مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (39) العدد (3) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (39) No. (3) 2017

Effect of treatment with glyphosate herbicide on physiological and morph-physiological traits in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.)

Dr. Majd Darwish[1]

(Received 25 / 1 / 2017. Accepted 11 / 5 /2017)

□ ABSTRACT □

The effect of glyphosate-chemical residues on *Nicotiana tabacum* L. growth and development has been studied via treating the soil, before transplanting tobacco seedlings, using several concentrations (0, 4, 360 g/h) of the herbicide. The 360 g/h treatment conducted to many negatives effects in all the studied growth stages (after 10, 20, 30 and 40 days of transplanting), as indicated by the decrease of leaves water content (%), plant height (cm/plant), leaves number (leaves/plant), leaf area (cm^2), plant leaf area (cm^2/plant), specific leaf weight (g/cm^2), leaf area index, the net photosynthesis (g/m^2/day) and the stress tolerance indices (ST) as well as the increase of stress intensity evaluated as ($SI= 1-(Y_S/Y_C)$) compared with 4 g/h and control treatments. In contrast, 4 g/h treatment improved tobacco growth and development, as revealed in all the physiological, morph-physiological and morphological traits that are measured after 10 days of transplanting.

These results indicate that glyphosate herbicide has a very negative effect on tobacco plants growth and can lead to increase the absent-plants level when used by high concentrations, while in the low doses; it could stimulate cell division, plant growth and development.

Keywords: *Nicotiana tabacum* L.; Plant growth and development; Tolerance; Stress; Glyphosate.

[1]Assistant professor, Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Latakia, Syria.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (39) العدد (3) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (39) No. (3) 2017

تأثير المعاملة بالمبيد العشبي (جليفوسات)على الصفات الفيزيولوجية والمورفيزيولوجية لدى نبات التبغ (*Nicotiana tabacum* L.)

د. مجد درويش[2]

(تاريخ الإيداع 25 / 1 / 2017. قبل للنشر في 9 / 5 / 2017)

□ ملخّص □

درس العمل الأثر الكيميائي المتبقي لمبيد الأعشاب، جليفوسات، في نمو وتطور نبات التبغ (*Nicotiana tabacum* L.) صنف البلدي، وذلك بمعاملة التربة قبل أسبوع من تشتيل البادرات بتراكيز مختلفة (0، 4 و360 غ/هكتار) من المبيد العشبي، جليفوسات. أدت المعاملة بالتركيز المرتفع (360 غ/هكتار) لتأثيرات سلبية ذات أثر معنوي في أغلب مراحل نمو وتطور نباتات التبغ (بعد 10، 20، 30 و40 يوماً من التشتيل)؛ حيث انخفض كل من: المحتوى المائي للأوراق (%)، ارتفاع النبات (سم/نبات)، عدد الأوراق على النبات (ورقة/نبات)، المساحة الورقية (سم^2)، مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات (سم^2/نبات)، الوزن النوعي للأوراق (غ/سم^2)، دليل المساحة الورقية، المعدل الصافي لعملية التمثيل الضوئي (غ/م^2/يوم) كما وازدادت شدة الإجهاد (Stress Intensity) وانخفضت قدرة النبات على التحمل (Stress Tolerance) بالمقارنة مع الشاهد والمعاملة بالتركيز (4 غ/هكتار). زادت، في المقابل، المعاملة بالتركيز (4 غ/هكتار) من نمو وتطور نباتات التبغ، والذي كان ملحوظاً عند أغلب المعايير المورفولوجية، المورفيزيولوجية والفيزيولوجية المقاسة بعد 10 أيام من التشتيل.

نخلص مما سبق، بأن المبيد العشبي، جليفوسات، ذات تأثير شديد السلبية على نباتات التبغ وقد يؤدي إلى هلاك نسبة عالية من النباتات عند استخدامه كمبيد أعشاب بالتراكيز العالية، كما ويمكن استخدامه، في المقابل، لغرض تحسين نمو وتطور النباتات، كمحفز على الانقسام الخلوي، وعلى النمو والتطور النباتي عند اضافته بتركيز منخفض.

الكلمات المفتاحية: التبغ *Nicotiana tabacum* L.، التحمل، النمو والتطور النباتي، الإجهاد، جليفوسات.

[2] مدرس ، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

مقدمة:

تُعتبر عملية التمثيل الضوئي من أهم العمليات الكيميائية–الحيوية التي تحدث في الأجسام الحية ذاتية–التغذية ضوئياً، وقد عُرف عن هذه العملية تأثرها بالعديد من العوامل البيئية الحيوية وغير الحيوية. لقد وجدت بعض المبيدات العشبية، لتثبط وبشكل مباشر انتقال إلكترونات عملية التمثيل الضوئي. يُعتبر المبيد العشبي DCMU (3–(3،4–دي كلورو فينيل)–1،1–دي ميتيل يوريا)، مثلاً، من المبيدات العشبية التي تعيق انتقال الإلكترونات بين المستقبلين الأوليين لإلكترونات عملية التمثيل الضوئي؛ وهما الكينون أ (Q_A) والكينون ب (Q_B)، وذلك بمنافسة الكينون على موقعه (Tóth, 2006). تستطيع بعض المبيدات الأخرى، كالجليفوسات، أن تؤثر في عملية التمثيل الضوئي بشكل غير مباشر عبر تثبيط الاصطناع الحيوي للكاروتينات (Carotenoids)، والكلوروفيل (Chlorophylls)، والأحماض الدهنية (Fatty acids) والأمينية (Aminoacids). ونظراً لكونه مثبطاً تنافسياً عالي القدرة للإنزيم 5–اينول بيروفيل شيكمات–3–فوسفات (EPSPS)، فإنه يعمل على ايقاف مسار الاصطناع الاستقلابي الشيكيمات (Shikimate pathway)، مثبطاً بذلك الاصطناع الحيوي لبعض المستقلبات الثانوية في النباتات، حيث يتضمن ذلك بعض المركبات الضرورية لعملية التمثيل الضوئي، كالكينونات مثلاً (Dewick, 1998). أشارت العديد من الدراسات التي أُجريت في الحقول والبيوت الزجاجية إلى انخفاض معدل التمثيل الضوئي (Photosynthesis rate) في النباتات بعد تعريضها للمبيد العشبي جليفوسات (Mateos–Naranjo et al., 2009 ؛ Yanniccari et al., 2012 ؛ Zobiole et al., 2012).

وفضلاً عن تثبيط المسارات النوعية المستهدفة في النباتات، فإنه يمكن للمبيد العشبي، جليفوسات، أن يتسبب بإجهاد تأكسدي (Oxidative stress) كنتيجة للتأثير الثانوي الناتج عن ايقاف مسار الاصطناع الاستقلابي الشيكيمات (Shikimate pathway) (Ahsan et al., 2008).

اظهرت أوراق الذرة الصفراء التي عوملت بالمبيد العشبي، جليفوسات، مستوى مرتفع من اللبيدات المتأكسدة (Lipidperoxidation)، والغلوتاثيون (GSH)، والمحتوى من البرولين ومستوى الأيونات (Sergiev et al., 2006). كما أشارت الدراسة المنجزة من قبل الباحث Gunes et al. (2007) بأن المعاملة بالمبيد العشبي أدت إلى لتراكم الماء الأوكسجيني (H_2O_2) كنتيجة لتأكسد وتحطم اللبيدات في نبات الأرز (*Oryza sativa*). اظهرت معاملة نباتات فول الصويا بالمبيد العشبي جليفوسات زيادة في محتوى الجذور والأوراق من الأحماض الأمينية القابلة للذوبان (Soluble amino acids)، والتي تملك خاصية مضادة للتأكسد تمنع تأكسد اللبيدات (Samaranayaka and Li–Chan, 2011). اظهرت دراسة حول تأثير سمية المبيد العشبي (Phytotoxicity)، جليفوسات، في النبات، أن المبيد العشبي يماثل في ضرره بقية الإجهادات الإحيائية (Biotic stress) وغير الإحيائية (Abiotic stress) (Kielak et al., 2011)، حيث أدى لزيادة المحتوى من البيوتريسين (Putrescine)، والسبيرميدين (Spermidine) ومتعددات الأمين (Polyamines)، والتي تعود لدور الجليفوسات في إحداث ظاهرة الإجهاد التأكسدي.

أشارت نتائج الباحثون Sergiev et al. (2006) و Miteva et al. (2010) إلى أن المبيد العشبي، جليفوسات، قد تسبب بإجهاد تأكسدي لدى نباتات البسلة (*Pisum sativum*) والقمح (*Triticum aestivum*) والذرة الصفراء (*Zea mays*)، حيث لوحظ ذلك من خلال الزيادات الحاصلة في المحتوى من اللبيدات المتأكسدة والماء الأوكسجيني (H_2O_2)، ونشاطات الإنزيمات المضادة للتأكسد (SOD، CAT وGPX). كمالاحظ الباحثون Serraet al. (2013) عبر دراسة تأثيرات المبيدات العشبية على نبات *Arabidopsis thaliana* زيادة تراكم الأينوزيتول،

الأسكوربات والسيرين. تُعتبر مركبات الأسكوربات والأينوزيتول من المؤشرات الدالة على حالة الإجهاد التأكسدي، هذا وتشير زيادتها إلى شدة الإجهاد التأكسدي في النباتات (Foyer and Noctor, 2011).

وعلى الرغم من الأثر الضار لمبيد الأعشاب جليفوسات، إلا أن التراكيز المنخفضة منه يمكن أن تحفز النمو النباتي وذلك في العديد من الأنواع النباتية المدروسة. يُطلق على ظاهرة تحفيز النمو النباتي (Stimulation of growth) الناتج عن المعاملة بتراكيز منخفضة من السميات (Subtoxic) بالإنهاض (Hormesis). تُمثل هذه الظاهرة استجابة العمليات الفيزيولوجية والبيولوجية في النبات عند تعرضه لمستويات منخفضة من السموم والإجهادات الأخرى. أشارت بعض الدراسات لدور التراكيز المنخفضة للجليفوسات في هذه الظاهرة (Schabenberger et al., 1999؛ Wagner et al., 2003؛ Cedergreen et al., 2007). كما أشار الباحثون Velini et al. (2008) إلى أن استخدام تراكيز منخفضة من المبيد العشبي جليفوسات (من 1.8–36 غرام/هكتار) قد زاد من معدل النمو والتطور النباتي بحوالي 50–100 % لدى بعض الأنسجة النباتية عند نباتات فول الصويا، والذرة الصفراء و*Commelinabenghalensis* وأشجار *Eucalyptusgrandis* و*Pinus caribaea*. ولاتزال الآليات البيوكيميائية التي تفسر هذه الظاهرة غير واضحة. أشارت بعض الدراسات إلى أن المستويات المنخفضة من السموم أو الإجهادات الأخرى يمكن أن تنشط آليات الاصلاح في النبات، والتي تساهم في اصلاح الأضرار الناجمة عن السموم، فضلاً عن الأضرار الضئيلة التي تراكمت في النبات قبل امتلاك هذه الآليات.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث إلى: (1) دراسة نمو وتطور نباتات التبغ، الصنف البلدي (شك البنت)، تحت ظروف المعاملة بمبيد الأعشاب جليفوسات، (2) دراسة مدى تحمل صنف التبغ البلدي (شك البنت) للإجهاد المتسبب عن مبيد الأعشاب جليفوسات، و(3) التحقق من الأثر المنشط والمحسن للنمو والتطور النباتي للتراكيز المخففة من مبيد الأعشاب جليفوسات.

طرائق البحث ومواده:

المادة النباتية المستخدمة، ظروف الزراعة والمعاملة الكيميائية

تمت زراعة بذور نبات التبغ (*Nicotiana tabacum* L.) صنف البلدي (شك البنت) ضمن اطباق صغيرة تحتوي على تورب معقم، ثم وُضعت الأطباق بالظل لمدة 3 أيام وبظروف الغرفة، نُقلت الأطباق فيما بعد إلى غرفة النمو وبظروف ملائمة للإنبات من حرارة 22/27 ° مئوية نهار/ليل. نمت بادرات التبغ ضمن ظروف الغرفة على حرارة 22/27 ° مئوية نهار/ليل، ورطوبة نسبية 65 % ومعدل اضاءة حوالي 1000 ميكرومول فوتون/ثا/م^2 وفقاً للباحث Darwish et al. (2013، 2014 ، 2015). تم الحصول على بادرات بطول 7 سم ملائمة للتشتيل (تمتلك 3 أوراق) بعد حوالي 6 اسابيع من الزراعة. أُجريت العمليات الأساسية لتحضير الأرض للزراعة من تنظيف للأرض، وحراثة اساسية، وتنعيم، وتقسيم ومن ثم تخطيط. أُجري تحليل كيميائي لتربة الموقع (المشتل التابع لكلية الزراعة–جامعة تشرين) المراد زراعته، لمعرفة قوامها، ومحتواها من العناصر المعدنية (الجدول 1).

جدول (1) التحليل الفيزيائي والكيميائي للتربة

قوام التربة %			PH	المحتوى (ملغ/كغ) تربة جافة		المحتوى الكلي (%)		المحتوى كربونات الكالسيوم (%)		السعة التبادلية ميلي مكافئ/ 100 غ متاح
سلت	رمل	طين		K	P	N	O.M.	الكلية	الفعالة	
9	15.9	75.1	7.8	395	7.6	0.61	1.35	55	30	28.1

تمت معاملة قطع التجربة، قبل أسبوع من التشتيل، بتراكيز محددة (0، 4، 360 غ/هكتار) من المبيد العشبي جليفوسات Glyphosate (GP) (كلير®) وفق مايلي: الشاهد (**Con**): 20 لتر ماء/ تعشيب يدوي، المعاملة بالتركيز المخفف من الجليفوسات 4 غ/هكتار (**GP1**): 1مل (كلير®)/ 20 لتر ماء والمعاملة بالتركيز المرتفع 360 غ/هكتار (**GP2**): 90 مل (كلير®)/ 20 لتر ماء. تم اختيار التركيز المخفف من المبيد العشبي بالاعتماد على الدراسات السابقة أما التركيز المرتفع فهو المعدل المنصوح كي يستخدمه المزارعين في حقولهم.

أُجريت التجربة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة بأربع مكررات. حيث قُسمت الأرض إلى قطع صغيرة وبمساحة 2 ×1 م^2 مع ترك مسافة 0.5 م بين كل قطعة واخرى وبكل الاتجاهات كممر للخدمة، وكما أُجريت عملية التخطيط بمعدل 3 خطوط في كل قطعة. تمت عملية التشتيل بتاريخ 2016/4/19. حيث زُرعت 3 شتول على الخط الواحد وبمسافة 50 سم بين النبات والأخر على الخط، و75 سم بين الخط والأخر، وبذلك كان عدد النباتات في القطعة الواحدة 9 نباتات. أُجريت عمليات الخدمة من ترقيع، وعزيق وتعشيب للقطع المزروعة. تمت عملية الري بمعدل رية واحدة كل 3 أيام. تمت أضافة الأسمدة الكيميائية NPK (20:20:20) إلى النباتات وبتركيز 2 غ/ل.

الخصائص والصفات المدروسة:

دُرست الخصائص والصفات التالية بعد 10 و20 و30 و40 يوماً من التشتيل:

المحتوى المائي Water Content(%) في أوراق التبغ:

تم قياس نسبة المادة الجافة في أوراق نبات التبغ وذلك بتجفيف عينات معروفة الوزن (100 غ) مأخوذة من أربع نباتات في القطعة الواحدة ضمن فرن التجفيف على حرارة 73 م° حتى ثبات الوزن. ثم حُسب المحتوى المائي بطرح الوزن الجاف من وزن العينة الرطبة.

ارتفاع النبات Plant Height (سم/نبات):

وذلك بقياس ارتفاع النبات (سم) لأربع نباتات في القطعة الواحدة بدءاً من مستوى سطح التربة حتى القمة النامية عند مختلف مراحل النمو بعد التشتيل (Darwish et al., 2014).

. عدد الأوراق على النبات Plant Leaf Number (ورقة/نبات):

وذلك بعد الأوراق الخضراء النشطة تمثيلياً واستبعاد الأوراق السفلية الميتة لأربع نباتات في القطعة الواحدة، وقد أُخذت الأوراق غير الملتفة والمتجعدة والبالغة.

. المساحة الورقية Leaf Area (سم^2):

تم حساب المساحة الورقية باستخدام برنامج Image J software، حُيث تم أخذ صور للأوراق لأربع نباتات في القطعة الواحدة ليتم تحليلها عبر البرنامج ومن ثم حساب مساحة الورقة (سم^2) (Darwish et al., 2014).

. مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات Plant Leaf Area (سم^2/نبات):

تم حساب المساحة الكلية لأوراق النبات الواحد كمايلي: PLA= مجموع مساحة جميع أوراق النبات.

. الوزن النوعي للأوراق Specific Leaf Weight (غ/سم^2):

تم تحديد الوزن النوعي للأوراق (SLW) بعد قياس الوزن الجاف لأوراق النبات من المعادلة التالية (Radford,1967):

SLW = leaves dry weight (g/plant) / leaf area (cm^2/plant)

. دليل المساحة الورقية Leaf Area Index:

تم حساب دليل المساحة الورقية (LAI) بعد معرفة مساحة المسطح الورقي والمساحة التي يشغلها النبات على التربة: LAI= المساحة الورقية للنبات (سم^2)/ المساحة التي يشغلها النبات (سم^2) (Radford, 1967).

. المعدل الصافي لعملية التمثيل الضوئي Net Photosynthesis Rate (غ/م^2/يوم):

وهي عبارة عن كمية المادة الجافة المطلقة التي يتم تمثيلها في وحدة المساحة من المسطح الورقي خلال فترة زمنية محددة، ويعبر عنها ب (غ/م^2/يوم)، ويُحسب من المعادلة التالية (Radford, 1967):

$$NPR = \frac{(Log\, e^{L2} - Log\, e^{L1})(W2-W1)}{(T2-T1)(L2-L1)}$$

NPR: صافي انتاج التمثيل الضوئي، غ/م^2/يوم

L2، *L1*: مساحة الأوراق في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب.

W2، *W1*: وزن الأوراق الجاف في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب.

T1،*T2*: عدد الأيام بين المرحلتين.

. شدة الإجهاد Stress Intensity:

تم حساب شدة الإجهاد (SI) المتسبب عنها مبيد الأعشاب جليفوسات وفقاً للباحثين (Fischer and Maurer, 1978) من المعادلة التالية: ***SI = 1 – (Ys/Yc)***

SI: شدة الإجهاد، *Ys*: غلة النبات الورقية تحت ظروف الإجهاد، *Yc*: غلة النبات الشاهد الورقية.

. دليل التحمل ToleranceIndex:

تم حساب دليل التحمل للإجهاد المتسبب عنه مبيد الأعشاب جليفوسات وفقاً للباحثين Rosielle and Hamblin (1981) من المعادلة التالية: ***TI = Yc – Ys***

Yc: غلة النبات الشاهد الورقية، *Ys*: غلة النبات الورقية تحت ظروف الإجهاد.

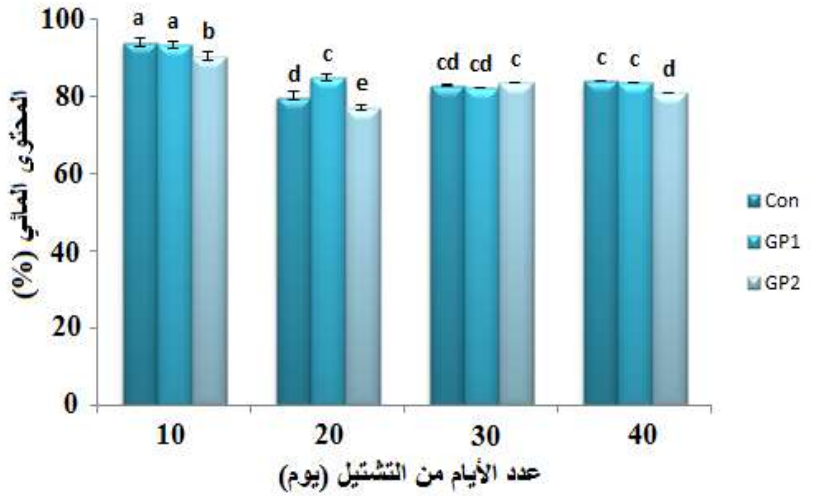
. التحليل الإحصائي:

تم اجراء التحليل الإحصائي عبر البرنامج R statistical software باستخدام الاختبار ANOVA مع Tukey. عُرضت النتائج بشكل متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE) واعتبرت الفروقات ذات معنوية عند مستوى الاحتمالية *P<0.05*.

النتائج والمناقشة:

. تأثير المعاملة بالمبيد جليفوسات على المحتوى المائي (%) للأوراق:

تُشير المعطيات الواردة في (الشكل 1) إلى انخفاض معنوي ($P<0.05$) في المحتوى المائي (%) لأوراق نبات التبغ عند معاملتها بالجليفوسات (GP2)، وكان هذا الانخفاض أكثر وضوحاً بعد 10، 30 و40 يوماً من التشتيل وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد. لم يظهر، في المقابل، أي تأثير للمعاملة بالجليفوسات (GP1) على المحتوى المائي (%) لأوراق نبات التبغ، في حين أظهر المحتوى المائي (%) زيادة معنوية ($P<0.05$) في أوراق نبات التبغ (GP1) بعد 20 يوماً من التشتيل بالمقارنة مع نباتات الشاهد. أشار عدد من الباحثين (Franz et al., 1997؛ VanEerd et al., 2003) إلى أن الجليفوسات يمكن امتصاصه بسهولة من محلول التربة، وذلك عبر جذور النباتات لينتقل بواسطة النسغ الناقص إلى مراكز الاستقلاب الفعالة في النبات، كالأنسجة الميرستيمية للبادرات، ونظراً لتأثيره السلبي في نشاط العمليات الفيزيولوجية والكيميائية–الحيوية للنبات، فأن الجليفوسات يخفض من مقدرة النبات على امتصاص الماء والاحتفاظ به، فضلاً عن خفض محتوى النبات من البروتينات والمركبات ذات الطبيعية الغروية ذات المقدرة على الارتباط بالماء (Bellaloui et al., 2008؛ Zablotowicz and Reddy, 2007). يُفسر ذلك بتأثير التركيز العالي من الجليفوسات (GP2) في خفض محتوى أوراق نبات التبغ من الماء.

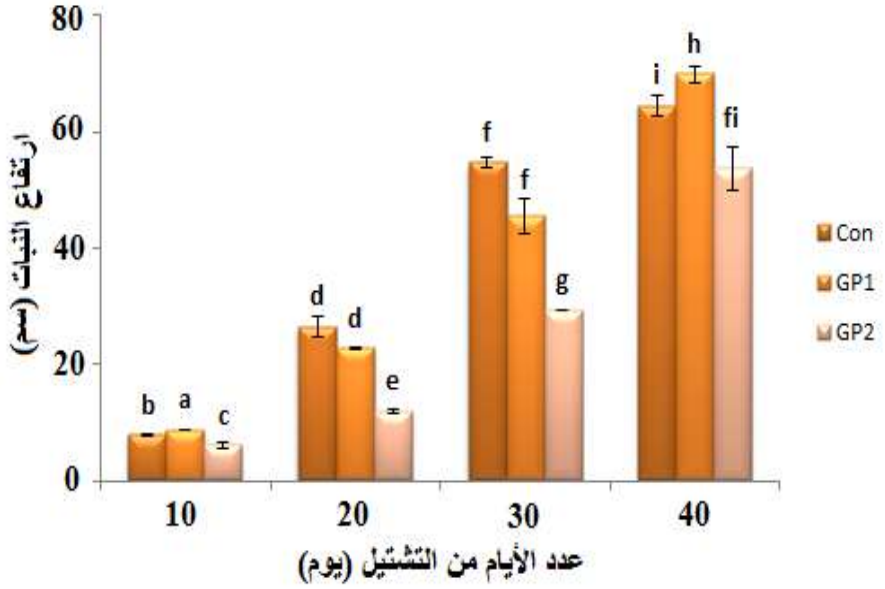


الشكل 1. يُظهر الشكل المحتوى المائي (%) في أوراق نبات التبغ (*Nicotiana tabacum* L.) صنف شك البنت، لدى نباتات الشاهد (Con)، المعاملة بالجليفوسات بتركيز 4 غ/هكتار (GP1) وبتركيز 360 غ/هكتار (GP2)، وذلك بعد 10، 20، 30 و40 يوماً من التشتيل. تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)، n=4، وأحرف مختلفة لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل معيار عند كل معاملة (ANOVA–Tukey test, $P<0.05$).

. تأثير المعاملة بالمبيد جليفوسات على ارتفاع النبات(سم/نبات):

تُشير معطيات (الشكل 2) إلى انخفاض معنوي ($P<0.05$) في ارتفاع نباتات التبغ عند معاملتها بالجليفوسات (GP2) بعد 10، 20، 30 و40 يوماً من التشتيل، وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد. اظهر ارتفاع النبات، في المقابل، زيادة معنوية ($P<0.05$) لدى نبات التبغ (GP1)، وذلك بعد 10 و40 يوماً من التشتيل بالمقارنة مع نباتات الشاهد. تسبب التراكيز المرتفعة من المبيد جليفوسات (GP2) انخفاضاً كبيراً في نشاط التمثيل الضوئي، نشاط انزيم Rubisco (Mateos–Naranjo et al., 2009) واستقلاب الكربون والنتروجين مما يؤثر سلباً على نمو النبات

وتطوره. حفز التركيز المنخفض من المبيد العشبي جليفوسات، في المقابل، من نمو النبات، ليزداد طول النبات في المراحل الأولى والأخيرة من الزراعة بعد التشتيل. يمكن تفسير ذلك بأنه يمكن للتراكيز المخففة من المبيد العشبي أن تحسن من فترة النمو الخضري للنبات قبل دخول النبات في مرحلة الإزهار ومن ثم الشيخوخة. تتفق هذه النتيجة مع ما توصل له الباحث Velini et al. (2008) والذي اشار لدور محفز للجليفوسات في تحسين الخصائص المورفولوجية والحياتية لمجموعة من الأنواع النباتية والتي تمت معاملتها بتراكيز منخفضة من الجليفوسات 1.8–36 غرام/هكتار.



الشكل 2. يُظهر الشكل ارتفاع النبات (سم) في التبغ (*Nicotiana tabacum* L.) صنف شك البنت، عند الشاهد (Con)، المعاملة بالجليفوسات بتركيز 4 غ/هكتار (GP1) وبتركيز 360 غ/هكتار (GP2)، وذلك بعد 10، 20، 30 و40 يوماً من التشتيل. تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)، n=4، وأحرف مختلفة لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل معيار عند كل معاملة ($P<0.05$, ANOVA–Tukey test).

تأثير المعاملة بالجليفوسات في عدد الأوراق ومساحتها ودليل المساحة الورقية والوزن النوعي للأوراق:

أدت المعاملة بالمبيد العشبي جليفوسات (GP2) إلى انخفاض معنوي ($P<0.05$) في عدد الأوراق المتشكلة على النبات، وذلك بعد 10، 30 و40 يوماً من التشتيل بالمقارنة مع نباتات الشاهد (Con) (الشكل3 A). اظهرت المعاملة (GP1)، في المقابل، زيادة معنوية ($P<0.05$) وانخفاضاً معنوياً ($P<0.05$) في عدد الأوراق المتشكلة على النبات بعد 10 و30 يوماً من التشتيل، على الترتيب. يسبب الجليفوسات ابطاءً وايقافاً لنمو النبات، نظراً لتأثيره في استقلاب الكربون مما يفسر تراكم الكربوهيدرات في الأوراق والجذور (Orcaray et al., 2012). أن هذا التأثير السبي للجليفوسات يفسر الفروق المعنوية في عدد الأوراق المتشكلة على النبات بين الشاهد ونباتات المعاملة GP1(بعد 30 يوم من التشتيل) والمعاملة GP2. وأدى التركيز المنخفض من الجليفوسات GP1، لتحفيز النمو والتطور لدى بادرات التبغ، عبر ظاهرة الإنهاض (hormesis)، مما سرع من ظهور وتشكل الأوراق في المرحلة الأولى من النمو (بعد 10 أيام من التشتيل).

تُشير النتائج (الشكل3 B) إلى انخفاض معنوي ($P<0.05$) في المساحة الورقية (سم^2) عند معاملتها بالجليفوسات (GP2) بعد 10 و20 و30 يوماً من التشتيل، وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد (Con). اظهرت المساحة الورقية، في المقابل، زيادة معنوية ($P<0.05$) في نبات التبغ (GP1)، وذلك بعد 10 و40 يوماً من التشتيل بالمقارنة مع نباتات الشاهد (Con).

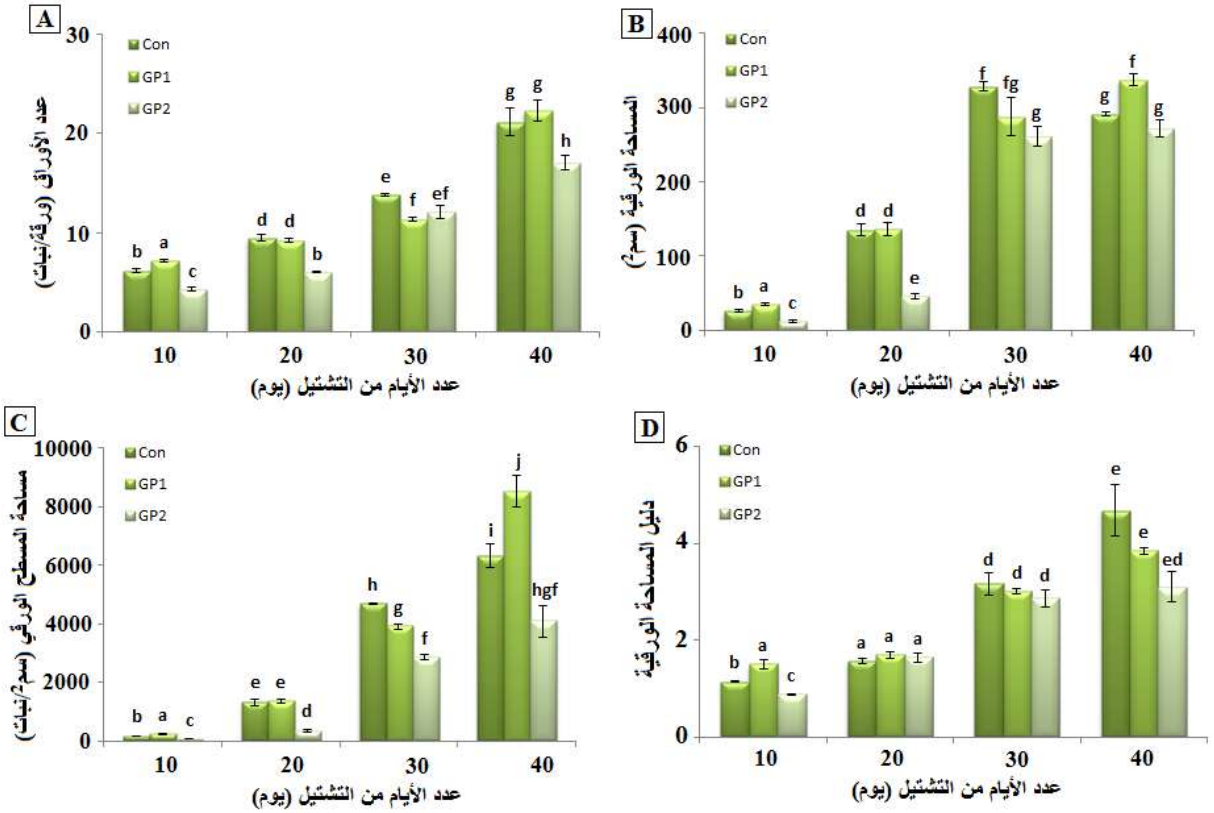
نُلاحظ من الشكل(3 C) وجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات (سم^2/نبات). انخفض المسطح الورقي معنوياً في نباتات التبغ عند معاملتها بالتركيز المرتفع من المبيد العشبي جليفوسات (GP2) في مختلف مراحل النمو والتطور النباتي (بعد 10، 20، 30 و40 يوم من التشتيل)، وذلك عند المقارنة بالشاهد (Con). اظهر المسطح الورقي، في المقابل، زيادة معنوية لدى نباتات التبغ عند معاملتها بالتركيز المخفف من المبيد العشبي جليفوسات (GP1) بعد 10 و40 يوماً من التشتيل بالمقارنة مع الشاهد (Con).

تُشير معطيات الشكل (3 D) لوجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث دليل المساحة الورقية (LAI). اظهرت المعاملة بالمبيد العشبي جليفوسات (GP1) زيادة معنوية في المرحلة الأولى (بعد 10 أيام من التشتيل) وانخفاضاً معنوياً في المرحلة المتقدمة (بعد 40 يوم من التشتيل) من نمو وتطور النبات، وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد (Con). انخفض دليل المساحة الورقية، في المقابل، معنوياً ($P<0.05$) عند المعاملة بالتركيز المرتفع من المبيد العشبي جليفوسات (GP2) بعد 10 أيام من التشتيل بالمقارنة مع المعاملة GP1 والشاهد (Con).

نلاحظ من بيانات الجدول (2) وجود فروقات معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات من حيث الوزن النوعي للأوراق (غ/سم^2). اظهرت المعاملات بالمبيد العشبي جليفوسات وبالتركيزين المخفف (GP1) والمرتفع (GP2) زيادة معنوية ($P<0.05$) في المرحلة الأولى (بعد 10 أيام من التشتيل) من نمو وتطور النبات، ويمكن تفسير ذلك برد فعل واستجابة النبات للإجهاد المتسبب عن المبيد العشبي. انخفض الوزن النوعي للأوراق، في المقابل، معنوياً ($P<0.05$) عند المعاملة (GP2) بعد 20 و30 و40 يوماً من التشتيل، والمعاملة (GP1) بعد 40 يوماً من التشتيل بالمقارنة مع الشاهد (Con).

تُشير الأبحاث السابقة بأن مساحة المسطح الورقي تتأثر بدرجة أكبر من عدد الأوراق تحت ظروف الإجهاد، نظراً لدور الإجهاد في منع تطاول الأوراق (Dadkhah and Grrifiths, 2006)، فضلاً عن دور الإجهاد في تخفيض عدد الخلايا وتصغير حجمها (Brugnoli and Lauter, 1991 ؛ De-Herralde et al., 1998). تُعتبر مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات من معايير النمو النباتي التي تُشير إلى شدة الإجهاد التي يتعرض لها النبات تحت ظروف العديد من المجهدات الإحيائية وغير الإحيائية؛ ومنها المعاملة بالمبيدات العشبية.

أدى الإجهاد المتسبب عن المبيد العشبي، جليفوسات، إلى انخفاض معنوي في مساحة المسطح الورقي لنباتات التبغ. في هذا السياق، اشار الباحث Darwish et al. (2014) إلى انخفاض معنوي في مساحة المسطح الورقي لنباتات التبغ عند معاملتها بالمبيد العشبي، كلومازون.



الشكل 3. يُظهر الشكل عدد الأوراق (ورق/نبات) (A)، المساحة الورقية (سم²/نبات) (B)، مساحة المسطح الورقي (سم²/نبات) (C) ودليل المساحة الورقية (D) في نباتات التبغ (*Nicotiana tabacum* L.) صنف شك البنت، لدى نباتات الشاهد (Con)، المعاملة بالجليفوسات بتركيز 4 غ/هكتار (GP1) والمعاملة بتركيز 360 غ/هكتار (GP2)، وذلك بعد 10، 20، 30 و40 يوماً من التشتيل. تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطاء المعياري (means ± SE)، n=4، وأحرف مختلفة لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل معيار عند كل معاملة (*P*<0.05, ANOVA–Tukeytest).

جدول (2) تأثير المعاملة بالمبيد العشبي جليفوسات على الوزن النوعي للأوراق (SLW) (غ/سم²). تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE)، n=4، وأحرف مختلفة لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل معيار عند كل معاملة (*P*<0.05, ANOVA–Tukey test).

	الوزن النوعي للأوراق (SLW) (غ/سم²)		
عمر النبات بعد التشتيل	Con	GP1	GP2
10 أيام	0,014 ± 0,002 d	0,018 ± 0,002 c	0,024 ± 0,001 b
20 يوم	0,041 ± 0,007 a	0,034 ± 0,008 a	0,011 ± 0,001 d
30 يوم	0,040 ± 0,005 a	0,043 ± 0,008 a	0,017 ± 0,006 cd
40 يوم	0,031 ± 0,002 a	0,023 ± 0,001 b	0,003 ± 0,001 d

. تأثير المعاملة بالمبيد جليفوسات على المعدل الصافي لعملية التمثيل الضوئي(غ/م^2/يوم):

نلاحظ من بيانات الجدول (3) وجود فروقات معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات من حيث المعدل الصافي لعملية التمثيل الضوئي (NPR) (غ/م^2/يوم). اظهرت المعاملات بالمبيد العشبي جليفوسات وبالتركيزين المخفف (GP1) والمرتفع (GP2) انخفاضاً معنوياً ($P<0.05$) بعد 20 يوماً من التشتيل، وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد (Con). هذا ولم يُظهر هذا المؤشر أي فروق معنوية بين المعاملة بالمبيد العشبي (GP1) والشاهد (Con) بعد 30 و40 يوماً من التشتيل. أدت المعاملة بالمبيد العشبي (GP2) وبعد 30 و40 يوماً من الشتل إلى انخفاض أكثر وضوحاً بالمقارنة مع الشاهد(Con). أن تأثير المبيد العشبي جليفوسات في تخفيض معدل التمثيل الضوئي يمكن أن يعود لدوره في تعطيل تخزين البروتينات والكربون الناتجين عن الطرق الحيوية في النبات (Duke and Powles, 2008). أن هذه النتيجة تتفق مع نتائج مجموعة من الدراسات، والتي اشارت لانخفاض معدل التمثيل الضوئي (Photosynthetic rate) للنباتات التي تمت معاملتها بالمبيد العشبي في الحقول والبيوت الزجاجية (Mateos-Naranjo et al., 2009؛ Zobiole et al., 2012؛ Yanniccari et al., 2012).

جدول (3) تأثير المعاملة بالمبيد العشبي جليفوسات على المعدل الصافي لعملية التمثيل الضوئي (غ/م^2/يوم) في نباتات التبغ. تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE)، n=4، وأحرف مختلفة لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل معيار عند كل معاملة ($P<0.05$, ANOVA-Tukey test).

	المعدل الصافي لعملية التمثيل الضوئي (NPR) (غ/م^2/يوم)		
عمر النبات بعد التشتيل	Con	GP1	GP2
20 يوم	0,0037 ± 0,0005 a	0,0017 ± 0,0002 c	0,0011 ± 0,0001 d
30 يوم	0,0028 ± 0,0002 b	0,0030 ± 0,0002 ab	0,0004 ± 0,0001 e
40 يوم	0,0017 ± 0,0009 cd	0,0012 ± 0,0001 d	0,0002 ± 0,0001 e

. تأثير المعاملة بالمبيد جليفوسات على شدة الإجهادودليل التحمل:

يُعبر هذا المؤشر عن شدة الإجهاد المتسبب عنها المبيد العشبي جليفوسات وقدرة النباتات على مقاومة هذا الإجهاد. تُشير المعطيات (الجدول 4) إلى شدة إجهاد منخفضة عند المعاملة بالتركيز المخفف (GP1) من المبيد العشبي جليفوسات، هذا وظهر تأثير محفز على النمو النباتي للمبيد العشبي بعد 10 أيام من التشتيل. اظهرت المعاملة (GP2)، في المقابل، شدة إجهاد عالية، وبشكل متزايد، مع تقدم النباتات في النمو والتطور. تم استخدام هذا المعيار، في الواقع، لتقييم تحمل القمح والشعير (Modhej and Behdarvandi, 2006)، والشوندر السكري (Bazrafshan, 2009) لظروف الإجهاد المختلفة. تزداد قيم المعيار، في الواقع، مع زيادة حساسية النبات للإجهاد، وهذا ما تعبر عنه قيم المعاملة بالتركيز المرتفع للمبيد العشبي، جليفوسات.

نُلاحظ من بيانات الجدول (4) فروقاً معنوية ($P<0.05$) بين قيم دليل التحمل (TI) عند المعاملة بالمبيد العشبي جليفوسات. حيث اظهرت النباتات تحملاً للتركيز المخفف من المبيد العشبي (GP1)، هذا وأدت هذه المعاملة بالمبيد العشبي إلى تأثير إيجابي في النمو النباتي في المرحلة الأولى (بعد 10 أيام من التشتيل). ازدادت قيمة هذا الدليل وبشكل متدرج مع التقدم بالعمر في النباتات التي تم معاملتها بالتركيز المرتفع (GP2) من المبيد العشبي جليفوسات، مشيراً لقدرة تحمل منخفضة عند النباتات بالمقارنة مع المعاملة (GP1) والشاهد (Con). أنه كلما زادت

قيمة دليل التحمل TI كلما دل ذلك على تحمل أقل للنباتات تجاه العامل المجهد والعكس (Fischer and Maurer, 1978).

جدول (4) تأثير المعاملة بالمبيد العشبي جليفوسات على شدة الإجهاد (SI) ودليل التحمل (TI) في نباتات التبغ. تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE)، n=4، وأحرف مختلفة لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل معيار عند كل معاملة (*P*<0.05, ANOVA–Tukey test).

	شدة الإجهاد (SI)		دليل التحمل (TI)	
عمر النبات بعد التشتيل	GP1	GP2	GP1	GP2
10 أيام	− 0,762 a	0,546 c	− 2,006 a	28,343 c
20 يوم	0,546 c	0,782 d	1,436 b	40,576 e
30 يوم	0,138 b	0,982 e	62,596 f	180,625 g
40 يوم	0,167 b	0,986 e	39,013 d	229,911 h

الاستنتاجات والتوصيات:

حسنت المعاملة بالتركيز المنخفض (4 غ/هكتار) من المبيد العشبي، جليفوسات، من نمو نباتات التبغ في المراحل الأولى (بعد 10 أيام من التشتيل)، وكان ذلك ملموساً من خلال الزيادة الحاصلة في ارتفاع النبات (سم/نبات)، عدد الأوراق على النبات (ورقة/نبات)، المساحة الورقية (سم^2)، مساحة المسطح الورقي الكلي للنبات (سم^2/نبات)، الوزن النوعي للأوراق (غ/سم^2) ودليل المساحة الورقية، فضلاً عن انخفاض في شدة الإجهاد وزيادة مقدرة النباتات على التحمل بالمقارنة مع الشاهد (Con) والمعاملة (GP2)، في حين أبدى صنف التبغ البلدي حساسية عالية تجاه الإجهاد المتسبب عن المبيد المستخدم بالتركيز المرتفع (360 غ/هكتار).

وهكذا، يمكن الاقتراح ب (1) تقليل استخدام المبيد العشبي، جليفوسات، لغرض مكافحة الأعشاب، خصوصاً في الحقول المزروعة بالتبغ نظراً لتأثيره الضار (الأثر المتبقي للمبيد) على نمو وتطور المحصول الرئيسي حتى وبعد فترة من معاملة الأرض به، و(2) استخدام التراكيز المخفضة من المبيد العشبي، جليفوسات كمحفزات على النمو والانقسام الخلوي لغرض تحسين النمو والتطور النباتي.

المراجع:

1. AHSAN, N.; LEE, D-G.; LEE, K-W.; ALAM, I.; LEE, S-H.; BAHK, J.D.; LEE, B-H. *Glyphosate-induced oxidative stress in rice leaves revealed by proteomic approach*. Plant Physiology and Biochemistry, Vol. 46, 2008, 1062–1070.

2. BAZRAFSHAN, M.; MATLOBI, F.; MESBAH, M.; JOUKAR, L. *Evaluation of drought tolerance of sugar beet genotypes using drought tolerance indices*. Journal of Sugar Beet, Vol. 24, 2009, 15–35.

3. BELLALOUI, N.; ZABLOTOWICZ, R.M.; REDDY, K.N.; ABEL, C.A. *Nitrogen metabolism and seed composition as influenced by glyphosate application in glyphosate-resistant soybean*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol.56, 2008, 2765–72.

4. BRUGNOLI, N.; LAUTER, M. *Effect of salinity on stomatal conductance, photosynthesis capacity and carbon isotope discrimination of salt tolerance* (*Gossypium hirsutum* L.) *and salt sensitive* (*Phaseolus vulgaris* L.) *C3 non-halophytes*. Plant Physiology, Vol. 95, 1991, 628–635.

5. CEDERGREEN, N.; STREIBIG, J.C.; KUDSK, P.; MATHIASSEN, S.K.; DUKE, S.O. *The occurrence of hormesis in plants and algae*. Dose–Response, Vol. 5, 2007, 150–162.

6. DADKHAH, A.R.; GRRIFITHS, H. *The effect of salinity on growth, inorganic ions and dry matter partitioning in sugar beet cultivars*. Journal of Agriculture and Sciences Technology, Vol. 8, 2006, 199–210.

7. DARWISH, M.; LOPEZ-LAURI, F.; SALLANON, H. *Study of photosynthesis process in the presence of low concentration of clomazone herbicide in tobacco* (*Nicotiana tabacum L)*. Journal of Stress Physiology and Biochemistry, Vol. 9, 2013, 229–245.

8. DARWISH, M.; LOPEZ-LAURI, F.; EL MAATAOUI, M.; URBAN, L.; SALLANON, H. *Pretreatment with alternation of light/dark periods improves the tolerance of tobacco* (*Nicotiana tabacum*) *to clomazone herbicide*. Journal of Photochemistry and Photobiology, Vol. 134, 2014, 49–56.

9. DARWISH, M.; LOPEZ-LAURI, F.; VIDAL, V.; EL MAATAOUI, M.; SALLANON, H. *Alternation of light/dark period priming enhances clomazone tolerance by increasing the levels of ascorbate and phenolic compounds and ROS detoxification in tobacco* (*Nicotiana tabacum* L.) *plantlets*. Journal of Photochemistry and Photobiology, Vol. 148, 2015, 9–20.

10. DE-HERRALDE, F.; BIEL, C.; SAVE, R.; MORALES, M.A.; TORRECILLAS, A.; ALARCON, J.J. *Effect of water and salt stresses on the growth, gas exchange and water relations Argyranthemum coronopifliumplants*. Crop Science, Vol. 139, 1998, 9–11.

11. DEWICK, P.M. *The biosynthesis of shikimate metabolites*. Natural Product Report, Vol. 15, 1998, 17–58.

12. DUKE, S.O.; POWLES, S.B. *Glyphosate: a once-in-a-century herbicide*. Pest Management Science, Vol. 64, 2008, 319–325.

13. FISCHER, R.A.; MAURER, R. *Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses*. Australian Journal of Agricultural Research, Vol. 29, 1978, 897–912.

14. FOYER, C.; NOCTOR, G. *Ascorbate and glutathione: the heart of the redox hub*. Plant Physiology, Vol. 155, 2011, 2–18.

15. FRANZ, J.; MAO, M.; SIKORSKI, J. *Glyphosate: a unique and global herbicide*. American Chemical Society Monograph, Washington DC, 1997, 189.

16. GUNES, A.; INAL, A.; BAGCI, E.G.; COBAN, S.; PILBEAM, D.J. *Silicon mediates changes to some physiological and enzymatic parameters symptomatic for oxidative stress in spinach* (*Spinacia oleracea* L.) *grown under B toxicity*. Scientia Horticulturae, Vol. 113, 2007, 113–119.

17. KIELAK, E.; SEMPRUCH, C.; MIODUSZEWSKA, H.; KLOCEK, J.; LESZCZYŃSKI, B. *Phytotoxicity of Roundup Ultra 360 SL in aquatic ecosystems: Biochemical evaluation with duckweed* (*Lemna minor* L.) *as a model plant*. Pesticide Biochemistry and Physiology, Vol. 99, 2011, 237–243.

18. MATEOS-NARANJO, E.; REDONDO-GÓMEZ, S.; COX, L.; CORNEJO, J.; FIGUEROA, M.E. *Effectiveness of glyphosate and imazamox on the control of the invasive cordgrass Spartina densiflora*. Ecotoxicology and Environmental Safety, Vol. 72, 2009, 1694–1700.

19. METIVA, LP-EP-E.; IVANOV, S.V.; ALEXIEVA, V.S. *Alterations in glutathione pool and some related enzymes in leaves and roots of pea plants treated with the herbicide glyphosate*. Russian Journal of Plant Physiology, Vol. 57, 2010, 131–136.

20. MODHEJ, A.; BEHDARVANDI, B. *Effect of heat stress after anthesis on source limitation of wheat and barley genotypes*. 24th Annual Meeting of ESCB, Belgium, 2006, P 28.

21. ORCARAY, L.; ZULET, A.; ZABALZA, A.; ROYELA, M. *Impairment of carbon metabolism induced by the herbicide glyphosate*. Journal of Plant Physiology, Vol. 169, 2012, 27–33.

22. RADFORD, P.J. *Growth analysis formulate – their use and abuse*. Crop Science, Vol. 7, 1967, 171–175.

23. ROSIELLE, A.A.; HAMBLIN, J. *Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments*. Crop Science, Vol. 21, 1981, 943–946.

24. SAMARANAYAKA, A.G.P.; LI-CHAN, E.C.Y. *Food-derived peptidic antioxidants: A review of their production, assessment, and potential applications*. Journal of Functional Foods, Vol. 3, 2011, 229–254.

25. SCHABENBERGER, O.; KELLS, J.J.; PENNER, D. *Statistical tests for hormesis and effective dosage in herbicide dose–response*. Agronomy Journal, Vol.91, 1999, 713–721.

26. SERGIEV, I.G.; ALEXIEVA, V.S.; IVANOV, S.; MOSKOVA, I.I.; KARANOV, E.N. *The phenylurea cytokinin 4PU-30 protects maize plants against glyphosate action*. Pesticide Biochemistry and Physiology, Vol. 85, 2006, 139–146.

27. SERRA, A-A.; NUTTENS, A.; LARVOR, V.; RENAULT, D.; COUÉE, I.; SULMON, C.; GOUESBET, G. *Low environmentally relevant levels of bioactive xenobiotics and associated degradation products cause cryptic perturbations of metabolism and molecular stress responses in Arabidopsis thaliana*. Journal of Experimental Botany, Vol. 64, 2013, 2753–2766.

28. TÓTH, S.Z. *Analysis and application of the fast Chl a fluorescence* (*OJIP*) *transient complemented with simultaneous 820nm transmission measurements*. Thesis: Univ. Genève, Switzerland, no. Sc. 3741, 2006, 171.

29. VAN EERD, L.L.; HOAGLAND, R.E.; ZABLOTOWICZ, R.M.; HALL, J.C. *Pesticide metabolism in plants and microorganisms*. Weed Science, Vol.51, 2003, 472–495.

30. VELINI, E.D.; ALVES, E.; GODOY, M.C.; MESCHEDE, D.N.; SOUZA, R.T.; DUCK, S. *Glyphosate at low dose can stimulate plant growth*. Pest Management Science, Vol. 64, 2008, 489–496.

31. WAGNER, R.; KOGAN, M.; PARADA, A.M. 2003. *Phytotoxic activity of root absorbed glyphosate in corn seedlings* (*Zea mays* L.). Weed Biology and Management, Vol.3, 2003, 228–232.

32. YANNICCARI, M.; TAMBUSSI, E.; ISTILART, C.; CASTRO, A.M. *Glyphosate effects on gas exchange and chlorophyll fluorescence responses of two Lolium perenne* L. *Biotypes with deferential herbicides sensitivity*. Plant Physiology and Biochemistry, Vol. 57, 2012, 210–217.

33. ZABLOTOWICZ, R.M.; REDDY, K.N. *Nitrogenase activity, nitrogen content, and yield responses to glyphosate in glyphosate-resistant soybean*. Crop Protection, Vol. 26, 2007, 370–376.

34. ZOBIOLE, L.H.C.; KREMER, R.J.; DE OLIVIERA, JR.R.S.; CONSTANTIN, J. *Glyphosate effects on photosynthesis, nutrient accumulation, nodulation in glyphosate-resistant soybean*. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, Vol. 175, 2012, 319–330.