

تأثير البورون في تردد مرض القلب الأجوف وفي إنتاجية الشوندر السكري

حسين المحمد¹ وسمير الجداوي²

(1) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية، (2) مركز البحوث العلمية الزراعية بالغاب، حماه، سورية.

الملخص

المحمد، حسين وسمير الجداوي. 2001. تأثير البورون في تردد مرض القلب الأجوف وفي إنتاجية الشوندر السكري. مجلة وقاية النبات العربية. 19: 45-48.

تم تنفيذ تجربة حقلية في محافظة حماه خلال موسمي 1998/1997 و 1999/1998 لدراسة مشكلة نقص البورون وتأثيرها في تردد مرض القلب الأجوف في الشوندر السكري وإنتاجيته. أضيف البورون على صورة بوركس 10% و بمعدل 1.2 كغ بورون/هـ إلى التربة قبل أسبوع من الزراعة، أو رشاً على الأوراق على شكل حمض بوريك 17.5% و بمعدل 1.05 كغ بورون/هـ على ثلاث دفعات. بينت النتائج أن إضافة البورون ضمن شروط التجربة أدى إلى انخفاض معنوي في تردد مرض القلب الأجوف وإلى زيادة الإنتاج النوعي. وأدت إضافته إلى زيادة في نسبة السكر (درجة الحلاوة) ونقاوة العصير، الأمر الذي انعكس إيجابياً في كمية السكر الفعلية بمقدار 6.52-7.05% في الموسم الأول وبأكثر من 16% في الموسم الثاني مقارنة مع الشاهد. وأظهرت هذه النتائج أهمية عنصر البورون في إنتاج الشوندر السكري كماً ونوعاً، وعليه ينصح بإضافة العنصر لهذا المحصول تبعاً لمحتوى التربة منه. كلمات مفتاحية: بورون، شوندر السكري.

المقدمة

تعتبر مشكلة تدني نسبة السكر في الجذور المقترن بأكثر من سبب كالتسميد الأزوتي الزائد وقلة استخدام السماد البوتاسي والري الزائد ونقص عنصر البورون من المشاكل المهمة التي تواجه زراعة الشوندر السكري (*Beta vulgaris L.*) في سورية (1، 2). تعود بدايات مشكلة نقص البورون إلى أكثر من 15 سنة ولكنها تفاقمت في السنوات الأخيرة وأدت إلى إنخفاض شديد في الإنتاج على المستويين الكمي والنوعي. فعلى المستوى الكمي تجاوز هذا الإنخفاض أحياناً في منطقة الغاب وطار العلا إلى أكثر من 50%، بينما انخفضت نسبة السكر (درجة الحلاوة) في كثير من الأحيان إلى 8% ولم تتجاوز الـ 14% إلا نادراً (1). ورغم أن نقص عنصر البورون ليس السبب الوحيد لمشكلة تدني الإنتاج لهذا المحصول المهم ولكنه يعتبر بدون شك واحداً من أهم هذه الأسباب. ويتردد الكثير من المزارعين في زراعة هذا المحصول نظراً لأن الضرر الذي تحدثه مشكلة نقص البورون فادح لصناعة السكر في سورية. يسبب نقص البورون ظهور ما يسمى مرض القلب الأجوف المعروف منذ زمن طويل ولكن لم تعرف أسبابه إلا عام 1931 من قبل Brandenburg والذي بين أن نقص البورون هو المسؤول عن هذا المرض (6، 13).

وقد نسب للبورون أدوار كثيرة فهو يسهم في استقلاب السكريات وانتقالها (7، 9، 11، 18) ومرتبطة مع استقلاب الفينولات (3، 12) وتأثيره في تركيز الأوكسينات وبشكل خاص حمض الإندول الخلي (IAA) (14) وفي كمية الأحماض النووية والبروتينات (8). إلا أن الدور الأكثر أهمية في الوقت الحاضر هو إسهامه بدور تكويني ووظيفي في الجدار الخلوي (15). وبينت دراسات سابقة في سورية أهمية البورون (على شكل بوركس) لنبات الشوندر السكري، إذ أدت إضافته إلى تحسين الإنتاج الكمي والنوعي وخفض نسبة تردد ظاهرة

القلب الأجوف (2). كما أن استخدام البورون على صورة حمض بوريك رشاً على أوراق نبات القطن أدى إلى تحسين الإنتاج الكمي بشكل معنوي (4).

إن الفاصل الضيق بين نقص البورون وسميته من جهة والاختلاف الكبير بين المحاصيل الزراعية في مدى احتياجها لهذا العنصر من جهة ثانية يستدعي إجراء العديد من البحوث لإيجاد الحلول العلمية لهذه المشكلة.

مواد البحث وطرائقه

موقع التجربة

تم تنفيذ التجربة في موسمي 1998/1997 و 1999/1998 في الفترة ما بين شهر تشرين الثاني/نوفمبر وتموز/يوليو في منطقة محردة، محافظة حماه في حقول المزارعين، ضمن الظروف الحقلية العادية. واستخدم صنف الشوندر السكري المستورد "Mizzano A.U Poly" وذلك من 10 تشرين الثاني/نوفمبر وحتى 15 تموز/يوليو (كعروة خريفية)، ونفذت الزراعة على خطوط بمسافة 40 سم ما بين الخطوط ومسافة 20 سم ما بين النباتات أي بمعدل 12 نبات في المتر المربع (أفضل مسافات زراعة طبقاً لنتائج مركز البحوث العلمية الزراعية في منطقة الغاب).

طبيعة التربة

أجري تحليل لتربة الموقعين قبل التنفيذ وكانت معطيات التحليل على الشكل الآتي:

موسم 1998/1997: مادة عضوية 1.45%، درجة الحموضة 7.6، الناقلية الكهربائية 0.68، كربونات الكالسيوم 25.6%، كلس فعال 22.7%، فوسفات 42.4 مغ/كغ، بوتاس متبادل 533 مغ/كغ، حديد

2.95 مغ/كغ، مغنيز 7.736 مغ/كغ، نحاس 1.471 مغ/كغ، الزنك 0.431 مغ/كغ، بورون 0.44 مغ/كغ.
 موسم 1999/1998: مادة عضوية 1.65%، درجة الحموضة 7.04، الناقلية الكهربائية 1.01، كربونات الكالسيوم 23.5%، كلس فعال 20.1%، فوسفات 36.8 مغ/كغ، بوتاس متبادل 285 مغ/كغ، حديد 4.95 مغ/كغ، مغنيز 5.352 مغ/كغ، نحاس 2.218 مغ/كغ، الزنك 0.629 مغ/كغ، بورون 0.46 مغ/كغ.

تصميم التجربة وتنفيذها

تضمنت كل تجربة ثلاث معاملات موزعة على الشكل الآتي:

- المعاملة الأولى: شاهد بدون إضافة أسمدة بورتية.
- المعاملة الثانية: إضافة البورون على شكل بوراكس 10% قبل أسبوع من الزراعة بمعدل 1.2 كغ بورون/هكتار.
- المعاملة الثالثة: رش البورون على الأوراق كحمض بوريك 17.5% بمعدل 1.05 كغ بورون/هكتار، على ثلاث دفعات (350 غ بورون/هكتار بالدفعة الواحدة). بدأ رش النباتات في طور 10-12 ورقة حقيقية. وبفاصل ثلاثة أسابيع بين الرشة والأخرى.

استخدم في التجربة التصميم العشوائي الكامل وبخمس مكررات وكانت مساحة القطعة التجريبية في المكرر الواحد 200 م². كانت المعاملات الزراعية (فلاحة وسقاية وتسميد آزوتي وفوسفاتي وبوتاسي) متماثلة حيث استخدمت المعادلة السمادية المنصوح بها من وزارة الزراعة وهي: بوتاسيوم 120، فوسفات 120، أزوت 200 كغ/هـ.

عند نضج الشوندر السكري تمت عملية القلع يدوياً وأجري التصريم (تقطيع الساق) وفق الشروط النظامية المتبعة، واعتبرت العينة الممثلة لكل مكرر 100 جنزراً أخذت بشكل عشوائي وعلى أساسها أخذت النتائج. حسبت النسبة المئوية للجنور التي أبدت ظاهرة القلب الأجوف، ومن ثم وزنت تلك الجنور لتحديد الإنتاج الكلي وفق المعادلة التالية:

$$\text{الإنتاج الكمي بالهكتار} = \text{متوسط وزن الجنر الواحد} \times \text{عدد الجنور بالمتر المربع} \times 10000$$

ولتحديد نسبة السكر (درجة الحلاوة) ونقاوة العصير، استخدم 15 كغ جنور من كل مكرر، اختبرت في مخبر محطة يحمل بمركز البحوث الزراعية بحلب وفي مركز البحوث الزراعية بالغاب، باستخدام جهاز الاستقطاب (Polarimeter) وحددت نسبة المادة الجافة في العصير (البريكس) باستخدام جهاز تحديد قرينة الانكسار Refractometer. ومن البيانات تم حساب نسبة السكر النظرية والفعلية وفق المعادلات التالية:

$$\text{كمية السكر النظري} = (\text{درجة الحلاوة} \times \text{وزن الجنور بالهكتار}) / 100$$

$$\text{كمية السكر الفعلي} = (\text{كمية السكر النظري} \times \text{نسبة نقاوة العصير}) / 100$$

حسبت نسبة الزيادة الفعلية للسكر بالمقارنة مع الشاهد. حلت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي State View F-4.11 بحساب أقل فرق معنوي عند مستوى المعنوية 0.05%.

رشت نباتات التجربة بمادة كلوربيريفوس مرة واحدة بمعدل 0.7 سم³ مادة فعالة/ليتر لمكافحة ذبابة أوراق الشوندر وكذلك بمادة الدايموثات لمرة واحدة بمعدل 0.6 سم³ مادة فعالة/ليتر لمكافحة حشرات المن.

النتائج

1. الأعراض المرضية

تم مراقبة التجربة في الموسمين 1998/1997 و 1999/1998 لرصد الأعراض الأولية والكشف المبكر عن نقص البورون وتحديد طبيعة الأعراض المظهرية. ولم تظهر أعراض واضحة خلال مراحل النمو الأولى لكن سجلت فروقات واضحة وملموسة في النمو بين معاملة الشاهد والمعاملات الأخرى. ومع تقدم النمو بدأت الأعراض بالظهور وتمثلت بظهور اختلاف لوني واضح بين الأوراق القديمة والحديثة حيث كانت الأخيرة خضراء شاحبة وتميزت أعناقها بوجود تلوينات حمراء قرمزية تطورت لاحقاً إلى بقع بنية أو سوداء. تجددت الأوراق وبخاصة الخارجية منها ثم تحولت إلى لون فضي بينما بقيت الأوراق الحديثة صغيرة الحجم صفراء ثم تحولت أطرافها إلى اللون الأسود وماتت أنسجتها، توقف نمو القمة النامية ثم اسودت وماتت، بدأ الجذر بالتعفن والتجوف من القمة. يتحرض عدد من البراعم الجانبية فتظهر فيما بعد ذات الأعراض ولم تكن الأعراض واضحة على المعاملات المسمدة بالبورون. تم تسجيل ظاهرة القلب الأجوف بنسبة 32.2 و 24.6% عند النضج في معاملة الشاهد بدون تسميد بوراتي في الموسمين الأول والثاني، على التوالي (جدول 1)، بينما لم تتجاوز متوسط نسبة هذه الظاهرة خلال الموسمين 12.6% عند إضافة البوراكس و 17% عند إضافة البورون على شكل حمض بوريك.

2. تأثير ظاهرة القلب الأجوف في الإنتاج

تبين النتائج المعروضة في الجدول 1 أن تردد مرض القلب الأجوف قد انخفض بشكل معنوي في كلتا المعاملتين. فعند إضافة البورون على شكل بوراكس قبل الزراعة انخفض متوسط تردده خلال الموسمين بمقدار 15.8% بينما وصل متوسط هذا الإنخفاض إلى 11.1% عند استخدام البورون على شكل حمض بوريك رشاً على الأوراق.

أما فيما يتعلق بالإنتاج الكمي فقد تفوق الشاهد بشكل متفاوت على المعاملتين بزيادة وصلت في الموسم الأول إلى 1.9% و 6.3% عند إضافة البوراكس وحمض البوريك، على التوالي بينما تفوق الإنتاج الكمي للمعاملات المسمدة في السنة الثانية بمعدل 10.2 و 6.8%، على

دور أساسي في نمو الأنسجة المرستمية والذي يرتبط بدوره بعلاقة البورون في تكوين وعمل الغشاء الميتوبلازمي (15)، وكذلك التصنع الحيوي للأحماض النووية في الخلية. فقد تبين أن نقص البورون عند الشوندر السكري يؤدي إلى خفض كميات الحمض النووي (RNA) والسكريات غير المختزنة في الجذور الناضجة ويزيد من النشاط النوعي لبعض الأنزيمات الهامة في الخلية كالكاتلاز والبيروكسيداز والأسيد فوسفاتاز والـ RNA-ase (5). إلا أن دور البورون الأكثر أهمية هو في إسهامه في عملية التمثيل الحيوي للسكريات بشكل عام والسكريات الأحادية بشكل خاص (8، 13)، وإسهامه في انتقال السكر من الأوراق إلى أماكن التخزين والاستهلاك (7)، لأنه يسهل مرور السكر عبر الأغشية الخلوية (11). فالسكر هو الشكل المستخدم من قبل النبات لنقل منتجات التمثيل الضوئي إلى الأجزاء الأخرى (16). هذا يفسر بالواقع تأثير البورون الإيجابي في نقاوة العصير ونسبة السكر في الجذور.

كما أن انخفاض نسبة القلب الأجوف عند إضافة البورون ينعكس بشكل مضاعف على الإنتاج من خلال زيادة الوزن الجذري وتقليل كمية الأجزاء التي تزال من الجذور وزيادة نسبة السكر في الجذور. إن ظاهرة القلب الأجوف مرتبطة بشكل غير مباشر بوجود البورون فهي ناتجة عن زيادة تركيز المركبات الفينولية السامة وتركيز أو كسيد حمض الأندول الخلي في الأنسجة النباتية التي تؤدي إلى موت القمة النامية والخلايا التاجية. هذا التراكم الزائد للأوكسين والفينولات يعود بالواقع إلى خلل في عملية التمثيل الحيوي للسكريات البسيطة.

التوالي. وبدا تأثير التسميد البوراتي في الإنتاج النوعي (نسبة السكر ونقاوة العصير) واضحاً في موسمي الدراسة من خلال تحسن نسبة السكر بشكل ملحوظ (0.4% بالنسبة لمعاملة البوراكس و 0.9% لمعاملة حمض البوريك)، وكذلك تأثيره الإيجابي في نسبة نقاوة العصير (الجدول 1)، إذ أدى إلى تحسنها مقارنة مع معاملي الشاهد. فقد زادت نقاوة العصير من 75% إلى 78.5% في معاملة البوراكس و 79.8% في معاملة حمض البوريك وينسب متقاربة في السنة الثانية. انعكس هذا التأثير الإيجابي في درجة الحلاوة ونقاوة العصير بشكل إيجابي على الإنتاج النهائي من السكر، إذ زادت كمية السكر الفعلية المتحصل عليها في الهكتار بمقدار 6.5 و 16.1% في حالة إضافة البوراكس قبل الزراعة وبمقدار 7.1 و 16.1% في حالة رش حمض البوريك في الموسمين، على التوالي.

المناقشة

أسهم التسميد بالبورون بدور سلبي في الإنتاج الكمي في السنة الأولى - ويعزى هذا إلى أثر الأزوت المتبقي من الموسم السابق وإلى الإضافات المطبقة بالتجربة- لصالح الإنتاج النوعي الأمر الذي أدى في النهاية إلى تفوق المعاملات المسمدة بالبورون من حيث إنتاج السكر الأبيض مقارنة مع الشاهد، بينما ازداد الإنتاج الكمي للمعاملات المسمدة بالبورون بشكل معنوي في الموسم الثاني.

إن التأثير الإيجابي للبورون في نوعية الجذور المتمثل في انخفاض نسبة تردد القلب الأجوف وتحسين نسبة السكر ونقاوة العصير يعود إلى دور البورون الحيوي في فيزيولوجيا النبات. فالبورون له

جدول 1. تأثير البورون في مكونات إنتاج الشوندر السكري (*Beta vulgaris* L.) خلال موسمي 1998/1997 و 1999/1998 في حماه، سورية.
Table 1. Effect of boron application on yield components of sugar beet during 1997/98 and 1998/99 growing seasons at Hama, Syria.

المعاملات Treatments	نسبة القلب الأجوف Heart rot		الإنتاج (طن/هـ) Yield (t/ha)		درجة الحلاوة % Sugar percentage		نقاوة العصير Juice purity		السكر النظري (طن/هـ) Theoretical sugar (t/ha)		السكر الفعلي (طن/هـ) Actual Sugar (t/ha)		الزيادة في السكر (طن/ هـ) Gain in sugar (t/ha)	
	/98	/97	/98	/97	/98	/97	/98	/97	/98	/97	/98	/97	/98	/97
الشاهد Control	24.6	32.2	68.5	86.3	15.8	11.6	82.8	74.9	10.9	10.0	9.0	7.5	-	-
إضافة بوراكس قبل الزراعة (1.2 كغ بورون/هـ) One soil application before planting (1.2 Kg B/ha as borax)	14.2	11.1	75.5	84.7	16.6	12.1	83.3	78.5	12.5	10.3	10.4	8.0	1.5	0.5
رش حمض البوريك ثلاث دفعات على الأوراق (1.05 كغ بورون/هـ) Many foliar application (1.05 Kg B/ha as boric acid)	17.5	16.7	73.2	80.9	16.8	12.5	84.7	79.8	12.2	10.1	10.4	8.0	1.4	0.5
أقل فرق معنوي عند مستوى 5% LSD at P= 5%	3.8	8.2	2.6	2.55	1.4	0.5	1.8	2.8	1.4	0.6	1.32	0.6	-	-

ثلاث دفعات حسن بشكل معنوي من نقاوة العصير (17)، كما أدى البورون إلى زيادة نسبة السكر في قصب السكر (20). ويمكن أن نستنتج من هذه الدراسة أن البورون يسهم بشكل إيجابي في زيادة إنتاج الشوندر السكري كما ونوعاً في الأراضي التي تقل فيها كمية هذا العنصر في التربة عن 0.5 مغ بورون/كغ تربة وذلك عند اضافته على شكل بوراكس قبل الزراعة خلطاً مع الأسمدة البوتاسية أو رشاً على الأوراق بمركبات سريعة الامتصاص مثل حمض البوريك.

ف عند نقص البورون يزداد نشاط حلقة البننوز فوسفات مما يؤدي إلى تصنيع كميات زائدة من الفينولات (5، 6، 9، 12). والفينولات تعتبر مثبطات طبيعية للأنزيم المؤكسد للأوكسين في النبات (أندول أستيك أسيد أوكسيداز IAA oxydase)، مما يقود إلى تراكم كميات متزايدة من الأوكسين (8، 14). تتوافق هذه النتائج مع العديد من الأبحاث التي أجريت على ذات المحصول والتي بينت أن نقص البورون يخفض كمية السكر بمقدار 56% (10)، وأن التسميد بالبورون يحسن نسبة السكر بمقدار 0.97% (19)، كما ذكر أن رشه على الأوراق بمعدل 0.2% على

Abstract

Al-Mohmmad, H. and S. Al-Geddawi. 2001. Effect of Boron on Heart Rot and on Yield of Sugar Beet. Arab J. Pl. Prot. 19: 45-48.

To study the problem of boron deficiency on sugar beet, a field experiment was conducted at Hama governorate during the 1997/98 and 1998/99 growing seasons. Boron treatments included, one soil application incorporated before planting (1.2 Kg B/ha as borax), many foliar applications (1.05 Kg B/ha as boric acid) and a non-treated control. Results showed that boron application decreased significantly the rate of heart rot and improved sugar yield due to increase in sugar content in the root and juice purity. Boron application raised the amount of sugar (white sugar) by 6.52-7.05% in the first year and by over 16% in the second year in comparison with control.

Key words: Boron, Sugar beet, heart rot, nutritional deficiency, physiological disorders.

Corresponding author: Hossine Al-Mohmmad, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Aleppo University, Aleppo, Syria.

References

- Dugger, W.M. and T. O. Humphreys. 1960. Influence of boron on enzymatic reactions associated with biosynthesis of sucrose. *Plant Physiol.*, 35:523-370.
- Dugger, W.M. 1983. Boron in plant metabolism, pp. 626-650. In: *Inorganic Springer-Verlag, Heidelberg, plant nutrition, Encyclopedia of plant physiology*. Vol. 15, eds .Lauchli A. et Bieleski .
- Gauch, H.G. and W.M. Dugger. 1954. The physiological action of boron in higher plants : A review and interpretation. *Agric. Expt. Univ. Maryland. Tech. Bull.*, 80:1-43.
- Jarvis, B.C., S.Yasmin, A.N. Ali and R. Hunt. 1984. The interaction between auxin and boron in adventitious root development. *New Phytol.*, 97:197-204.
- Hu, H. and H.P. Brown. 1994. Localization of boron in cell walls of squash and tobacco and its association with pectin. Evidence for a structural role of boron in the cell wall. *Plant Physiol.*, 105:681-689.
- Lucas W.J. and M.A. Mador. 1988. Recent advances in sugar transport Diego, pp 35-84. In: *The biochemistry of plants*. 14 Carbohydrates, ed Press J., Acad Press, San.
- Narayan, D., A. Chandel and G.R. Singh. 1989. Effect of boron fertilization on yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Indian J. Plant Physiol.*, 32:164.
- Shelp, B.J. 1993. Physiology and biochemistry of boron in plants, pp. 53-85. In: *Boron and its role in crop production*, ed . Gupta C.U., CRC Press, London, UK.
- Toma, S.I., S.S. Lisinik, S.G. Veliksari and M.V. Kaush. 1991. Regulation of adaptive responses and plant productivity by micronutrients. *Bul .Acad. Stiinte Repub.Mold ., Stiinte Biol. Chim.* 4:3-11.
- Varma, H.P., S.K. Singh and M.L. Agrawala. 1987. Effect of transelement on yield and juice quality of sugarcane. *India Sugar Crops J.*, 13(2-3):14-16.

المراجع

- تقرير مؤتمر الشوندر السكري الأول. 1999. وزارة الزراعة، 6-7 كانون الثاني/يناير 1999، حماه، سورية. 98 صفحة.
- الجدوي، سمير وحسين المحمد. 1999. تأثير عنصر البورون في إنتاج الشوندر السكري كما ونوعاً في منطقة الغاب. مجلة باسل الأسد لعلوم الهندسة الزراعية، 8:69-86.
- المحمد، حسين. 1994. تشخيص نقص وسمية عنصر البورون وأسبابها على نبات الفول (*Vicia faba* L.). مجلة وقاية النبات العربية، 12(1):20-25.
- عبد العزيز، محمد وسليمان سلامة. 1999. تأثير البورون في الخصائص الإنتاجية للقطن. المؤتمر الزراعي العالمي الثالث. عمان، الأردن، 12 صفحة.
- Agarwala, S.C., A. Aziz and C.P. Sharma. 1991. Variable boron supply and sugar beet metabolism. *Proc. Nat. Acad. Sc. India*, 61(1):109-114.
- Al Mohammad, H. 1995. Incidences agronomiques et physiologiques de la variation quantitative d'apports de bore chez la feverole (*Vicia faba* L.) These de l'Universite de Rennes I (France). 179 pp.
- Al Mohammad, H. and D. Poulain. 1996. Effect of boron on nitrogen fixation and carbohydrate content in faba bean (*Vicia faba* L.). *Arab Journal of Plant Protection*, 14(2):105-110.
- Bohnsack, W.C. and S. L. Albert. 1977. Early effects of boron deficiency on indole acetic acid oxidase levels of squash root tips. *Plant Physiology*, 59:1047-1050.
- Bonilla, I., C. Cadahia, O. Carpena and V. Hernando. 1980. Effects of boron on nitrogen metabolism and sugar levels of sugar beet. *Plant Soil*, 57:3-9.
- Christmann, J. 1989. Les oligo-elements et le magnesium en culture betterave. *Perspectives Agric.*, 136:32-39.