طرق مكافحة صدأ الذرة

صدأ الذرة في الزراعة : فهم المرض وإدارته المتكاملة بالأساليب العضوية

يُعدّ صدأ الذرة (*Puccinia sorghi* – الصدأ الشائع؛ *Puccinia polysora* – الصدأ الجنوبي؛ *Physopella zeae* – الصدأ الاستوائي) من أكثر الأمراض الفطرية أهمية اقتصادية التي تصيب محصول الذرة الشامية (*Zea mays*) في جميع أنحاء العالم، بما في ذلك مصر. إذ يعتمد الفطر المسبب للصدأ اعتماداً كلياً على الأنسجة الحية للنباتات المضيفة في نموه وتكاثره، بوصفه مسبباً مرضياً إلزامياً. في مصر، يُهدد صدأ الذرة محاصيل الذرة الصيفية والشتوية على حدٍّ سواء، وتتراوح الخسائر في الإنتاج بين 10 و40% في الأصناف الحساسة في ظل الظروف الملائمة. ويُسرّع الطقس الدافئ الرطب وكثافة النباتات المرتفعة من انتشار المرض بشكل ملحوظ. وعلى عكس مسببات الأمراض التي تعيش في التربة، تنتقل جراثيم الصدأ عبر التيارات الهوائية لآلاف الكيلومترات، مما يجعل تفشيه الإقليمي أمراً غير متوقع ويصعب الحد منه بالممارسات الزراعية وحدها.

صدأ الذرة

طرق مكافحة صدأ الذرة

بيولوجيا وأنواع صدأ الذرة في مصر

تُعدّ ثلاثة أنواع من الصدأ ذات أهمية اقتصادية في زراعة الذرة المصرية. يُعتبر صدأ الذرة الشائع (*Puccinia sorghi*) الأكثر انتشارًا، حيث يزدهر في درجات حرارة تتراوح بين الباردة والمعتدلة (16-23 درجة مئوية) مع رطوبة عالية أو رطوبة زائدة في الأوراق. أما صدأ الذرة الجنوبي (*Puccinia polysora*) فيُفضّل الظروف الأكثر دفئًا (25-35 درجة مئوية) ويُشكّل خطرًا كبيرًا في صعيد مصر خلال فصل الصيف. بينما يظهر صدأ الذرة الاستوائي (*Physopella zeae*) أحيانًا في المناطق المنخفضة شديدة الرطوبة. تُنتج الأنواع الثلاثة جميعها أبواغًا مسحوقية برتقالية إلى بنية محمرة، تظهر على سطحي الورقة العلوي والسفلي. تُطلق البثرة الواحدة آلاف الأبواغ يوميًا، مما يُتيح انتشارًا وبائيًا سريعًا خلال أيام في ظل ظروف جوية مواتية.

تأثير ذلك على محاصيل الذرة المصرية

الذرة الصيفية (Zea mays): يُسبب فطر *Puccinia polysora* أشد الأضرار في المحاصيل الصيفية، حيث يُدمر مساحة الأوراق ويُقلل من قدرة النبات على التمثيل الضوئي. تُظهر النباتات المصابة بشدة علامات الشيخوخة المبكرة، وانخفاض امتلاء الحبوب، وانخفاض وزنها، وانكماش الحبوب. وتُعدّ خسائر المحصول التي تتراوح بين 20 و40% شائعة في الهجائن المعرضة للإصابة في ظل ظروف انتشار المرض.

الذرة الشتوية/الربيعية المبكرة: يسود فطر *Puccinia sorghi* (صدأ الذرة الشائع)، حيث تبدأ العدوى في الأوراق السفلية وتنتشر إلى الأعلى. ويحدث الضرر الاقتصادي عندما تصل العدوى إلى ورقة الكوز قبل التلقيح. تُسبب الإصابات التي تحدث بعد الإزهار في الأصناف المعرضة للإصابة انخفاضًا في المحصول بنسبة تتراوح بين 10 و25%، وتُقلل بشكل كبير من جودة السيلاج.

طرق مكافحة صدأ الذرة

آليات الإصابة بصدأ الذرة

1- ترسب الأبواغ وإنباتها: تستقر أبواغ اليوريدينيوس (Urediniospores) على أسطح الأوراق وتنبت خلال ساعتين إلى أربع ساعات عند وجود الماء الحر (الندى أو المطر) ودرجات الحرارة المناسبة. ينمو أنبوب الإنبات باتجاه الثغور مسترشدًا بإشارات تضاريس السطح.

2- اختراق العائل: تدخل فطريات الصدأ الأوراق حصريًا عبر الثغور. يتشكل تركيب متخصص يُسمى المِصْلِق فوق فتحة الثغر، مُولِّدًا قوة ميكانيكية لدفع وتد الاختراق إلى التجويف تحت الثغري. تستغرق هذه العملية برمتها من أربع إلى ثماني ساعات.

3- تطور الممصات: داخل الورقة، يُشكّل الفطر ممصات، وهي تراكيب تغذية متخصصة، داخل خلايا النسيج المتوسط. تستخلص الممصات العناصر الغذائية دون إتلاف خلايا العائل في البداية، مما يسمح له بالعيش ككائن حي متطفل. تتراوح فترة الحضانة، من ترسب الأبواغ إلى ظهور الأعراض الأولى، بين 5 و7 أيام في درجات الحرارة المثلى.

4- التبوغ والانتشار: تنفجر البثور البرتقالية (اليوريدينيا uredinia) من خلال البشرة، مطلقةً مليارات الأبواغ الجديدة. قد تحمل ورقة واحدة مصابة بشدة آلاف البثور. تنتشر الأبواغ مع تيارات الرياح محليًا وعبر مسافات طويلة، مما يُتيح انتشارًا سريعًا في الحقل. يمكن أن تتكرر دورة اليوريدينيا اللاجنسية كل 7 إلى 10 أيام في الظروف المثالية.

طرق مكافحة صدأ الذرة

استراتيجيات الإدارة المتكاملة للأمراض العضوية

1. التدابير الوقائية

- اختر بذورًا معتمدة وخالية من الأمراض من مصادر موثوقة.
- تابع توقعات الطقس، حيث تشير فترات الرطوبة الطويلة (أكثر من 6 ساعات من رطوبة الأوراق) إلى ارتفاع خطر الإصابة.
- تجنب الإفراط في استخدام الأسمدة النيتروجينية، لأنها تُحفز نمو أنسجة كثيفة وعرضة للإصابة.
- افحص الحقول أسبوعيًا بدءًا من مرحلة النمو V6، وسجل ظهور أول بثرة.
- أزل مخلفات المحاصيل المصابة بشدة وتخلص منها بعد الحصاد.

٢. الأصناف المقاومة

- يُعدّ زرع الهجائن المقاومة أو المتسامحة الاستراتيجية الأكثر فعالية من حيث التكلفة.
- تُقدّم شركات البذور المصرية هجائن متوفرة تجاريًا ذات تصنيفات مقاومة جيدة لفطر الصدأ *P. sorghi* و*P. polysora*.
- تأكد دائمًا من مطابقة تصنيفات المقاومة لسلالة الصدأ السائدة في منطقتك.

٣. تناوب المحاصيل وإدارة المخلفات الزراعية

- تناوب المحاصيل مع محاصيل غير عشبية (البقوليات، الخضراوات، القطن) لتقليل انتشار الجراثيم محليًا.
- احرث المخلفات الزراعية بعمق مباشرة بعد الحصاد لدفن الأنسجة المصابة.
- تجنّب زراعة الذرة مرتين متتاليتين في نفس الحقل خلال نفس الموسم.
- تخلّص من نباتات الذرة المتطوعة بين المواسم لأنها تُشكّل بيئة خصبة لانتشار الصدأ.

طرق مكافحة صدأ الذرة

- **٤. تعديل مواعيد الزراعة**
- عدّل مواعيد الزراعة لتجنّب فترات ذروة انتشار الصدأ (الأشهر الدافئة والرطبة).
- في صعيد مصر: تساعد الزراعة في أوائل الصيف (أبريل) المحاصيل على تجنّب ذروة انتشار فطر *P. polysora*.
- في منطقة الدلتا: ازرع في أكتوبر ونوفمبر لتجنّب تفشي الصدأ في أواخر الموسم.
- قم بتنسيق عمليات التشجير داخل المجتمع لتقليل الجسور الخضراء المتداخلة.

٥. صحة التربة والمحسنات العضوية

- يُنصح باستخدام السماد العضوي أو السماد الحيواني المتحلل جيدًا لتحسين تنوع الميكروبيوم في التربة وقوة النبات.
- تعمل المحسنات الغنية بالسيليكون (رماد قشور الأرز، مسحوق الصخور) على تقوية جدران الخلايا وتقليل نجاح اختراقها.
- يُحسّن التسميد المتوازن بالبوتاسيوم وظيفة الثغور ويقلل من قابلية الإصابة.
- تجنب الإفراط في الري؛ فالري بالتنقيط أو الري بالأخاديد يقلل من رطوبة الأوراق مقارنةً بالري بالرش.

٦. المكافحة البيولوجية

- تُقلل المبيدات الفطرية الحيوية القائمة على بكتيريا *Bacillus subtilis* عند استخدامها وقائيًا من شدة الصدأ.
- تُظهر المستخلصات النباتية: زيوت الثوم والنيم والزعتر نشاطًا مضادًا للفطريات ضد جراثيم الصدأ.
- يعزز شاي السماد العضوي المُخصب بفطر *Trichoderma*، عند رشه على الأوراق، المقاومة الجهازية.
- يُقلل بيكربونات البوتاسيوم (محلول صودا الخبز) من قلوية سطح الأوراق ويمنع إنبات الجراثيم.

طرق مكافحة صدأ الذرة

٧. المعالجات العضوية الورقية القائمة على النحاس

- خليط بوردو (كبريتات النحاس + الجير) بتركيز ١٪ - يُستخدم عند ظهور أولى علامات المرض.
- تُعدّ تركيبات هيدروكسيد النحاس فعّالة في المراحل المبكرة من انتشار المرض.
- يُرجى الاستخدام في الصباح الباكر أو في وقت متأخر من بعد الظهر لتقليل خطر التسمم النباتي في الطقس الحار.
- لا تتجاوز ٦ كجم نحاس/هكتار/سنة لمنع تراكم النحاس في التربة.

الملخص

يُعدّ صدأ الذرة، الذي ينتشر بفعل الفطريات المتطفلة التي تنتشر عبر الرياح وتتميز بدورة تكاثر سريعة، من التحديات التي تتطلب إدارة استباقية متعددة المستويات. ويمكن للأساليب العضوية المتكاملة، التي تجمع بين الأصناف المقاومة والممارسات الزراعية والمكافحة البيولوجية والمعالجات المعتمدة بالنحاس، أن تحدّ بفعالية من خسائر المحصول مع الحفاظ على صحة التربة وتجنب مقاومة المبيدات الفطرية الاصطناعية. ويعتمد النجاح على الاستكشاف المبكر والتدخل في الوقت المناسب والتكيف من موسم لآخر بناءً على ديناميكيات سلالات الصدأ المحلية. ويستطيع المزارعون المصريون الذين يطبقون الإدارة المتكاملة للأمراض القائمة على أسس علمية الحفاظ على أنظمة زراعة ذرة منتجة ومستدامة حتى في ظل ضغط الصدأ الشديد.

طرق مكافحة صدأ الذرة

المراجع

- Bedoya, C. A., Mafra-Neto, A., & Borges, M. (2021). Biological control of corn rusts: current knowledge and future prospects. Crop Protection, 140, 105418.
- CIMMYT. (2022). Maize rust management guidelines for Sub-Saharan Africa and MENA region. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico.
- Pataky, J. K., & Chandler, M. A. (2003). Production of sweet corn with naturally occurring disease resistance. Phytopathology, 93(2), 135–141.
- Prom, L. K., Westerfield, R. R., & Shankle, M. (2020). Southern corn rust management in warm climates. Plant Disease, 104(5), 1220–1234.
- Sharma, R., & Duveiller, E. (2007). Resistance to Puccinia sorghi in tropical maize germplasm. Field Crops Research, 100(2–3), 121–132.

طرق مكافحة صدأ الذرة

الصور

Corn Rust Disease - Control Methods

Corn Rust in Agriculture: Understanding the Disease and Organic Integrated Disease Management

Corn rust (*Puccinia sorghi* – Common Rust; *Puccinia polysora* – Southern Rust; *Physopella zeae* – Tropical Rust) represents one of the most economically significant fungal diseases affecting maize (Zea mays) production worldwide, including in Egypt. As an obligate biotrophic pathogen, the rust fungus depends entirely on living host tissue for growth and reproduction. In Egypt, corn rust threatens both summer and winter maize crops, with yield losses ranging from 10–40% in susceptible varieties under favorable conditions. Warm, humid weather and dense plant populations accelerate disease spread dramatically. Unlike soil-borne pathogens, rust spores travel on wind currents over thousands of kilometers, making regional outbreaks unpredictable and difficult to prevent through cultural practices alone.

Corn Rust Biology and Species in Egypt

Three rust species are economically important in Egyptian maize agriculture. *Puccinia sorghi* (Common Corn Rust) is the most widespread, thriving in cool to moderate temperatures (16–23°C) with high humidity or leaf wetness. *Puccinia polysora* (Southern Rust) prefers warmer conditions (25–35°C) and is particularly threatening in Upper Egypt during summer. *Physopella zeae* (Tropical Rust) occurs occasionally in very humid lowland areas. All three species produce urediniospores, orange to reddish-brown powdery pustules, that appear on both upper and lower leaf surfaces. A single pustule releases thousands of spores daily, enabling explosive epidemic development within days under favorable weather.

Corn Rust Disease - Control Methods

Impact on Egyptian Maize Crops

Summer Maize (Zea mays): *Puccinia polysora* causes the most severe damage in summer crops, destroying leaf area and reducing photosynthetic capacity. Severely infected plants show premature senescence, reduced grain fill, low test weight, and shriveled kernels. Yield losses of 20–40% are common in susceptible hybrids under epidemic conditions.

Winter/Early Spring Maize: *Puccinia sorghi* (Common Rust) predominates, with infection beginning on lower leaves and progressing upward. Economic damage occurs when infection reaches the ear leaf before pollination. Post-anthesis infections on susceptible varieties cause 10–25% yield reduction and significantly reduce silage quality.

Mechanisms of Corn Rust Infection

- **Spore Deposition and Germination:** Urediniospores land on leaf surfaces and germinate within 2–4 hours when free water is present (dew or rain) and temperatures are favorable. The germ tube grows toward stomata guided by surface topography signals.
- **Host Penetration:** Rust fungi enter leaves exclusively through stomata. A specialized structure called an appressorium forms over the stomatal pore, generating mechanical force to push a penetration peg into the substomatal cavity. This entire process takes 4–8 hours.

Corn Rust Disease - Control Methods

- **Haustorial Development**: Inside the leaf, the fungus forms haustoria, specialized feeding structures, inside mesophyll cells. Haustoria extract nutrients without initially killing host cells, allowing the biotrophic lifestyle. The incubation period from spore deposition to first symptoms is 5–7 days at optimal temperatures.

- **Sporulation and Spread:** Orange uredinia (pustules) erupt through the epidermis releasing billions of new spores. A single heavily infected leaf may carry thousands of pustules. Spores disperse on wind currents locally and over long distances, enabling rapid field-wide spread. The asexual uredial cycle can repeat every 7–10 days under ideal conditions.

Organic Integrated Disease Management Strategies

1. Preventive Measures

- Select certified, disease-free seed from reputable sources.
- Monitor weather forecasts as extended humid periods (>6h leaf wetness) signal high risk.
- Avoid excessive nitrogen fertilization which promotes lush, susceptible tissue.
- Scout fields weekly from V6 stage onward; record first pustule appearance.
- Remove and destroy heavily infected crop residues after harvest.

Corn Rust Disease - Control Methods

2. Resistant Varieties

- Planting resistant or tolerant hybrids is the single most cost-effective strategy. Egyptian seed companies offer commercially available hybrids with good resistance ratings to *P. sorghi* and *P. polysora*. Always verify resistance ratings match the dominant rust race in your region.

3. Crop Rotation and Residue Management

- Rotate with non-grass crops (legumes, vegetables, cotton) to reduce local spore loads.
- Deep plow residues immediately after harvest to bury infectious tissue.
- Avoid consecutive maize cropping on the same field in the same season.
- Eliminate volunteer maize plants between seasons as they act as green bridges for rust.

4. Planting Date Adjustment

- Adjust planting dates to avoid periods of peak rust pressure (warm, humid months).
- In Upper Egypt: early summer planting (April) helps crops escape peak *P. polysora* pressure.
- In Delta region: plant October–November to avoid late-season rust epidemics.
- Synchronize planting within a community to reduce staggered green bridges.

Corn Rust Disease - Control Methods

5. Soil Health and Organic Amendments

- Apply compost or well-rotted manure to improve soil microbiome diversity and plant vigor.
- Silicon-rich amendments (rice husk ash, rock dust) strengthen cell walls and reduce penetration success.
- Balanced K fertilization improves stomatal function and reduces susceptibility.
- Avoid excessive irrigation; drip or furrow irrigation reduces leaf wetness compared to overhead systems.

6. Biological Control

- Bacillus subtilis-based biofungicides applied preventively reduce rust severity.
- Plant extracts: garlic, neem, and thyme oils show antifungal activity against rust spores.
- Trichoderma-enriched compost teas, applied as foliar sprays, enhance systemic resistance.
- Potassium bicarbonate (baking soda solution) alkalizes leaf surface and inhibits spore germination.

7. Foliar Copper-Based Organic Treatments

- Bordeaux mixture (copper sulfate + lime) at 1% concentration — apply at first sign of disease.
- Copper hydroxide formulations are effective in early epidemic stages.
- Apply in early morning or late afternoon to reduce phytotoxicity risk in hot weather.
- Do not exceed 6 kg Cu/ha/year to prevent copper accumulation in soil.

Corn Rust Disease - Control Methods

Conclusion

Corn rust, driven by wind-dispersed biotrophic fungi with rapid reproductive cycles, demands proactive, multi-layered management. Organic integrated approaches, combining resistant varieties, cultural practices, biological controls, and permitted copper-based treatments, can effectively limit yield losses while preserving soil health and avoiding synthetic fungicide resistance. Success depends on early scouting, timely intervention, and season-to-season adaptation based on local rust race dynamics. Egyptian farmers who implement science-based integrated disease management can maintain productive, sustainable maize cropping systems even under high rust pressure.

References

- **Bedoya, C. A., Mafra-Neto, A., & Borges, M. (2021). Biological control of corn rusts: current knowledge and future prospects. Crop Protection, 140, 105418.**
- **CIMMYT. (2022). Maize rust management guidelines for Sub-Saharan Africa and MENA region. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico.**
- **Pataky, J. K., & Chandler, M. A. (2003). Production of sweet corn with naturally occurring disease resistance. Phytopathology, 93(2), 135–141.**
- **Prom, L. K., Westerfield, R. R., & Shankle, M. (2020). Southern corn rust management in warm climates. Plant Disease, 104(5), 1220–1234.**
- **Sharma, R., & Duveiller, E. (2007). Resistance to Puccinia sorghi in tropical maize germplasm. Field Crops Research, 100(2–3), 121–132.**

Corn Rust Disease - Control Methods

Gallery