بحث اصلي

شريفه سلامه أبومريفه و ندى ابراهيم الجويزع

تأثير التعرض لغاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 على بادرات القمح والشعير

المستخلص: يستهدف البحث دراسة تأثير التدخين بغاز ثاني أكسيد الكبريت على بادرات القمح *Triticum aestivum* والشعير *Hordium vulgare*، تمت الدراسة بتركيزات غاز ثاني أكسيد الكربون 3.0، 3.5، 4.0، 4.5، 5.0 جزء في المليون p.p.m على بعض العمليات الفسيولوجية التالية لكلا النباتين محتوى الكلوروفيل والكاروتينات والكربوهيدرات والبروتين. أدى الغاز إلى نقص في محتوى النبات من كلوروفيل (أ) وكلوروفيل (ب)، والكلوروفيل الكلي والكاروتينات لكلا النباتين في كل التركيزات. لقد نقص محتوى الكربوهيدرات الكلية في بادرات الشعير عند تعرضها لجميع التركيزات (3.0، 3.5، 4.0، 4.5، 5.0 جزء في المليون p.p.m.) مقارنة ببادرات التجربة الضابطة. إلا أن النقص في بادرات القمح كان عند التركيزات العالية فقط (4.0، 4.5، 5.0 جزء في المليون p.p.m.) ونقص محتوى البروتين في بادرات القمح عند تعرضها للتركيزات المنخفضة من الغاز (3.0، 3.5 جزء في المليون p.p.m.) إلا أن محتوى البروتين قد ارتفع في القمح عند المعاملة بالتركيزات (4.0، 4.5، 5.0 جزء في المليون p.p.m.) كما نقص محتوى البروتين في بادرات الشعير عند التعرض لجميع التركيزات من الغاز مقارنة ببادرات التجربة الضابطة.

كلمات مدخلية: ثاني أكسيد الكربون، قمح، شعير، كلوروفيل، كاروتينات، كربوهيدرات ، بروتين.

Effect of Sulfur Dioxide (SO_2) Exposure on Wheat and Barley Seedlings

Sharefa Salama Abu. Muriefah and
Nada Ibrahim Al Jwaizea

Abstract: The effect of fumigation with sulfur dioxide on wheat *Triticum aestivum* and barley *Hordium vulgare* was investigated. In this study the effect of sulfur dioxide concentrations (3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0 ppm) for 2h on some physiological processes followed for the two species chlorophyll, carotene, carbohydrate and protein contents. SO_2 reduction chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and carotene contents in both species at all concentrations. Total carbhydrate decreased by exposure to SO_2 in barley seedlings at concentrations (3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5 ppm) compared to control seedlings but only decreased at the highest concentrations (4.0, 4.5, 5.0 ppm) in wheat seedlings. Also protein content decreased by exposure to SO_2 in wheat seedlings at low concentrations (3.0, 3.5, ppm) but increased at (4.0, 4.5, 5.0 p.p.m.) concentrations. In barley seedlings protein content decreased by exposure to SO_2 at all concentration compared to control seedlings.

Keywords: Sulfur dioxide, wheat, barley, chlorophyll, carotene, carbohydrate, protein

المقدمة

خلق الله سبحانه وتعالى الأرض وما عليها من نظم بيئية، وأوجد لها نظاماً منهجياً دقيقاً، يكفل لها الإستدامة في إتزان دقيق، وتنسيق بديع، إلى ما شاء الله لها سبحانه أن تبقى. وقد إستخلف الله الإنسان في الأرض، وجعل بها بيئة صالحة لحياته ومعيشته، مكونة من نباتات متنوعة، وكائنات حية مختلفة، وأنهار وعيون وهواء نقي، وتربة تعطيه من كل الخيرات، إلا أن النشاط الإنساني المتزايد في الزراعة، والصناعة، والتعدين، والمواصلات، والعمران، قد أدي إلى تلوث الهواء والتربة والمياه بدرجة كبيرة. فإلى جانب أكاسيد النيتروجين والميثان والكادميوم، يعتبر غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 ، من أهم ملوثات الهواء الجوي، إذ ساهمت الصناعات الثقيلة واحتراق الوقود بدرجة كبيرة في مشكلة التلوث بهذا الغاز، الذي قد يتسبب مع أكاسيد النيتروجين في تساقط المطر الحمضي (Acid Rain) نتيجةً لذوبان الأكاسيد في مياه الأمطار، محولة لها إلى أحماض مخففة، تتسرب داخل أنسجة النبات عبر الثغور، لتسهم بذلك في إتلاف الخلايا الواقعة في مسارها. وقد تستقر هذه الأحماض المخففة في التربة محولة لها إلى أحماض مركزة، تؤثر على جميع صور الحياة فيها (Tung, *et al*, 1995).

أنجزت المملكة العربية السعودية، خلال العقدين الماضيين، طفرة حضارية كبري في التصنيع، كان نتيجتها أن خيم شبح التلوث في سمائها، بما فرضه من ملوثات في الهواء الجوي، تأثرت به البيئة تأثراً سالباً. ومن جهة أخرى، تتجه المملكة إلى تحقيق الاكتفاء الذاتي من المواد الغذائية، بزيادة إنتاج القمح، عن طريق التوسع الأفقي والرأسي، ضماناً لتدفق قدر أكبر من المحصول، يكفي لسد الاحتياجات المحلية، مما يقتضى مضاعفة الرقعات الزراعية. ويعتبر القمح من أهم المحاصيل الزراعية، لأنه المصدر الأول للخبز، بإحتوائه على مادة الجلوتين التي تجعل دقيق القمح هو الأنسب لصناعة خبز ممتاز يرغبه المستهلك. ومكونات القمح الأساسية هي البروتين، الدهون، المعادن، الألياف، الكربوهيدرات،والماء بنسبة 13% ، 20% ، 1.7% ، 2.3%، 69%، 12% على التوالي(وزارة الإعلام، 1406)، يعتبر الشعير أيضاً،

شريفه سلامه أبومريفه و ندى ابراهيم الجويزع
قسم النبات – كلية التربية للبنات – الأقسام العلمية
ص.ب. 27104 – الرياض 11417
المملكة العربية السعودية

من نباتات الحبوب الرئيسية في المملكة، إذ يشكل مصدراً أساسياً للكربوهيدرات، وتعد المملكة العربية السعودية من الدول المهتمة بزراعة الشعير، إذ زادت مساحة حقول الشعير بحوالي 3% خلال الست سنوات الأخيرة (غندورة وآخرون، 1986م). وإنطلاقاً مما ذكر، يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت، على بعض المكونات الأيضية كأصباغ البناء الضوئي والبروتين الكلي والكربوهيدرات الكلية.

المواد والطرق

المادة النباتية

تم اختيار بذور نبات القمح *Triticum asetivum* صنف *Yocora rojoe* ، وبذور نبات الشعير *Hordium vulgare* صنف *Gestue* ، وهما من المحاصيل الزراعية في المملكة العربية السعودية.

التدخين بغاز ثاني أكسيد الكبريت Fumigation

أجريت عملية التدخين في غرفة خاصة Fumigation chamber من البوليثلين المقوى، أبعادها 114×60×59سم، ولضمان توزيع الهواء داخل غرف التدخين توزيعاً متجانساً، تم تزويد الغرفة بمروحتين صغيرتين على جانبيها (أبومريفة،1986م).

حساب تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون SO_2

تم الحصول على التركيزات المطلوبة من غاز ثاني أكسيد الكربون SO_2 طبقاً للطريقة التي أوردها (Prasad and Rao, 1981)، بإستخدام التركيزات 3.0، 3.5، 4.0، 4.5، 5.0 جزء في المليون p.p.m.

طريقة التدخين بالغاز

وضع طبق زجاجي في منتصف غرفة التدخين يحتوي على الوزن المطلوب من كبريتيت الصوديوم (Na_2SO_3)، وزعت العينات عشوائياً، داخل الغرفة، ثم أضيف حجم معلوم من حمض (HCl) من خلال الفتحة الموجودة في غطاء الصندوق، باستخدام ماصة، ثم أغلقت الفتحة سريعاً وأديرت المراوح على فترات قصيرة خلال فترة التدخين. وضع ترمومتر في غرفة التدخين لقياس درجة حرارة الغرفة أثناء المعاملة.

تحضير البادرات

استخدمت أصص بلاستيكية بقطر 14سم وعمق 12سم، مع خليط تربة طبيعية وصناعية بيتموس (Peat moss) بنسبة 1:3 . ملئت الأصص بكميات متساوية من التربة، واختيرت البذور المتجانسة حجماً ولوناً وذات قشرة خالية من التجاعيد، والتي تم تعقيمها تبعاً لطريقة (Kumar and Prakash, 1990). وزرعت عند عمق 1–2سم بمعدل 20 بذرة لكل اصيص. بعد أسبوع خففت البادرات إلى عشر بادرات متماثلة في كل أصيص.

رويت البذور بكمية متساوية من الماء، وتركت تنمو في صوبة زجاجية، عند درجة حرارة 25° ± 2°م ورطوبة نسبية 70% وإضاءة طبيعية، ثم رويت يوماً بعد يوم. أجريت عملية التدخين للبادرات، وهي في عمر 14 يوماً، لمدة ساعتين، مع ترك التجربة الضابطة تحت نفس الظروف دون معاملة. أعيدت النباتات بعد المعاملة إلى الصوبة، وتركت تنمو لمدة عشرة أيام. بعدها تم نقل المجموع الخضري والجذري إلى أكياس ورقية، حيث تركت في فرن التجفيف عند درجة حرارة 85°م من 48–72 ساعة، حتى ثبات الوزن للحصول على الأوزان الجافة.

تقدير الكربوهيدرات الكلية

قدرت الكربوهيدرات الكلية في الأوزان الجافة للمجموع الخضري باستخدام طريقة (Dubois *et al.*, 1956).

تقدير البروتين الكلي

تم تقدير البروتين على أساس ما تحتويه العينة من نيتروجين، بإستخدام طريقة ميكروكلدال المعدلة، (Tracey and Peach, 1965).

تقدير الأصباغ

استخدمت طريقة (Smith and Benitez, 1955) لقياس تركيز الكلوروفيل الكلي وكلوروفيل (أ) وكلوروفيل (ب) في أوراق النبات. أما الكاروتين فقد تم قياس تركيزه تبعاً لمعادلة (Mandurah, 1984).

التحليل الإحصائي

تم التحليل الإحصائي للنتائج باستخدام قيم "F "test باستخدام طريقة تحليل التباين الثنائي "Two-way analysis of variance" وأجريت المقارنة بين متوسطات المعاملات، بإستخدام طريقة أقل فرق معنوي "Least signicant differences (L.S.D.)" عند مستوى معنوية 0.05 ، كما تم حساب الخطأ النسبي وذلك لنباتي القمح والشعير (Sendecor and Cochron, 1989).

المناقشة

تشير بيانات الجدول رقم (1) إلى أن تلوث النباتات بغاز ثاني أكسيد الكبريت، قد سبب انخفاضاً معنوياً في تركيز الكلوروفيل (أ) وكلوروفيل (ب) والكلوروفيل الكلي لنباتي القمح والشعير، مقارنةً بتركيزه في أوراق نباتات التجربة الضابطة بعد عشرة أيام من المعاملة.

جدول (1) تأثير تركيزات مختلفة من غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 (جزء في المليون) على محتوى الكلوروفيللات (ملجم/ جرام وزن غض) لنباتات القمح والشعير بعد عشرة أيام من المعاملة.

الجنس	كلوروفيل (أ)		كلوروفيل (ب)		كلوروفيل كلي	
التركيز جزء في المليون	قمح	شعير	قمح	شعير	قمح	شعير
التجربة الضابطة	0.0705 ± 0.1350	0.0414 ± 0.1220	0.0264± 0.8270	0.0399 ± 0.741	0.0055 ± 0.9620	0.0094 ± 0.8630
3.0	0.0182 ± 0.1250	0.0387 ± 0.0580	0.0162 ± 0.7010	0.0243 ± 0.437	0.0063 ± 0.8260	0.0024 ± 0.4950
3.5	0.0109 ± 0.1230	0.0101 ± 0.0770	0.0444 ± 0.6570	0.0184 ± 0.366	0.0070 ± 0.7820	0.0027 ± 0.4430
4.0	0.0145 ± 0.1090	0.0674 ± 0.1050	0.0428 ± 0.6860	0.0323 ± 0.463	0.0014 ± 0.7950	0.0015 ± 0.5680
4.5	0.0217 ± 0.1240	0.0678 ± 0.1030	0.0197 ± 0.7010	0.0434 ± 0.499	0.0012 ± 0.8250	0.0015 ± 0.6020
5.0	0.0707 ± 0.1320	0.0519 ± 0.0820	0.0363 ± 0.8110	0.0205 ± 0.471	0.0035 ± 0.9430	0.0031 ± 0.5530

أقل فرق معنوي عند مستوى 0.05

التركيز	0.0090	0.0585	0.0640
الأجناس	0.0070	0.0470	0.0530
الجنس * التركيز	0.0010	0.0640	0.7050

أوضحت التحاليل الإحصائية، أن نبات الشعير بوجه عام، كان أكثر حساسية، من نبات القمح، عند المعاملة بغاز ثاني أكسيد الكبريت. كما دلت التحاليل الإحصائية أيضاً على وجود تفاعل بين الأجناس النباتية، والتركيزات المستخدمة من الغاز، من حيث استجابة كلوروفيل (أ) وكلوروفيل (ب) والكلوروفيل الكلي. ولقد كان تأثير الغاز سلبياً على محتوى الكاروتينات في نبات القمح والشعير، عند جميع التركيزات المستخدمة. ولم يكن هذا النقص منظماً، في كلا النباتين، بل اختلف من تركيز لآخر كما يتضح من الجدول رقم (2)

جدول (2) تأثير تركيزات مختلفة من غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 (جزء في المليون) على محتوى الكاروتينات (ملجم/ جرام وزن غض) لنباتات القمح والشعير بعد عشرة أيام من المعاملة.

الجنس التركيز جزء في المليون	قمح	شعير
التجربة الضابطة	0.0154 ± 0.629	0.0061 ± 0.584
3.0	0.0109 ± 0.559	0.0114 ± 0.304
3.5	0.0291 ± 0.523	0.0166 ± 0.282
4.0	0.0323 ± 0.537	0.0417 ± 0.308
4.5	0.0288 ± 0.521	0.0360 ± 0.398
5.0	0.0289 ± 0.577	0.0184 ± 0.337

أقل فرق معنوي عند مستوى 0.05

التركيز	0.0393
الأجناس	0.0321
الجنس * التركيز	0.043

تتفق هذه النتائج مع نتائج دراسات سابقة.(Agrawal, M, 1991). (Komlenovic *et al.*,1996). (Prakash *et al.*, 1997) ويمكن تفسير التأثير السلبي بغاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 على محتوى أصباغ البناء الضوئي في أوراق نبات القمح والشعير، بأن الغاز قد يعمل على تحويل الكلوروفيل (أ) إلى مركب فيوفايتين (*Phaeophytin*)، بإزالة ذرة الماغنسيوم Mg^{++} من جزيء الكلوروفيل، (Malhotra,1977) ، أو قد يعمل الغاز على تحويل الكلوروفيل (ب) إلى مركب كلوروفيلليد (*Chlorophyllide*) بتأثيره على إنزيم الكلوروفيللييز (*Chlorophyllase*) ، حيث يؤدي الغاز إلى زيادة نشاط هذا الإنزيم، (Kumar and Prakash, 1990). في حين أرجع (Tausz *et al.*, 1998) التأثير السلبي للغاز على النبات، إلى زيادة الإجهاد التأكسدي في النبات المعرضة للغاز، وقد يرجع التأثير المدمر لغاز ثاني أكسيد الكبريت على الكلوروفيل، إلى أن هذا الغاز يعمل على زيادة جزيئات الأكسجين الحر (O_2) *free radicals Oxygen* مما يؤدي إلى تحطيم جزيئات الكلوروفيل، وفقاً لما ذكره (Agrawal, SB, and Agrawal, M, 1991).

يوضح الجدول رقم (3) التأثير الإيجابي للمعاملة على المحتوى الكربوهيدراتي بالغاز، عند التركيزين3.0 ، 3.5 جزء في المليون لنبات القمح، إذ زاد المحتوى، زيادة معنوية، مقارنةً بالنبات غير المعرضة للغاز. حيث بلغت القيم عند هذين التركيزين 0.217 ، 0.214 ملجم/جرام وزن جاف على التوالي، في حين بلغت قيمة التجربة الضابطة 0.176 ملجم/ جرام وزن جاف. أما المحتوى الكربوهيدراتي للنباتات المعاملة بالتركيزات 4.0 ، 4.5 ، 5.0 جزء في المليون.p.p.m، فقد إنخفض إنخفاضاً متدرجاً، بزيادة تركيز الغاز، وكان هذا الإنخفاض معنوياً.

أما إستجابة نبات الشعير للإجهاد التلوثي، فقد وضحت في النقص المتدرج لمحتوى النبات من الكربوهيدرات، حيث كانت العلاقة عكسية بين تركيز الغاز والمحتوى الكربوهيدراتي، وذلك بعد عشرة أيام من المعاملة بالغاز. وكان النقص معنوياً، عند المعاملة بالتركيزات 4.0 ، 4.5، 5.0 جزء في المليون .p.p.m. أوضحت التحاليل الإحصائية، وجود تفاعل بين تركيز الغاز وجنس النبات، كما تبين أن هناك إختلافاً معنوياً في استجابة النباتات للغاز، تختلف باختلاف الجنس. ويمكن القول إجمالاً، أن نبات الشعير، كان

جدول(3) تأثير تركيزات مختلفة من غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 (جزء في المليون) على محتوى الكربوهيدرات (ملجم/ جرام وزن غض) لنباتات القمح والشعير بعد عشرة أيام من المعاملة.

الجنس / التركيز جزء في المليون	قمح	شعير	المحتوى كنسبة منوية للتجربة الضابطة قمح	شعير
التجربة الضابطة	0.0098 ± 0.176	0.0061 ± 0.130	100.00	100.00
3.0	0.0023 ± 0.217	0.0020 ± 0.124	123.30	95.39
3.5	0.0015 ± 0.214	0.0018 ± 0.121	121.59	93.08
4.0	0.0038 ± 0.165	0.0008 ± 0.101	93.750	77.69
4.5	0.0046 ± 0.138	0.0012 ± 0.093	78.410	71.54
5.0	0.0015 ± 0.111	0.0015 ± 0.075	63.070	57.69

أقل فرق معنوي عند مستوى 0.05

التركيز	0.0212
الأجناس	0.0122
الجنس * التركيز	0.0493

جدول (4) تأثير تركيزات مختلفة من غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 (جزء في المليون) على نسبة البروتين الكلي (ملجم/ جرام، وزن جاف) لنباتات القمح والشعير بعد عشرة أيام من المعاملة.

الجنس / التركيز	قمح	شعير	المحتوى كنسبة منوية للتجربة الضابطة قمح	شعير
التجربة الضابطة	0.0333 ± 20.867	0.0333 ± 20.533	100.00	100.00
3.0	0.0441 ± 19.717	0.0441 ± 24.117	94.49	117.45
3.5	0.1041 ± 20.35	0.0333 ± 22.167	97.52	107.96
4.0	0.0833 ± 23.217	0.0833 ± 24.6	111.26	119.81
4.5	0.990 ± 23.773	0.9984 ± 25.833	113.93	125.81
5.0	0.0441 ± 21.917	0.0441 ± 22.543	105.03	109.79

أقل فرق معنوي عند مستوى 0.05

التركيز	–
الأجناس	–
الجنس * التركيز	–

أكثر حساسية في استجابته للتلوث من نبات القمح، من حيث تأثر المحتوى الكربوهيدارتي في النباتات المعاملة. تتفق نتائج هذا البحث من حيث زيادة ونقص الكربوهيدرات كاستجابة لاجهاد التلوث بالغاز في نباتي القمح والشعير، مع ما أورده (Nandi *et al.*, 1986) حيث وجدوا زيادة في السكريات المختزلة، ونقصاً في النشاء، في أوراق نبات الأرز *Oryza Sativa (L.) cv. Ratana* نتيجةً لتعرض نبات الأرز لغاز ثاني أكسيد الكبريت. ومن النتائج المؤيدة أيضاً، ما أشار إليه (Kumar and Prakash., 1990) في دراستهما على بادرات البسلة الهندية *Cajanus cajan (L.)* والبسلة *Sativum (L.) Pisum*.

لتفسير نقص تركيز الكربوهيدارت في النباتات المعاملة بغاز ثاني أكسيد الكبريت، يمكن القول أن هذا التأثير السلبي، قد يعود لتأثير التلوث على عملية البناء الضوئي. حيث تنخفض قدرة خلايا النسيج الوسطي على تثبيت غاز ثاني أكسيد الكربون(CO_2)، (Rebecca *et al.*, 1984). أو إلى نقص تركيز أصباغ البناء الضوئي (Nandi *et al.*, 1986) ، أو قد يعود النقص في تركيز الكربوهيدرات في النباتات الواقعة تحت الإجهاد التلوثي إلى زيادة معدل عملية التنفس (Singh, 1989). وربما يرجع أيضاً إلى نقص في نشاط إنزيم ريبولوز 5،1 ثنائي الفوسفات Ribulose 1.5 diphosphate ، والذي يلعب دوراً أساسياً في دورة كالفن، (Gupta, 1992). وربما يرجع تأثير الغاز على المحتوى الكربوهيدراتي للضرر الذي يحدثه الغاز في تركيب البلاستيدات الخضراء في خلايا النسيج الوسطي للورقة، حيث يحدث تضخم في الثايلاكويدات Thylakioids مصحوباً باختزال في حبيبات الجرانا، مقارنة بالنباتات غير المعاملة، (Luetz, 1992 and Gruber).

تشير نتائج الجدول رقم (4) إلى إختلاف إستجابة نبات القمح للمعاملة من حيث تركيز البروتين.

حيث أدت المعاملة بالتركيزين 3.0 ، 3.5 إلى نقص في تركيز البروتين وأدت المعاملة بالتركيزات الأعلى 4.0، 4.5، 5.0 جزء في المليون p.p.m من الغاز، إلى زيادة المحتوى البروتيني. ولم تكن تلك الفروقات معنوية. أما إستجابة نبات الشعير للمعاملة بالغاز، فقد بدت أكثر إنتظاماً، حيث أدت المعاملة إلى زيادة تركيز البروتين عند

المعاملة بجميع التركيزات، ولم تكن هذه الزيادة متدرجة، كما أنها لم تكن معنوية من الوجهة الإحصائية. ولقد أشار بعض الباحثين، إلى زيادة المحتوى البروتيني في النباتات المعاملة بالغاز. حيث أورد (Navari-Izzo *et al.*, 1989) زيادة في تركيز الأحماض الأمينية بزيادة تركيز الغاز، في بعض أنواع الشعير *Vulgaris (L.)* و *Hordeum* (Ranieri *et al.*, 1990) في دراسته على نبات الذرة *Zea mays*، و (Peuke and Tischner, 1994) في دراستهما على نبات الصنوبر *Pinus Sylvestris*.

لتفسير التغير في محتوى البروتين في نبات القمح والشعير، بين الزيادة والنقصان، عند تعريضها لغاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 ، يمكن الاقرار بأن هذا قد يعود لتأثير الغاز على أيض البروتين، مما يؤدي إلى تعديل في بناء ووظائف بعض الإنزيمات، (Ranieri *et al.*, 1990) في حين أرجع (Nandi *et al.*, 1990) النقص المسجل في محتوى البروتين، إلى تحطم الكلوروفيل وتشكل الأصباغ الثانوية، أو إلى تثبيط بناء البروتين في النباتات المعرضة للغاز. ويمكن الإقرار تبعاً لما ذكره (Willekens *et al.*, 1994) ، بأن التغيرات في مستوى البروتينات للحمض mRNA وتراكم البروتين، تشكل جزءاً من الإستجابة الأولى للنبات، من خلال الجينات المقاومة للسموم ضد إجهاد التلوث. حيث يمكن القول أن زيادة البروتينات في النباتات المعاملة بالغاز، هو نوع من توفير الحماية جزئياً بواسطة المواد المضادة للسموم.

النتائج

يمكن الربط بين نتائج هذا البحث، من حيث زيادة محتوى البروتين بصورة عامة في نبات القمح والشعير المعرضة للتركيزات المختلفة من الغاز، وبين نتائج تجربة تأثير الغاز على محتوى الكربوهيدرات في النباتات المعاملة. حيث أوضحت النتائج، أن إنخفاض محتوى البروتين عند المعاملة ببعض التركيزات، قد قابلته زيادة في محتوى الكربوهيدرات عند نفس التركيزات. وزيادة محتوى البروتين قد قابلها إنخفاض في محتوى الكربوهيدارت عند نفس التركيزات.

وعليه فقد أثبتت هذه الدراسة، أن التعريض للغاز، يؤدي إلى نقص محتوى الكربوهيدرات، إما عن طريق تقييد عملية البناء الضوئي بالتأثير السلبي على الأصباغ، أو إستحثاث تحول الكربوهيدرات إلى أحماض أمينية.

المراجع العربية

أبومريفة، شريفة سلامة (1986م) إستجابة بعض النباتات للتلوث بغاز ثاني أكسيد الكبريت، رسالة ماجستير (غير منشورة). كلية التربية للبنات، الأقسام العلمية الرياض.

غندورة، محمد عمر، محمود محمد الطيب، طه عبد الله نصر، وعبد الرحمن الطيب عبد الحفيظ (1986م). أسس الإنتاج النباتي. عمادة شئون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض.

وزارة الإعلام السعودية (1406) قصة زراعة إثنين مليون طن من القمح في المملكة العربية السعودية. الشئون الإعلامية السعودية، الرياض.

المراجع الإنجليزية

Agrawal, SB and Agrawal, M, (1991). Effect of sulfur dioxide exposure on chlorophyll content and nitrogenase activity of *Vicia faba* L. plants. Bull. Environ. Contam. Toxicol. **47**: 770-774.

Dubois, M, Gillies, KA, Hamilton, PA, Rebers, R and Smith, F, (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. **28**: 350.

Gruber, AS and Luetz, C, (1992). Ultrastructure of mesophyll cell chloroplasts of spruce needles exposed to O_3, SO_2 and NO_2 alone and in combination. Environ. Exp. Bot., **32** (3): 243-254.

Gupta, PK, (1992). Sulphur dioxide induced changes in some photosynthetic assimilation products of sunflower leaves. Indian J. Exp. Biol., **30** (9): 853-855.

Komlenovic, N, Rastovski, P, Novosel, D and Sever, S, (1996). The impact of sulfur and lead on vegetation and acidification of forest soils in West Croatia. Knjiga. **2**: 179-190.

Kumar, N and Prakash, G, (1990). Effect of sulfur dioxide on pigeon pea *cajanus cajan* (L.) Millsp and pea pisum sativum (L.). Acta Bot. Indica **18**: 247-251.

Malhotra, SS, (1977). Effects of aqueous sulphur dioxide on chlorophyll destruction in *Pinus contorta*. New phytol. **78**: 101-109.

Mandurah, H, (1984). Effect of water deficiency and some substance on growth metabolism and productivity of cow pea (Cigna *sinesis savi*). MSc. Thesis Girls College of Education Jeddah. (Unputlished).

Nandi, PK, Agrawal, M, Agrawal. SB and Rao, DN, (1990). Physioloical responses of *Vicia faba* plants to sulfur dioxide. Ecotoxic, Environ Safety **19**: 64-71.

Nandi, PK, Agrawal, M and Rao, DN, (1986). Effects of fumigating rice plants with sulfur dioxide on photosynthetic pigments and nonstructural carbohydrates. Agric, Ecosys. And Environ.; **18** (1): 53-62.

Navari-Izzo, F, Izoo, R, Quartacci, MF and Lorenzini, G, (1989). Growth and solute leakage in *Hordeum vulgaris* exposed to long -term fumigation with low concentration of SO_2. Physiol. Plant. **76** (3): 445-450.

Paech, K and Tracey, MV, (1965). Modern Methods of plant analyses. Vol. I. Springer. Verlag. Berlin.

Peuke, AD and Tischner, R, (1994). The effects of SO_2 fumigation on the nitrogen metabolism of aseptically grown spruce seedlings. Environ pollut. **83**: 371-377.

Prakash, G, Tomer, YS, Sharma. TK, Gupta, V and Prakash, G, (1997). Evaluation of *Spinacia oleracea* linn. Var. pusa allgreen on exposure to sulfur dioxide. Advance-in plant-Sci **(5/6)**: 159-169.

Prasad, BJ and Rao, DN, (1981). Effects of SO_2 exposure on carbohydrate contents, phytomass and caloric values of wheat plants. Water. Air and Soil pollut **16**: 287-291.

Ranieri, A, Bernardi, R, Pisanelli, A, Lorenzini, G, and Soldatini, GF, (1990). Changes in the free amino acid pool and in the protein pattern of maize leaves under continuous SO_2 fumigation. Plant physiol. Biochem. **28** (5): 601-607.

Rebecca, DF, Larry LL, Clair ST, (1984). The effects of SO_2 on photosynthesis and carbohyrate transfer in the two lichens: *Collema polycarpon*, and *Parmelia chlorochroa*. Amer. J.Bot **71** (7): 986-998.

Sendecor, GW and Cochron, WG, (1989). Statistical Methods, Lowa State. Univ. press, Ames: Lowa, USA.

Singh, R, (1989). Foliar response of *Polyalthia longifolia* to sulfur dioxide pollution. Acta-Bot-Indica **17** (1): 140-142.

Smith, JH and Benitez, A, (1955). Chlorophylls analysis in plant materials. In: Peach, K and Tracey, JV ed. *Modern Methods of Plant Analysis*. Sprringer Verlag, Berlin. Pp 142-196.

Tausz, M, Pteres, J, Jimenez, MS, Morales, D and Grill, D, (1998). Element contents and stress, physiological characterization of *Pinus canariensis* needles in mediterranean type field stands in Tenerife. Chemosphere. **36** (4/5): 1019-1023.

Tung, G, Mcilveen, WD and Jones, RD, (1995). Synergistic effect of fly ash and SO_2 on development of cucumber (*Cucumis sativus* L.) leaf injury. Environ-toxicol-chem. **14** (10): 1701-1710.

Willekens, H, Camp, WV, Montagu, MV, Inze, D, Langebartels, C and Sandermann, H, (1994). Ozone, sulfur dioxide and ultraviolet B have similar effects on mRNA accumulation of antioxidant genes in *Nicotiana plumbaginifolia* (L.). Plant Physiol. **106**: 1007-1014.

Ref. 2273
Received 30/08/2003.
In revised form 04/11/2003