wellburn, 1983).ص4/ العمود2

RWC

انخفض RWC تحت الإجهاد المائي ولكن الانخفاض لم يكن ملحوظ في الأصناف المتحملة, وسجلت أعلى قيمة ل RWC في الأصناف المتحملة , فيما سجلت القيمة الدنيا عند الأصناف الحساسة ص4 نتائج هذا البحث.

قمح / أجنبي / بيوكيميائية أجنبي 32

**زادت نسبة السكريات القابلة للذوبان والبرولين تحت ظروف الإجهاد الجفافي وكانت الزيادة في الأصناف المتحملة للجفاف أكبر منها في الأصناف الحساسة (نتائج هذا البحث) (Sukshala, 2017).**

البرولين

يبدو أن البرولين له أدوار متنوعة في ظل الإجهاد الحلولي, مثل تثبيت البروتينات والأغشية والهياكل تحت الخلوية, وحماية الوظائف الخلوية عن طريق التخلص من أنواع الأوكسجين النشطة (Bohnert and Shen, 1999). ص 970/المقدمة/ العمود 2

يلعب البرولين دوراً مهماً في آلية تحمل الإجهاد المائي في النباتات نظراً لقدرته على مقاومة الإجهاد التأكسدي, وتعتبر هذه الاستراتيجية الأكثر أهمية في النباتات للتغلب على آثار نقص المياه (Vendruscolo *et al*., 2007). ص972/ العمود2

السكريات

لا يعتمد الدور الأساسي للسكريات فقط على المشاركة المباشرة في إنتاج المركبات الأخرى , وإنتاج الطاقة, وإنما تساهم السكريات أيضاً تثبيت الغشاء, وتعمل كمنظم في التعبير الجيني .(Jang and Sheen, 1994) ص 970/المقدمة/ العمود 2

يلعب محتوى السكريات القابلة للذوبان دوراً مهماً في استقلاب الكرربوهيدرات وله علقة وثيقة بالتمثيل الضوئي وبالإنتاج (Wilcox, 2001). ص973/ العمود 2

يعتبر مستوى المحتوى من السكريات كعلامة على قدرة الحبوب على استخدام المواد الناتجة عن التمثيل الضوئي.(Saratha *et al*., 2001).ص973/ العمود 2

لوحظ زيادة في السكريات القابلة للذوبان في خمسة أصناف من القمح تحت ظروف إجهاد الجفاف الناتج عن استخدام ال PEG (Qayyum, 2011). ص973/ العمود 2

قمح / أجنبي / بيوكيميائية أجنبي 33

حسب نتائج هذا البحث (Bhupinder and Usha, 2003). الذي تم في الهند ارتفع محتوى الكلوروفيل تحت الإجهاد الجفافي.

**قمح / أجنبي/ Drought MDA1**

MDA

في دراسة تم فيها تعريض سبع شتلات من القمح لثلاث مستويات من الإجهاد الجفافي تبين فيها زيادة محتويات MDA بشكل كبير استجابة للإجهاد الجفافي, ومن ثم عادت وانخفضت مع إعادة الري (Zhang and Kirkham, 1994). نتائج هذا البحث

**قمح / أجنبي/ Drought MDA2**

يعد الإجهاد الناتج عن الجفاف مشكلة رئيسية تقيد نمو المحاصيل وإنتاجها لأنها تؤثر سلباً على العمليات الكيميائية والحيوية والفيزيولوجية المختلفة في الخلايا النباتية. يعتمد مدى تأثير الإجهاد الجفافي على مدة وشدة الإجهاد, ومرحلة النمو, وقدرة النباتات على التحمل الجيني (Dacosta and Huang 2007). ص1/العمود2

يسبب إجهاد الجفاف أضراراً مؤكسدة من خلال زيادة تراكم أنواع الأوكسجين النشطة (ROS), مما يقلل من التمثيل الضوئي, ويؤدي لإغلاق الثغور, كما يؤثر في نشاط الأنزيمات, ويعتبر تكوين ROS تهديداً للخلية لإنه يتسبب في تسرب الالكترون, وأكسدة الدهون, وتلف الغشاء, بالإضافة إلى تلف الأحماض النووية والبروتينات (Maksup et al. 2014). لتقليل هذه الأضرار طورت النباتات مسارات مختلفة مثل زيادة المركبات المضادة للأكسدة (RiceEvans et al. 1997). ص2/ العمود1

**MDA (nmolg − 1 FM) = [(A532 − A600) × V × 1000/ ɛ]×W**

**ɛ= (155 mM cm – 1).**

**V= is the volume of the crushing medium.**

**حجم وسط التكسير**

**W= is the fresh weight of the leaf.**

**الوزن الطازج للورقة**

ص3/ العمود2

**أدى الإجهاد الجفافي إلى زيادة محتوى MDA في نبات الألوفيرا (Sadak *et al*., 2020)** نتائج هذا البحث

. **قمح / أجنبي/ Drought MDA3**

تؤدي الضغوط اللاإحيائية, مثل الجفاف أو المعادن الثقيلة, أو الملوحة العالية إلى إضعاف نمو النبات والإنتاجية بشدة في جميع أنحاء العالم, ويعتبر الجفاف أحد أهم الضغوط البيئية التي تحد من إنتاج النبات (Shao et al. 2009). المقدمة/ العمود1

يؤثر الجفاف على النمو, والمحصول, وسلامة الأغشية, ومحتوى الأصباغ, وعلاقات التعديل الأسموزي للمياه, ونشاط التمثيل الضوئي. في ظل الجفاف, تراكم النباتات في السيتوبلازم العديد من المواد التي تحافظ على انتباج الخلايا, وتعرف هذه العملية بالتكيف الأسموزي (Anjum et al. 2011). المقدمة/ العمود2

MDA

يمكن أن تهاجم أنواع الأوكسجين النشطة بشكل مباشر دهون الغشاء وتزيد من أكسدة الدهون التي تزيد من محتوى MDA (Anjum et al. 2011). ص419/ العمود1

**أدى الإجهاد الجفافي بواسطة البولي إيتيلين غليكول على نبات الستيفيا إلى خفض المحتوى المائي, والكلوروفيل, والبرولين, والكربوهيدرات القابلة للذوبان في الماء, وزيادة المحتوى من MDA (Hajihashem and Ehsanpour, 2013). (نتائج هذا البحث)**

**قمح / أجنبي/ Drought MDA6**

. **قمح / أجنبي/ Drought MDA8**

**تعريض صنفين من الكانولا للإجهاد الجفافي باستخدام تراكيز مختلفة من البولي إيتيلين غليكول PEG 6000 أدى إلى زيادة محتوى MDA في جذور وبراعم كلا الصنفين (MIRZAI *et al*., 2013). (نتائج هذا البحث)**

. **قمح / أجنبي/ Drought MDA9**

**تعريض شتلات العوسج لإجهاد الجفاف أدى إلى زيادة البرولين الحر والسكر القابل للذوبان و MDA للأوراق والجذور مع زيادة مستوى الإجهاد. أظهرت الأوراق تراكمات أعلى من البرولين الحر و MDA من الجذور (Guo *et al*., 2018). (نتائج هذا البحث)**

. **قمح / أجنبي/ Drought MDA10**

أظهرت نتائج تعريض شتلات الشوح لإجهاد الجفاف, أن إجهاد الجفاف أدى إلى انخفاض المحتوى المائي النسبي للأوراق (RWC), في حين زاد محتوى كل من MDA, والبرولين, والسكريات الذائبة (Guo *et al*., 2010). **(نتائج هذا البحث)**