

# التغيرات البيوكيميائية في أوراق نباتات القمح الشتوي المصابة بمرض الصدأ الأسود على الساق

محمود حسن

كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية

## الملخص

حسن، محمود. 1994. التغيرات البيوكيميائية في أوراق نباتات القمح الشتوي المصابة بمرض الصدأ الأسود على الساق. مجلة وقاية النبات العربية. 12 (2): 106-111

الإصابة بالمرض؛ (2) تساعد إنزيمات الأكسدة في نباتات القمح الشتوي في مقاومة مرض الصدأ الأسود على الساق.

كلمات مفتاحية: قمح، صدأ أسود، فيزيولوجيا، مقاومة بيوكيميائية.

تبين عند دراسة تأثير مرض الصدأ الأسود على الساق في التغيرات البيوكيميائية في أوراق نباتات القمح الشتوي مايلي: (1) يؤثر المرض في سير التفاعلات البيوكيميائية ويرتبط هذا التأثير في شدة

## المقدمة

العقبات الباحثين للتفكير في الإستمرار في إستنباط هجن جديدة ذات إنتاجية عالية، ونوعية جديدة أكثر مقاومة للأمراض، ودون اللجوء إلى استخدام المبيدات ذات الأثر السلبي في النبات والبيئة، ناهيك عن النفقات الباهظة المترتبة عن استخدامها.

لمعرفة آلية مقاومة نباتات القمح ضد مرض الصدأ الأسود وغيره من الأمراض الأخرى، لابد من معرفة طريقة تطفل الفطر على عائله، والأضرار الناتجة عن التغيرات الفيزيولوجية والبيوكيميائية التي تحدث في أنسجة النباتات المريضة. ولهذه التغيرات علاقة بخصائص الطفيل وإنزيماته من جهة وقوة ونشاط النبات ورد فعله على دخول الطفيل من جهة أخرى.

لقد دلت الأبحاث التي أجريت في هذا المجال على حدوث بعض التغيرات على النباتات المصابة بالطفيليات (الأمراض الفطرية مثلاً)، كالتغيرات الفيزيولوجية والبيوكيميائية التي تؤدي إلى خفض الإنتاجية (5).

أولى العلماء موضوع التغيرات الفيزيولوجية والبيوكيميائية التي تحدث في النباتات المصابة بالطفيليات أهمية خاصة؛ حيث تناولوا

تعتبر زيادة إنتاجية الحبوب من المهام الرئيسية المنوطة بالزراعة المعاصرة، فيقدر التطور الأفقي والعمودي لهذه الزراعة بقدر ما يمكن تلبية احتياجات السكان من المواد الغذائية الهامة، مثل اللحم والحليب والبيض. يعتبر القمح من أهم محاصيل الحبوب المنتشرة في معظم بلدان العالم، لكنه يصاب بالعديد من الأمراض الخطيرة التي تحد من إنتاجه مثل مرض الصدأ الأسود، الذي يؤدي إلى انخفاض الإنتاج والإساءة إلى نوعية المنتجات؛ لذلك توجهت أنظار الباحثين نحو الحد من أخطاره. ووجد أن أفضل الطرق في هذا المجال هو استنباط أصناف مقاومة أو متحملة له وذات قدرة عالية على الإنتاج. وتم في الآونة الأخيرة استنباط العديد من أصناف القمح المقاومة لمرض الصدأ الأسود والعديد من الأمراض الأخرى. ولوحظ أن هذه الأصناف تفقد مقاومتها للأمراض تدريجياً نتيجة عدد من العوامل نذكر منها: (1) زراعة أصناف في ظروف بيئية غير ملائمة لنشرها؛ (2) تشكل سلالات فطرية أكثر قدرة على التكيف مع ظروف الوسط الجديد من النبات نفسه؛ (3) تشكل سلالات من الصنف المزروع أكثر عرضة للإصابة؛ (4) حدوث تغيرات بيوكيميائية وفيزيولوجية ومورفولوجية في النبات العائل. ودفعت هذه

بالدراسة، على وجه الخصوص، التغيرات في شدة التنفس وعمل الإنزيمات والمحتوى من البروتينات وغيرها من نتائج الاستقلاب؛ ولكنهم لم يجمعوا على رأي واحد في هذا الصدد؛ ويسود حالياً اعتقادان (خاصة بالنسبة لإرتفاع معدل التنفس في النباتات المقاومة والحساسة للإصابة بالأمراض). الرأي الأول يقول أن زيادة شدة التنفس عند النباتات المصابة والمقاومة بشدة للإصابة؛ تنتج عن خلل في الإنزيمات الأساسية التي تنظم عملية التنفس. أما الرأي الثاني فيعتبر أن زيادة شدة التنفس يعود إلى تنفس العائل مضافاً إليه تنفس الطفيل (6).

يعتبر إنزيم البيروكسيداز أحد أهم الإنزيمات التي تشارك في عملية التنفس عند النباتات؛ ويسهم هذا الإنزيم أيضاً في العمليات الدفاعية للنباتات ضد الإصابات والأمراض المعدية وبخاصة الفطرية منها. لذلك أولى بعض الباحثين أهمية كبيرة للتغيرات في نشاط إنزيم البيروكسيداز عند النباتات المصابة بالأمراض المعدية كونه يعتبر الإنزيم الأساسي والوظيفي في الخلية النباتية وهو مصدر  $H_2O_2$ . كما ويعدل إنزيم البيروكسيداز الأحماض الأمينية والفينولات والأمينات العطرية وحمض الأسكربيك. ويعتبر البيروكسيداز أيضاً مهماً جداً في مجال مقاومة النباتات للأمراض المعدية المختلفة؛ وهي صفة يمكن توريثها (4، 7).

يشارك حمض الأسكربيك (فيتامين آ). في عمليات الأكسدة والإرجاع التي تجري في أعضاء النباتات. وحسب معطيات بعض الباحثين يسهم حمض الأسكربيك بدور فعال وهام في مقاومة الأمراض النباتية المعدية حيث بإزدياد محتوى النباتات من "فيتامين آ" تزداد مقاومتها للأمراض (2، 10). وأثبتت الأبحاث التي قام بها كل من كيريك وكوتسينو (10)؛ إلى أن التركيز الزائد من حمض الأسكربيك يسهم بدور كبير في مقاومة نبات البازلاء لمرض البياض الدقيقي، كما لاحظ كل من بيرسكين وكافلينكو (1) وجود علاقة طردية بين محتوى أوراق القمح من حمض الأسكربيك ومقاومتها لمرض التبقع السببوري.

وما تقدم بين أهمية دراسة التغيرات البيوكيميائية وبخاصة نشاط إنزيمات البيروكسيداز؛ البولي فينول أوكسيداز؛ كاتالاز ومحتوى حمض الأسكربيك في معرفة مدى مقاومة النباتات للأمراض المعدية. لذلك قمنا بهذا البحث لدراسة تأثير مرض الصدأ الأسود في نشاط هذه الإنزيمات النباتية والمحتوى من حمض الأسكربيك للأصناف العالية المقاومة (أفرورا؛ وماكاروف؛ وهبرون) من القمح الشتوي حيث درسنا الفعالية الإنزيمية في نباتات سليمة ونباتات ضعيفة ومتوسطة وشديدة الإصابة بهذا المرض.

## مواد وطرائق البحث

أجري هذا البحث في جمهورية أوكرانيا، مركز أبحاث وقاية النبات، ماكاروف، كييف. حيث تمت دراسة النشاط الإنزيمي ومحتوى حمض الأسكربيك في أصناف القمح الشتوي القاسي التي زرعت بذورها

بأصص في ظل ظروف مناخية مراقبة (درجة الحرارة المحيطة بالأصص 21 درجة مئوية، ورطوبة جوية 60% وضوء شدته 10000 لوكس). أعدت البادرات بالأبواغ اليوريدية للفطر *P. graminis tritici* التي تم الحصول عليها من معهد أوكرانيا لوقاية النبات. وأحدثت العدوى الإصطناعية للبادرات المنماة في الظروف المخبرية عن طريق مسح أوراق النباتات برفق بوساطة أصابع اليد وذلكها للتخلص من الطبقة الشمعية التي تعيق دخول الأبواغ إلى داخل النبات؛ وغسلت الأوراق بالماء المقطر بوساطة مرشحة خاصة. تم بعدها نقل العدوى بالأبواغ اليوريدية إلى الأوراق، ورشت النباتات بالماء المقطر من جديد من أجل إحداث الندى الإصطناعي. وتم تحديد نشاط إنزيمات (بيروكسيداز؛ بولي فينول أوكسيداز؛ كاتالاز). والمحتوى من حمض الأسكربيك بطريقة بوتشونوك (3). كما حددت شدة الإصابة بمرض الصدأ الأسود بطريقة روساكوفا (8).

وقد تم في التجربة استخدام أربعة أصناف من القمح الشتوي القاسي (أفرورا، دانيتسك، ماكاروف وهبرون) من إنتاج مراكز الأبحاث الزراعية في الاتحاد السوفيتي سابقاً (أوكرانيا حالياً) حيث تعتبر هذه الأصناف متقاربة من الناحية الإنتاجية؛ ولكنها مختلفة من حيث المقاومة لمرض الصدأ الأسود. فالصنف أفرورا يعتبر من الأصناف الحساسة؛ في حين يعتبر الصنف دانيتسك من الأصناف المتحملة أما الصنفان ماكاروف وهبرون فهما على التوالي متوسط المقاومة ومقاوم.

## النتائج والمناقشة

أظهرت النتائج بأن مرض الصدأ الأسود في القمح يؤثر في نشاط كل من الإنزيمات التالية: البيروكسيداز؛ بولي فينول أوكسيداز؛ كاتالاز؛ وفي المحتوى من حمض الأسكربيك.

وتظهر النتائج الموضحة في الجدول رقم (1) بأن الإصابة الضعيفة والمتوسطة بمرض الصدأ الأسود في أصناف القمح الشتوي القاسي (هبرون؛ أفرورا؛ ماكاروف؛ دانيتسك) تزيد من نشاط إنزيم البيروكسيداز بينما تنقص الإصابة الشديدة في الصنفين (أفرورا ودانيتسك) من نشاطه (بالمقارنة مع نشاطه في الأوراق السليمة) كما توضح النتائج بأن الإصابة الضعيفة (5-10%) بهذا المرض لأوراق نباتات القمح صنف هبرون شديد المقاومة تزيد من نشاط هذا الإنزيم حيث بلغت الزيادة حوالي 81.7% و 83.2% في عامي 1992 و 1993 على التوالي. أما زيادة نشاطه في أوراق الصنف ماكاروف- متوسط المقاومة (10-25%) للمرض فقد بلغت حوالي 64.7% و 61.3% لعامي 1992 و 1993 على التوالي. ولم تظهر الإصابة الشديدة على الصنفين "هبرون" و "ماكاروف"؛ ولذلك لم يسجل انخفاض في نشاط الإنزيم في هذين الصنفين. وظهرت الإصابة الشديدة والمتوسطة في الصنف أفرورا الشديد

جدول 1. تأثير مرض صدأ الساق الأسود على نشاط إنزيمات البيروكسيداز، بولي فينول أوكسيداز وكاتالاز في أوراق القمح القاسي الشتوي.

Table 1. Effect of black stem rust infection on activities of peroxidase, polyphenol oxidase and catalase enzymes in the leaves of winter durum wheat.

نشاط كاتالاز او كسجين منطلق/ مل/ 3 دقائق Catalase activity Oxygen produced/ ml/ 3 min		النشاط الأنزيمي 0.01 مل يود في كل 1 غ من أوراق القمح الخضراء Enzyme activity: 0.01 ml Iodine/ g of wheat green leaves				الاصابة/ شدة الإصابة Cultivar/ severity of infection
1993	1992	بولي فينول أوكسيداز Polyphenol oxidase		بيروكسيداز Peroxidase		
		1993	1992	1993	1992	
<b>أفرورا (حساس) (Avrora (S))</b>						
7.2	6.5	2.6	3.4	5.7	8.2	أوراق سليمة (شاهد) Health leaves
9.7	8.1	4.5	5.1	8.8	13.5	أوراق متوسطة الإصابة (10-25%) Moderately infected leaves (10-25%)
4.1	3.1	1.1	1.9	3.9	6.2	أوراق شديدة الإصابة (أكثر من 50%) Severely infected leaves (>50%)
0.624	0.498	0.346	0.53	0.424	0.574	أقل فرق معنوي عند 5% LSD (0.05)
<b>دانتيسك (متحمل) (Dantesk (T))</b>						
10.2	7.3	4.1	5.4	10.2	9.7	أوراق سليمة (شاهد) Health leaves
12.8	10.1	5.8	7.9	14.6	14.1	أوراق متوسطة الإصابة (10-25%) Moderately infected leaves (10-25%)
6.4	5.8	1.8	2.1	6.1	7.4	أوراق شديدة الإصابة (أكثر من 50%) Severely infected leaves (>50%)
0.387	0.569	0.300	0.38	0.734	0.937	أقل فرق معنوي عند 5% LSD (0.05)
<b>ماكاروف (متوسط المقاومة) (Makarov (MR))</b>						
9.3	6.1	4.0	3.8	11.1	10.2	أوراق سليمة (شاهد) Health leaves
12.4	9.7	7.3	6.7	14.9	16.8	أوراق متوسطة الإصابة (10-25%) Moderately infected leaves (10-25%)
						لم تلاحظ Severely infected leaves (>50%)
0.55	0.537	0.551	0.19	1.007	0.955	أقل فرق معنوي عند 5% LSD (0.05)
<b>هبرون (مقاوم) (Hebron (R))</b>						
7.4	7.1	3.1	4.1	9.5	10.4	أوراق سليمة (شاهد) Health leaves
11.7	11.9	5.7	6.8	17.4	18.9	أوراق ضعيفة الإصابة (5-10%) Slightly infected leaves (5-10%)
						لم تلاحظ Moderately infected leaves (10-25%)
1.103	0.341	0.503	0.39	0.39	0.90	أقل فرق معنوي عند 5% LSD (0.05)

40.2% عام 1993. لقد حصل الباحثان بيرسبكين وكافلينكو (1) على نتائج مشابهة؛ عند دراسة مرض التبغ السببوري في القمح وتأثيره في نشاط إنزيم البيروكسيداز؛ ودلت الأبحاث السابقة أن نشاط إنزيم البيروكسيداز وإنزيم بولي فينول أوكسيداز يزداد في بداية الإصابة بمرض البياض الدقيقي في أوراق نبات البلوط؛ بينما ينخفض نشاطها مع تزايد شدة الإصابة حتى يصل إلى مستوى أقل من نشاطهما في النباتات

الحساسية والصنف دانتيسك- المتحمل له حيث زادت الإصابة المتوسطة نشاط إنزيم البيروكسيداز في أوراق هذين الصنفين ولكن لوحظ مع تطور شدة الإصابة بالمرض أن نشاط الإنزيم قد بدأ بالتناقص حيث انخفض نشاطه عند الإصابة الشديدة أكثر من 50% في الصنف أفرورا وبلغ بحدود 24.4% عام 1992 و 31.6% في عام 1993 أما في الصنف دانتيسك فقد بلغ هذا الانخفاض حوالي 23.7% عام 1992 وحوالي

جدول 2. تأثير مرض صدأ الساق الأسود على القمح في محتوى حمض الأسكربيك في أوراق نبات القمح الشتوي.

Table 2. Effect of black stem rut infection on ascorbic acid content in winter wheat leaves.

1993		1992		الصنف/ شدة الإصابة Cultivar/ severity of infection
الانخفاض في محتوى الأسكربيك (%) Reduction in Ascorbic acid (%)	محتوى حمض الأسكربيك (ملغ في كل 100 غ أوراق خضراء) Ascorbic acid content mg/ 100 g of green leaves	الانخفاض في محتوى الأسكربيك (%) Reduction in Ascorbic acid (%)	محتوى حمض الأسكربيك (ملغ في كل 100 غ أوراق خضراء) Ascorbic acid content mg/ 100 g of green leaves	
				<b>أفرورا (حساس) (Avrora (S)</b>
-	109.8	-	100.4	أوراق سليمة (شاهد) Health leaves
37.2	68.9	31.8	68.6	أوراق متوسطة الإصابة (10-25%) Moderately infected leaves (10-25%)
50.7	54.1	52.9	47.2	أوراق شديدة الإصابة (أكثر من 50%) Severely infected leaves (>50%)
-	0.424	-	0.815	أقل فرق معنوي عند 5% LSD (0.05)
				<b>دانتيسك (متحمل) (Dantesk (T)</b>
-	117.5	-	112.3	أوراق سليمة (شاهد) Health leaves
41.0	69.8	36.3	71.5	أوراق متوسطة الإصابة (10-25%) Moderately infected leaves (10-25%)
56.2	51.5	52.0	53.9	أوراق شديدة الإصابة (أكثر من 50%) Severely infected leaves (>50%)
-	0.624	-	0.812	أقل فرق معنوي عند 5% LSD (0.05)
				<b>ماكاروف (متوسط المقاومة) (Makarov (MR)</b>
-	123.1	-	124.5	أوراق سليمة (شاهد) Health leaves
23.2	94.5	20.3	99.3	أوراق متوسطة الإصابة (10-25%) Moderately infected leaves (10-25%)
-	-	-	-	أوراق شديدة الإصابة (أكثر من 50%) Severely infected leaves (>50%)
-	0.305	-	1.006	أقل فرق معنوي عند 5% LSD (0.05)
				<b>هبرون (مقاوم) (Hebron (R)</b>
-	119.1	-	122.2	أوراق سليمة (شاهد) Health leaves
24.9	89.4	22.7	94.4	أوراق ضعيفة الإصابة (5-10%) Slightly infected leaves (5-10%)
-	-	-	-	أوراق متوسطة الإصابة (10-25%) Moderately infected leaves (10-25%)
-	0.955	-	0.904	أقل فرق معنوي عند 5% LSD (0.05)

الأسود في القمح تنقص من محتوى حمض الأسكربيك في أوراق نباتات القمح؛ ويزداد هذا النقص مع زيادة شدة الإصابة بالمرض. يبين الجدول رقم (2) أن الإصابة المتوسطة بمرض الصدأ الأسود في القمح تنقص من محتوى حمض الأسكربيك في أوراق القمح، وبلغ هذا النقص عام 1992 في الصنف أفرورا (31.8%) وفي الصنف دانتيسك (36.3%). بينما كان هذا النقص في عام 1993 في الصنفين

السليمة (9). ويمكن تعليل ارتفاع نشاط إنزيم البيروكسيداز في أوراق نباتات القمح ذات الإصابة المتوسطة على أنه رد فعل من النبات العائل على دخول جسم غريب فيه. لقد حصلنا على نتائج مماثلة تقريبا بالنسبة لتأثير الطفيل المسبب لمرض الصدأ الساق الأسود في القمح في نشاط الإنزيمين كاتالاز وبولي فينول أوكسيداز جدول رقم (1). تؤكد مجمل النتائج التي حصلنا عليها أن الإصابة بمرض الصدأ

المذكورين أعلاه (37.2%) و (41%) على التوالي. وأثرت الإصابة الشديدة بشكل ملحوظ في كمية حمض الأسكريك باعتبار أن قيمتها قد انخفضت في الصنف أفرورا حوالي 53.9% عام 1992 ووصلت إلى 50.7% عام 1993. أما النقص في الصنف دانتيك فكان حوالي 52% عام 1992 و 56.2% عام 1993 (بالمقارنة مع كميته في الأوراق السليمة). لقد توصل بيرسبكين وكافلينكو (1) إلى نتائج مشابهة لنتائجنا عند دراسة تأثير مرض صدأ الأوراق في كمية حمض الأسكريك في أوراق نباتات القمح الشتوية.

ختاماً لا بد من الإشارة هنا بأن كمية حمض الأسكريك في الصنف المقاوم- هبرون والصنف المتوسط المقاومة كانت مخالفة لنتائج الصنفين أفرورا- الحساس ودانتيك المتحمل من حيث درجة التأثير كما هو موضح في الجدول رقم (2) حيث بلغ أقصى نقص في الصنف المقاوم- هبرون حوالي 24.9%، بينما كان هذا النقص في الصنف المتحمل- (دانتيك)- 56.2% وفي الصنف الحساس- أفرورا 52.9%.

تدل النتائج المستحصل عليها من هذا البحث على ما يلي:

1. يؤثر الفطر المسبب لمرض الصدأ الأسود على القمح في التفاعلات البيوكيميائية في أوراق نبات القمح ويرتبط هذا التأثير بشدة الإصابة بالمرض.

2. تزيد الإصابة الضعيفة والمتوسطة بمرض الصدأ الأسود من نشاط الإنزيمات (بيروكسيداز؛ كاتالاز؛ بولي فينول أكسيداز) بينما تنقص الإصابة الشديدة بهذا المرض من نشاطهم (بالمقارنة مع نشاطهم في الأوراق السليمة).
3. تنقص الإصابة بمرض الصدأ الأسود على القمح من كمية حمض الأسكريك وتتراوح قيمتها بين 20.2-56.2%؛ وهذا مرتبط بشدة الإصابة بالمرض وبمدى مقاومة النبات له.
4. تشارك الإنزيمات (البيروكسيداز؛ بولي فينول أكسيداز وكاتالاز) في الدفاع ضد الفطر المسبب لمرض الصدأ الأسود في القمح؛ والدليل على ذلك نشاطهم المرتفع في المراحل الأولى من الإصابة؛ وهذا يتوافق مع النتائج العالمية في هذا المجال.
5. إن محتوى أصناف القمح القاسي الشتوي المقاومة والمتحملة لمرض الصدأ الأسود من حمض الأسكريك أكبر من محتوى الأصناف الحساسة لهذا المرض. ولذا يمكن الاعتماد على هذا المقياس في تحديد حساسية أصناف القمح لهذا المرض في المراحل الأولى من استنباتها.

## Abstract

Hassan. M. 1994. Biochemical changes in winter wheat leaves infected with black stem rust. Arab J. Pl. Prot. 12 (2): 106-111

The study of the effect of black stem rust disease on the biochemical changes in leaves of winter wheat has shown the following: 1) the disease affects the process of the biochemical reactions and this effect increases with infection intensity; 2)

the oxidation enzymes help the winter wheat plants to resist black stem rust disease infection.

**Key words:** Wheat, stem rust, physiology, biochemical resistance.

## References

4. تشكرين، ف.ف. 1979. دور أنزيم البيروكسيداز في مقاومة القمح ضد مرض صدأ الساق الأسود. البيولوجيا العامة. المجلد 11، رقم 6: 875-860.
5. حسن، م.م. 1982. الخصائص البيوكيميائية والفيزيولوجية لأصناف القمح الشتوي المقاومة لأكثر الأمراض ضرراً. اطروحة دكتوراه. 168 صفحة.
6. روبين، ب.أ. 1960. التنفس ودوره في مناعة النباتات. أكاديمية العلوم السوفيتية. 66 صفحة.

## المراجع

### المراجع مترجمة من الروسية

1. بيرسبكين، ف.ف. وس.ن. كافلينكو. 1979. تأثير مسبب مرض التبغ السببوري في القمح الشتوي على بعض العمليات البيوكيميائية. أبحاث أكاديمية العلوم الزراعية الأوكرانية. اصدار خاص بكلية وقاية النبات.
2. بولشوك، ل.ك. 1971. فيزيولوجيا النبات. كييف. المدرسة العليا. 400 صفحة.
3. بوتشنوك، خ.ن. 1976. طرق التحليل البيوكيميائي للنباتات. كييف، دار المعارف. 333 صفحة.

7. روبيين، ب.أ.، ي.ت. أرتسفسكايا وف. أكسنوفا. 1975. البيوكيمياء وفيزيولوجيا المناعة في النباتات. م. المدرسة العليا. 317 صفحة.
8. روساكوفا، ل.ف. 1978. أسس التقويم الباتولوجي في تربية النبات. م. كولاس. 250 صفحة.
9. كرينكو، ب.خ. 1977. مرض البياض الدقيقي على البلوط. أبحاث أكاديمية العلوم الزراعية الأوكرانية. المجلد 200: 94-97.
10. كيريك، م.م. وف.ي. كوتسينو. 1974. حمض الأسكريبك في أوراق البازلاء ودوره في مقاومة مرض البياض الدقيقي. المجلة الزراعية. عدد 5 صفحة 66.