

Umweltbelastung während der Kornreihenbildung,

Je nach CRM bestimmt die Maispflanze die maximale Anzahl von Reihen um den Kolben in etwa der V5- bis V8-Stufe in ihrem Lebenszyklus. Abbildung 1 zeigt ein Bild eines sich entwickelnden Maiskolbens im V9-Stadium.



Abbildung 1. Entwicklung des Primärkolbens, Knoten 14 (Dome ~ 400µm.) Mit freundlicher Genehmigung von Dr. Antonio Perdomo, Pionier.

Die meristematische Kuppel ist an der Spitze des Kolbens vorhanden, was darauf hinweist, dass der sich entwickelnde Kolben immer noch neue Reihen von Eizellen entlang der Länge des Kolbens produziert. Die oberen zwei Drittel des Kolbens zeigen eine Reihe von einzelnen Reihen sich entwickelnder Eizellen. Diese Eizellen teilen sich schließlich, um aus jeder einzelnen Reihe ein Zeilenpaar zu erzeugen. Diese gepaarte Formation ist in der Nähe der Basis des Kolbens sichtbar. Diese Aufteilung erklärt, warum ein Maiskolben immer eine gerade Anzahl von Kornreihen um den Kolben hat.

Die Platzierung des primären Kolbens variiert mit der Maisgenetik. Der in Abbildung 1 abgebildete Mais ist 103 CRM, und der Kolben sich auf dem V14-Knoten. Im Allgemeinen produzieren Maislinien, die zwischen etwa 103 und 118 CRM variieren, das primäre Ohr auf dem V13- oder V14-Knoten. Maislinien früherer Reife platzieren das primäre Ohr auf einem niedrigeren Knoten, wie dem V12-Knoten, während Maislinien mit längerer Reife den primären Kolben auf einem höheren Knoten platzieren können.

Der Knoten der primären Kolbenplatzierung ist ein ausgezeichneter Referenzpunkt, um zu bestimmen, wann die Kolbeninitiierung beginnt. Eine allgemeine Richtlinie besteht darin, den Knoten zu bestimmen, der den primären Kolben enthält, und dann sieben zu

subtrahieren. Diese V-Stufe ist ungefähr dann, wenn die Anzahl der Kornreihen um den Kolben herum festgelegt wird. Beispielsweise positioniert die Maislinie in Abbildung 1 den primären Kolben am V14-Knoten. Daher wird die Anzahl der Kornreihen um den Kolben herum auf oder in der Nähe der V7-Stufe festgelegt.

Die Festlegung der Anzahl der Kornreihen ist ein kritisches Ereignis im Lebenszyklus einer Maispflanze. Wenn eine bestimmte Maislinie normalerweise 16 oder 18 Kornreihen hat und der betreffende Kolben weniger als die normale Anzahl hat, dann war eine Art Stress in oder kurz vor diesem kritischen Stadium vorhanden. Aus diagnostischer Sicht, wenn ein Kolben 12 Kornreihen anstelle der normalen 16 hat, dann war der Stressfaktor, der dieses Ereignis verursacht hat, bei ungefähr V7 vorhanden. Diese Informationen helfen, ein "Zeitfenster" bei der Suche nach dem Umgebungsereignis einzurichten, das eine Reaktion verursacht hat.

Die maximale Anzahl von Eizellen, die die gesamte Maisähre produzieren wird, wird durch die Zeit bestimmt, in der die Maispflanze ungefähr 4 weitere V-Stadien durchläuft.

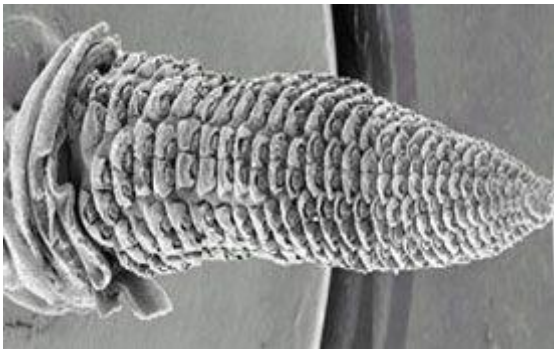


Abbildung 2. Entwicklung des Primärkolbens. Mit freundlicher Genehmigung von Dr. Antonio Perdomo, Pionier.

Abbildung 2 zeigt eine Ähre, die auf der V12-Stufe aus derselben Maislinie wie in Abbildung 1 geerntet wurde. Die meristematische Kuppel ist nicht mehr vorhanden, so dass die maximale potentielle Eizellenbildung nun etabliert ist. Gepaarte Eizellenbildung ist entlang fast der gesamten Länge des Kolbens sichtbar. Aus diagnostischer Sicht, wenn ein Kolben die richtige Anzahl von Kornreihen hat, aber der Kolben kürzer als normal ist, dann kann ausreichender Stress irgendeiner Art, während die Maispflanze in der Nähe des V12-Entwicklungsstadiums war, dieses Ereignis verursacht haben.

Zellteilungshemmer Herbizide, wie Sulfonylharnstoff-Herbizide, können die Kolbenbildung erheblich beeinflussen, wenn sie während der Eizellenbildung falsch angewendet werden. Für die meisten Maisgenetiker ist dies, während die Pflanze zwischen V7 und V10 liegt. Maispflanzen müssen diese Herbizide für die Pflanzensicherheit metabolisieren. Wenn der Stoffwechsel unvollständig ist und ausreichend herbizide Wirkstoffe in den sich entwickelnden Kolben übertragen werden, kann die Eizellenbildung gehemmt werden. Eine solche Hemmung kann verhindern, dass sich die Eizellen im einreihigen Entwicklungsstadium verdoppeln, um die gepaarte Reihe zu bilden. Wenn dies geschieht, zeigt die Maispindel eine abrupte Veränderung von einer bestimmten Anzahl von Reihen um die Basis des Kolbens zu einer geringeren Anzahl von Kornreihen um die Kolbenspitze. Dies wird manchmal als "eingeklemmte Kolben" bezeichnet (Abbildung 3).

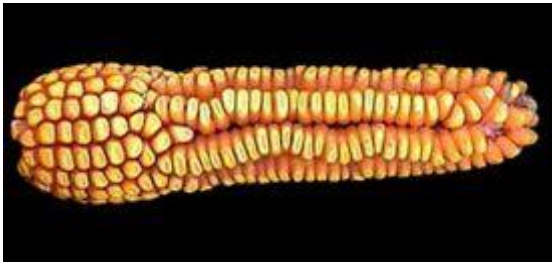


Abbildung 3. Kolbenklemmen aufgrund von Sulfonylharnstoffherbizid, das während der Kolbenbildung falsch angewendet wurde.

Umweltbelastung, wenn der Maiskolben die Kornanzahl entlang seiner Länge festlegt,

Das Wachstum der sich entwickelnden Eizellen zwischen den Stadien der Kolbeninitiierung bis zur Bestäubung kann als dynamischer, 2-stufiger Prozess betrachtet werden. Der erste Schritt ist die Initiierung der Eizellen, wie im vorherigen Abschnitt erläutert. Der zweite Schritt ist die Zelldifferenzierung und Zellteilung, die stattfinden muss, um diese Eizellen auf die Befruchtung vorzubereiten. Zu jedem Zeitpunkt zwischen Kolbeninitiierung und Bestäubung unterscheidet sich die Eizellenbildung entlang der Länge der sich entwickelnden Maispindel. Eizellen in der Nähe der Basis des Kolbens entwickeln sich zuerst und neuere Eizellen werden sich weiter bilden, wenn die Entwicklung in Richtung der Kolbenspitze

fortschreitet. Nachdem die Maispflanze die maximale Anzahl von Eizellen festgelegt hat, müssen die Nährstoffe, die Energie und das Wasser zur Aufrechterhaltung dieser sich entwickelnden Eizellen zugeführt werden. Wenn alle Ressourcen ausreichend sind, entwickeln sich Eizellen entlang des gesamten Kolbens ausreichend, um Seide zu produzieren und für Pollen empfänglich zu sein.

Wenn die Ressourcen begrenzt sind, werden ausgewählte Eizellen geopfert, damit die Maispflanze die verbleibenden lebensfähigen Eizellen angemessen unterstützen kann. Welche Eizellen geopfert werden, hängt von der Menge, Art und Dauer des Stresses ab. Wenn der Stress ein längerfristiger allgemeiner Stress ist, werden Eizellen in der Nähe der Kolbenspitze geopfert, was zu lebensfähigen Eizellen nur an der Basis des sich entwickelnden Kolbens führt. Eizellen in der Nähe der Basis bleiben eher lebensfähig, da diese Eizellen weiterentwickelt sind und näher an der Quelle der Nährstoffversorgung liegen. Wenn der Umweltstress sehr kurz, aber sehr intensiv ist, können sich die geopfert Eizellen überall entlang des Maiskolbens befinden.

Abbildung 4 zeigt eine Maishybride, die in einem halbtropischen Klima angebaut wird. Die gleiche Hybride wurde alle 4 Tage vom 20. bis 28. Dezember gesät. Während der frühen Kolbenbildung wurde dieser Mais 2 Tagen kaltem Wetter ausgesetzt, in denen die Temperatur weniger als 10°C betrug. Der Mais vom frühesten Sät datum an war entweder vorbei oder fast über einen kritischen Punkt in der Eizellenbildung. Der Mais, der zum mittleren Zeitpunkt gesät wurde, befand sich mitten in dieser kritischen Phase, während der zuletzt gesäte Mais gerade in die kritische Entwicklungsphase eintrat. Eizellen, die sich bildeten, nachdem diese Umweltbelastung vorüber war, entwickelten sich normal.



December 20

December 24

December 28

Abbildung 4. Kältekälteschock in verschiedenen Entwicklungsstadien (Datum gibt Pflanzdatum in der südlichen Hemisphäre an.)

Eine physiologische Reaktion, die sehr kurze Kolben hervorruft, die manchmal als "Bierdosenkolben" bezeichnet werden, scheint auf eine Kombination aus Umweltstress, möglicherweise Kältestress oder Trockenstress während eines kritischen Stadiums der Eizellenbildung, und Genetik zurückzuführen zu sein (Abbildung 5).



Abbildung 5. Sehr kurze Kolben, auch "Bierdosenkolben" genannt.

Blockierte Kolben sind mit der Anwendung von Fungiziden oder Insektiziden mit NIS oder COC in den zwei Wochen vor der Bestäubung verbunden (Abbildung 6). Blockierte Kolben unterscheiden sich vom "Silkballing". "Silkballing" tritt auf, wenn die Seide während des Bestäubungsprozesses die Orientierung verliert und in der Schale in viele verschiedene Richtungen zu wachsen beginnt. Wir sind uns nicht sicher, was "Silkballing" verursacht. Das Ereignis kann mit einer Kombination aus einem kurzen Intervall von Kältestress oder Trockenstress irgendwann während des Seidenwachstumszyklus und bestimmter Maisgenetik zusammenhängen.



Abbildung 6. Blockiertes Kolben aufgrund der Blattanwendung eines Adjuvans im V14-Wachstumsstadium.

Der Schlüssel zur Unterscheidung zwischen "Bierdosenkolben" und "Silkballing" besteht darin, festzustellen, ob Seide noch in der Schale vorhanden ist. Die Umweltbelastung, die "Bierdosenkolben" verursacht, produziert entweder kurze Kolben oder Kolben mit Körnern, welche nur in der Nähe der Kolbenbasis sitzen. "Seidenkugelförmige" Kolben bilden sehr oft eine Masse von Seide in den Schalen aus. Seide bleibt an sich entwickelnden Eizellen gebunden, bis diese Eizellen erfolgreich befruchtet werden. Diese Eizellen bauen sich ab, wenn sie nicht befruchtet werden. Die Seide kann jedoch oft in der Schale bleiben, bis der Kolben reif ist.





Abbildung 7. "Silkballing" (oben) ergibt Kolben mit nackten Enden.

Umweltbelastung bei der Bestäubung

Eine erfolgreiche Befruchtung reifer Eizellen erfordert lebensfähigen Pollen, um auf rezeptiven Seiden zu landen. Insektenschädlinge, wie erwachsene Maiswurzelbohrer, können Seide während der Fütterung schneiden, was zu einer schlechten Bestäubung mit anschließendem schlechten Kornansatz führt.

Der Bestäubungsprozess besteht aus zwei grundlegenden Teilen. Erstens muss lebensfähiger Pollen auf rezeptiver Seide landen, und zweitens muss die Seide die Bildung von Pollenröhren unterstützen, damit männliche Gameten mit weiblichen Gameten in der Eizelle verschmelzen können. Ein großer Teil des reifen Pollens wird normalerweise am Vormittag aus Maisstaubeuteln freigesetzt, abhängig von den Umweltbedingungen. Mindestens 100 Pollenkörner pro Quadratzentimeter und Tag werden benötigt, um ein Maisfeld erfolgreich zu bestäuben. Pollen können innerhalb weniger Minuten an Lebensfähigkeit verlieren, wenn die Lufttemperaturen hoch sind, ca. 40°C und Wassermangelstress vorhanden ist. Pollenkörner enthalten beim ersten Abwurf etwa 80% Wasser. Diese Pollenkörner sterben ab, wenn der Wassergehalt auf etwa 40% sinkt.

Viel Mais wird unter höheren Temperaturbedingungen erfolgreich bestäubt. Wenn die Bodenfeuchtigkeit ausreichend ist und die Maispflanze Wasser schnell genug ableiten kann, um den Pollen mit dem notwendigen Wasser zu versorgen, bleibt der Pollen lange genug lebensfähig, um den Befruchtungsprozess richtig abzuschließen. Wenn die Wasserversorgung jedoch unzureichend ist, sterben Pollen vorzeitig ab und schließen den Befruchtungsprozess nicht ab.

Der zweite Teil der erfolgreichen Befruchtung von Eizellen ist die Bildung der Pollenröhre und die Ablagerung von männlichen Gameten in der Eizelle. Dieser Prozess hängt stark vom weiblichen Teil der Pflanze ab, da die Seide alle notwendigen Nährstoffe und Wasser für das Wachstum von Pollenröhren liefert. Basierend auf allen Bildern, die wir bisher gesehen haben, haften lebensfähige Pollenkörner an Seidentrichomen - nicht direkt an den Seiden -, um den Befruchtungsprozess zu starten.

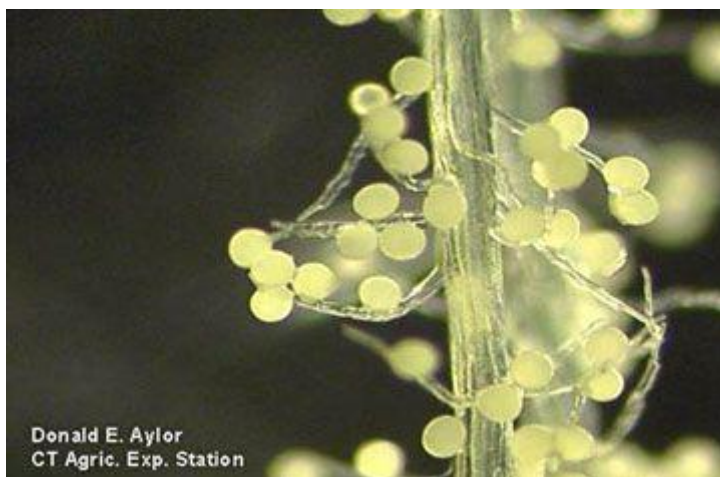


Abbildung 8. Pollen an Seidentrichomen befestigt. Mit freundlicher Genehmigung von Dr. Don Aylor, Universität von Connecticut.

Trichome sind haarähnliche Projektionen, die sich vom Hauptstamm der Seide erstrecken, ähnlich wie sich Wurzelhaare von einer Pflanzenwurzel erstrecken. Innerhalb weniger Minuten nach der Landung auf den Trichomen beginnen die Pollenkörner Pollenschläuche zu initiieren. Diese Pollenröhren scheinen immer in der Nähe des Seidengefäßbündels zu wachsen. Dies kann auftreten, weil diese Gefäßgewebe eine leicht verfügbare Quelle für Wasser und Nährstoffe enthalten, die für das Wachstum unerlässlich sind.

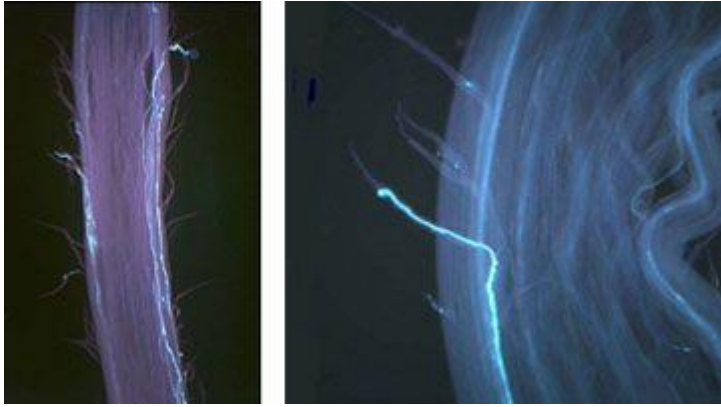


Abbildung 9. Pollenröhren, die entlang des Gefäßgewebes der Seide wachsen. Mit freundlicher Genehmigung von Dr. Antonio Perdomo, Pioneer.

Abhängig von der Wasserverfügbarkeit und den Umweltbedingungen kann es nur wenige Stunden bis etwa einen Tag dauern, bis die Pollenröhren bis zu den Eizellen gewachsen sind. Wenn die Maispflanze unter größerem Trockenstress steht, ist das Wachstum der Pollenröhren langsamer und das Potenzial für eine erfolgreiche Befruchtung nimmt ab.

Umweltbelastungen während der Bestäubung können erhebliche Auswirkungen auf den Ertrag haben. Für eine bestimmte Hybride korrelieren etwa 85% des Kornertrags mit der Anzahl der pro Hektar produzierten Körner, wobei die restlichen 15% das Gewicht der einzelnen Körner bei der Ernte sind (siehe Abbildung 10).



*Seide, die täglich Pollen ausgesetzt ist

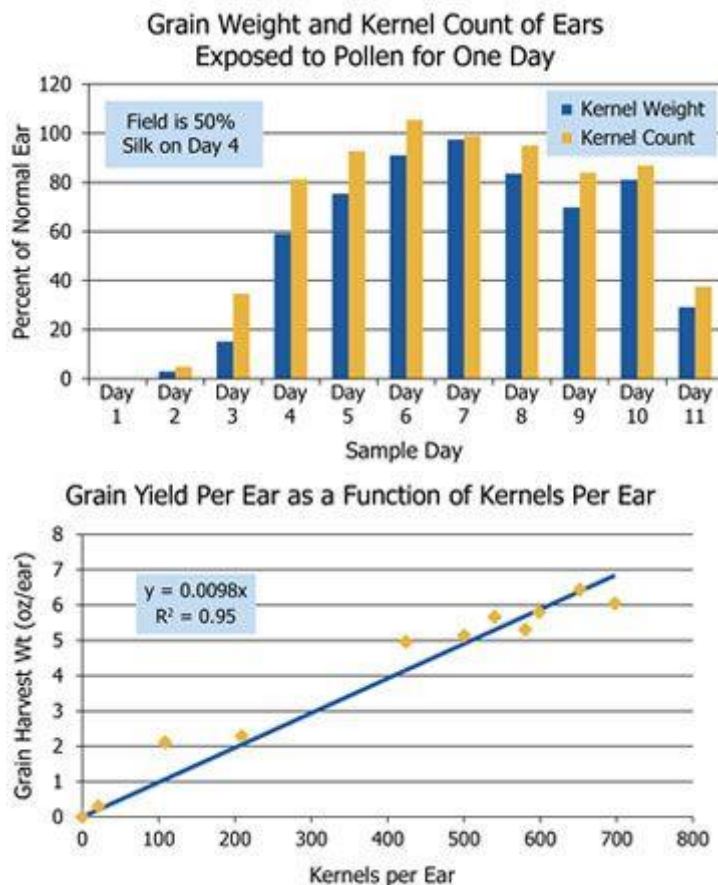


Abbildung 10. In Beziehung zur Kornausbeute.

Die Menge an Wasser, die für das Seidenwachstum zur Verfügung steht, beeinflusst wesentlich, wann Seide auftaucht, ihre Wachstumsrate, ihre Dauer der Empfänglichkeit und ihre Fähigkeit, Wasser und Nährstoffe zu liefern, um das Wachstum von Pollenröhren und die Verschmelzung von Gameten zu unterstützen. Aus diagnostischer Sicht produzieren Maispflanzen, die während der Bestäubung unter Stress wachsen, Kolben, wobei Teile des Kolbens unfruchtbar sind (Beispiele in Abbildung 12). Teile des Kolbens sind unfruchtbar, weil reife Eizellen nicht richtig befruchtet wurden. Diese unbefruchteten Eizellen beginnen sich aufzulösen und zu verschwinden, bevor der Kolben die physiologische Reife erreicht.

Umweltbelastung bei der Kornfüllung,

Ein erfolgreich befruchtetes Korn durchläuft in den rund acht Wochen zwischen Bestäubung und physiologischer Reife zwei Phasen.

Für ungefähr die ersten 3 Wochen nach der Bestäubung differenzieren und teilen sich die Embryozellen schnell, um das Gewebe zu produzieren, das für die embryonale Maispflanze im Korn notwendig ist. Die verbleibenden Wochen der Getreidefüllung sind hauptsächlich der Ablagerung von Stärke und Lagergewebe gewidmet, um das Wachstum neuer Pflanzen zu unterstützen, wenn diese Samengeneration gepflanzt wird. Alle Körner sind am Kolben befestigt (Abbildung 11), und alle Körner konkurrieren um verfügbare Nahrung und Wasser.

Nur die Körner, die reichlich Feuchtigkeit und Nährstoffe erhalten, leben. Typischerweise entwickeln sich Körner in der Nähe der Kolbenbasis etwas früher und sind näher an der Nährstoffquelle als Körner an der Kolbenspitze.

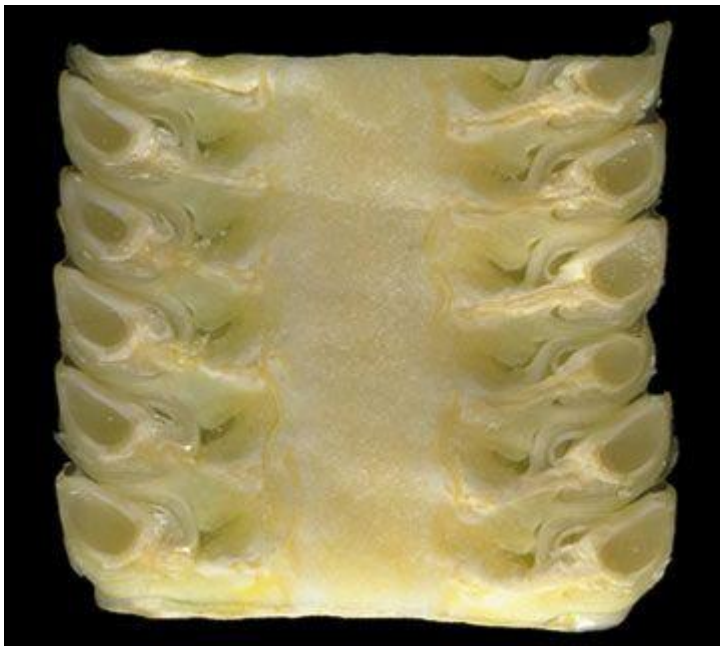


Abbildung 11. Körner-Anhang zur Spindel.

Wenn Stress vorhanden ist, opfert der Kolben oft Körner an der Kolbenspitze zugunsten von Körnern an der Kolbenbasis. Abhängig von der Schwere der Belastung wird das Absterben der Spitzenkörner bis zu dem Punkt fortgesetzt, an dem die Maispflanze in der Lage ist, ausreichend Wasser und Nährstoffe zu liefern, um das Wachstum der verbleibenden Körner zu unterstützen.

Die Kornbildung oder deren Fehlen ist ein Indikator für den Zeitpunkt des Stressauftretens – sei es vor oder während der Bestäubung oder während der Kornfüllung. Wenn ein Teil des Kolbens unfruchtbar ist und keine Hinweise auf eine lebensfähige Kornbildung vorliegen, trat der Stress bei oder vor der Bestäubung auf. Wenn ein Teil des Kolbens entweder sehr kleine Körner oder ein Körnersterben aufweist, trat der Stress irgendwann während des Kornfüllprozesses auf. Wenn die Spitzenkerne nicht abgestoßen wurden, aber ihr Tausendkorngewicht verringert wurde, trat die Belastung während des allerletzten Teils der Kornfüllung auf.



Abbildung 12. Stress während der Kornfüllung führt sehr oft zu einem Spitzenkörner-Absterben oder einer Art Kornabort.

Schlüsse

Die Größe, Platzierung und Menge des Maiskorns dokumentiert, wann der Kolben Umweltbelastungen ausgesetzt war, und die Schwere dieser Belastungen. Das Wissen über die Entwicklung der Kolben hilft Agronomen und Maisproduzenten festzustellen, wann Belastungen aufgetreten sind. Es bietet auch einen Ausgangspunkt für die Entwicklung von Managementpraktiken, um diese Belastungen in Zukunft zu mildern. Dies könnte zu einer vollständigeren Bestäubung und Kornfüllung sowie zu späteren höheren Kornerträgen führen.

Referenzen

Abendroth, L., R.W. Elmore, M.J. Boyer und S.K. Marlay. 2011. Wachstum und Entwicklung von Mais. PMR 1009 Iowa State Univ. Erweiterung.

Reis, M.E. 2015. [Maiswurzelbohrer Seidenfütterung. Fokus zuschneiden.](#) Pionier, Johnston, IA.

Strachan, S. D. 2016 [Verwandtschaft zwischen Seidenaustritt bei der Bestäubung und Kern, der bei der Ernte gesetzt wird.](#) *Crop Insights* Bd. 26, Nr. 9. Pionier, Johnston, IA.