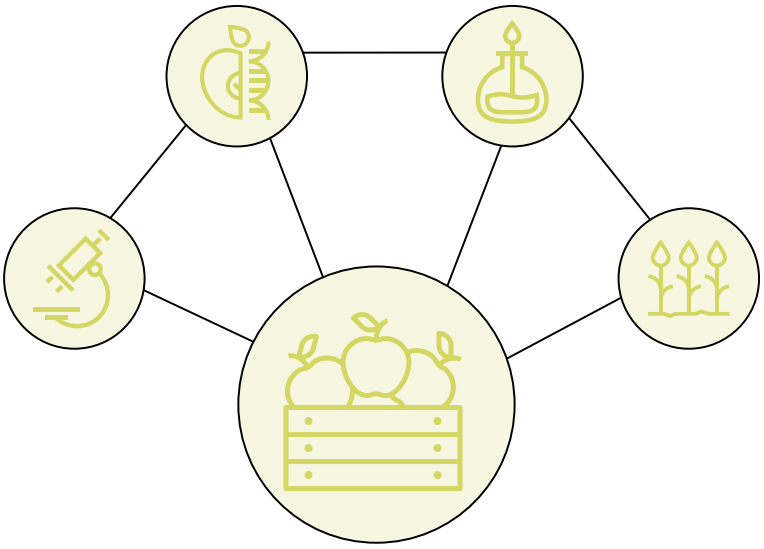


Eindämmung von Lagerfäule

Massnahmen vor und nach der Ernte

Das Projekt «Innostock» verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz zur Verringerung der Lagerverluste bei Kernobst. Mehrere Partner, darunter der SOV, Lagerhalter und Produzierende, beteiligen sich an diesem Projekt, das von Agroscope und dem FiBL getragen wird.

✎📷 **Marie Cachat-Terrettaz, Samuel Köchli, Séverine Gabioud Rebeaud, Agroscope**

Lagerkrankheiten bei Kernobst können physiologische oder parasitäre Ursachen haben. Oft sind sie zum Zeitpunkt der Ernte kaum oder gar nicht sichtbar, treten jedoch während der Lagerung zutage und können zu erheblichen Verlusten führen. Über die wirtschaftlichen Auswirkungen für die Produzenten und die verschiedenen Akteure der Wertschöpfungskette hinaus stellen diese Verluste auch ein bedeutendes Umweltproblem dar. Jede verlorene Frucht bedeutet nämlich eine Verschwendung der Ressourcen, die für ihre Produktion, Ernte und Lagerung aufgewendet wurden.

Bei parasitären Krankheiten infizieren bestimmte Pilze die Früchte bereits in der Obstanlage, oft indem sie sich in den Lentizellen ansiedeln (z.B. Lentizellenfäule, Abbildung 1 A). Andere Erreger können die Früchte sowohl in der Obstanlage als auch während der Lagerung befallen. Sie nutzen vor allem Verletzungen oder Mikroläsionen, um sich zu entwickeln (z.B. Botrytis-Graufäule und Grünfäule, Abbildung 1 B und 1 C).

Bekämpfungsstrategien und neue Herausforderungen

Um die Ausbreitung von Pilzfäulen während der Lagerung einzudämmen, werden in der Obstanlage Pflanzenschutzmassnahmen umgesetzt. Ihre Wirksamkeit variiert jedoch je nach Anbaumethode. Im ökologischen Anbau sind weniger Bekämpfungsmittel verfügbar und in der Regel weniger wirksam als in der integrierten Produktion (IP). Zudem wird der Einsatz von Sorten, die gegen Obstanlagekrankheiten wie Apfelschorf resistent sind, zunehmend gefördert. Zwar bieten

Abbildung 1. A: Lentizellenfäule; B: Botrytis-Graufäule und C: Grünfäule (Penicillium-Fruchtfäule).

diese Sorten Vorteile im Anbau, doch sind sie häufig stärker von Lagerkrankheiten betroffen, insbesondere von der Lentizellenfäule, die heute die Hauptursache für Nachernteverluste in der Schweiz ist. In der integrierten Produktion führt die angestrebte Reduktion von Rückständen synthetischer Pflanzenschutzmittel bei der Ernte ebenfalls zur Einschränkung von Behandlungen gegen Lagerkrankheiten. Diese Entwicklung ist zwar positiv für Konsumierende und Umwelt, kann jedoch zu einer Zunahme von Fäulnis im Lager führen. Schliesslich wird Letztere auch durch wechselnde extreme Wetterbedingungen begünstigt, wie beispielsweise anhaltende Trockenheit, gefolgt von starken Regenfällen, die die Früchte anfällig machen. Angesichts dieser wachsenden Herausforderungen wird die Anpassung der Anbaumethoden und Lagerhaltungsstrategien zu einer Hauptfrage, um die Qualität der Früchte bis zum Konsum zu sichern.

Projekt «Innostock»: neue Ansätze zur Sicherung der Lagerhaltung

Zum Schlüsselproblem der Lagerkrankheiten liefert das Projekt «Innostock» konkrete Lösungen. Dieses vom Bundesamt für Landwirtschaft unterstützte Projekt bringt Agroscope, das FiBL sowie mehrere Partner aus der Branche zusammen, darunter Produzierende und Lagerhalter. Innostock wurde 2023 ins Leben gerufen, um neue Strategien zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten vor und nach der Ernte zu identifizieren und zu testen. Das Ziel ist klar: Umweltverträgliche Techniken sollen Lagerverluste reduzieren und gleichzeitig die Qualität der Früchte erhalten. Dabei sollen die eingesetzten Methoden physiologische Störungen nicht verstärken, die ebenfalls eine wichtige Verlustquelle darstellen.

In Obstanlagen wurden in den ersten drei Projektjahren verschiedene Massnahmen getestet. Insbesondere Myco-Sin®, ein Mittel auf der Basis von schwefelsaurer Tonerde und Schachtelhalmextrakt, das bis zu drei Wochen vor der Ernte zugelassen ist, wurde bis zu drei Tage vor der Ernte ausgebracht, um den Nutzen ergänzender Behandlungen zu den erfolgten sommerlichen Pflanzenschutzprogrammen zu bewerten. Weitere Lösungen auf der Basis antagonistischer Mikroorganismen (Blossom Protect™ - *Aureobasidium pullulans* oder Amylo-X® - *Bacillus amyloliquefaciens)* wurden ebenfalls evaluiert, ebenso wie Kaolin, ein natürlicher Ton, der hauptsächlich zur Bekämpfung von Sonnenbrand eingesetzt wird. Parallel dazu wurde die Wirkung von Anbaumethoden getestet inkl. einem Vergleich zwischen Kurz- und Langschnitt, um deren Einfluss auf die Entstehung von Lagerfäule besser zu verstehen. Im Nacherntebereich wurden mehrere Ansätze untersucht. Bereits zugelassene Methoden, wie z.B. die Heisswasserbehandlung, wurden unter Produktionsbedingungen bei den Projektpartnern getestet. Andere Techniken, die in der Schweiz noch wenig verbreitet oder nicht zugelassen sind, wurden unter Versuchsbedingungen bei Agroscope getestet. Zu diesen Methoden zählen Behandlungen mit Ozon, UV-C-Strahlung und Luftionisation, aber auch andere innovative Ansätze wie essbare Beschichtungen oder der Einsatz antagonistischer Mikroorganismen.
Die Untersuchungen konzentrierten sich auf verschiedene Apfel- und Birnensorten aus biologischem Anbau oder «Low-Residue-IP». Die Früchte wurden unter handelsüblichen Bedingungen bei den am Projekt beteiligten Lagerbetrieben oder unter Versuchsbedingungen bei Agroscope gelagert. Dieses Vorgehen ermöglichte eine strenge wissenschaftliche Überwachung der Entwicklung von Pilzkrankheiten sowie der Fruchtqualität während der gesamten Lagerzeit.

Strategien vor der Ernte

Myco-Sin® wurde an mehreren Apfelsorten in verschiedenen Regionen der Schweiz getestet. Die Ergebnisse zeigen, dass seine Wirksamkeit stark von den Niederschlägen im Monat vor der Ernte abhängt, da diese die Infektion durch die Erreger von Lagerkrankheiten, insbesondere der Lentizellenfäule, begünstigen. Häufige oder starke Regenfälle nach der Behandlung oder eine mangelhafte Anwendungsqualität führen zu einer deutlichen Verringerung der Wirksamkeit. Dies hängt wahrscheinlich mit der Kontaktwirkung des Mittels und seiner relativ schnellen Auswaschung (20 mm) zusammen. Die an der Sorte «Ladina» durchgeführten Versuche zeigen eine gute Wirksamkeit gegen diese Krankheit, wenn die Behandlung unter günstigen Anwendungsbedingungen erfolgt (Abbildung 2). Behandlungen auf der Basis antagonistischer Mikroorganismen, die in den drei Wochen vor der Ernte angewendet wurden, führten unter unseren Versuchsbedingungen hingegen zu keiner signifikanten Verringerung der Lagerkrankheiten. Ebenso führte der durch Kaolin-Anwendungen angestrebte austrock-

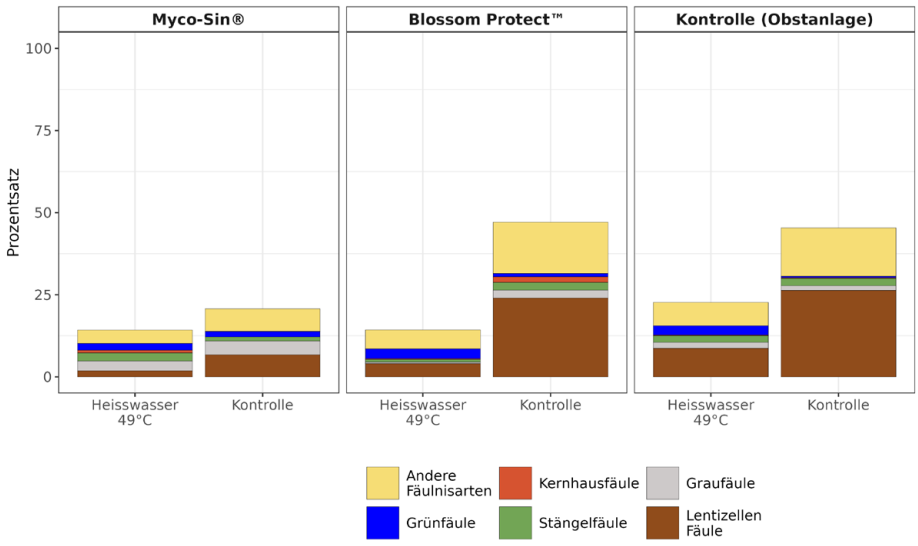


Abbildung 2. Einfluss von Strategien vor und nach der Ernte auf die Entwicklung von parasitären Lagerkrankheiten bei Äpfeln der Sorte «Ladina» nach acht Monaten Lagerung.

nende Effekt zu keiner Verbesserung des Gesundheitszustands der Früchte. Diese Ergebnisse basieren auf Versuchen, die über zwei Jahre hinweg auf einer einzigen Parzelle durchgeführt wurden, und müssten unter anderen Bedingungen bestätigt werden.

Darüber hinaus hat ein Versuch, bei dem zwei Schnittintensitäten an der Sorte Scifresh/Jazz® verglichen wurden, eine positive Wirkung des Kurzschnitts aufgezeigt. Er ermöglichte es, das Auftreten von Lagerschorf sowie die Entwicklung von Stippe im Vergleich zum Langschnitt zu reduzieren (Abbildung 3).

Strategien nach der Ernte

Die mit der Heisswasserbehandlung durchgeführten Versuche bestätigten deren Wirksamkeit gegen Lagerkrankheiten, vor allem gegen Lentizellenfäule und Lagerschorf (Abbildung 2 und 3 A). Allerdings variierte das Ansprechen auf die Behandlung je nach Sorte. Sorten, die empfindlich auf Hitzeschäden reagieren, zeigten nach der Behandlung Symptome von Schalenbräune (z.B. Kaiser Alexander), während andere (z.B. Ladina) beim Eintauchen in 49 °C warmes Wasser ein geringeres Auftreten dieser Schäden aufwiesen (je nach Jahr eine Reduktion zwischen 60 und 99 %). Die Anwendung von Ozon vor und während der Lagerung erwies sich als wirksam bei der Bekämpfung von Wundfäule, ebenso wie die Ionisierung die mikrobielle Belastung der Atmosphäre im Kühlraum wirksam reduzierte. Diese beiden Methoden hatten jedoch nur eine begrenzte Wirkung auf latente Krankheitserreger. Behandlungen mit UV-C-Strahlung zeigten eine geringe Wirksamkeit und erfordern eine komplexe praktische Umsetzung, um eine optimale Wirkung zu erzielen. Schliesslich konnte durch das Auftragen einer essbaren Beschichtung vor der Kühllagerung die Fäulnisentwicklung nicht signifikant reduziert werden.

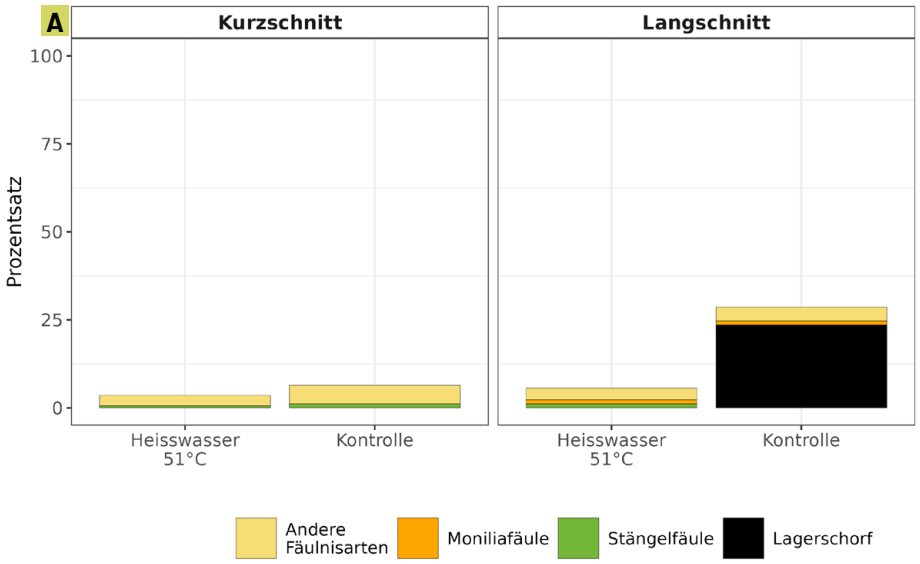
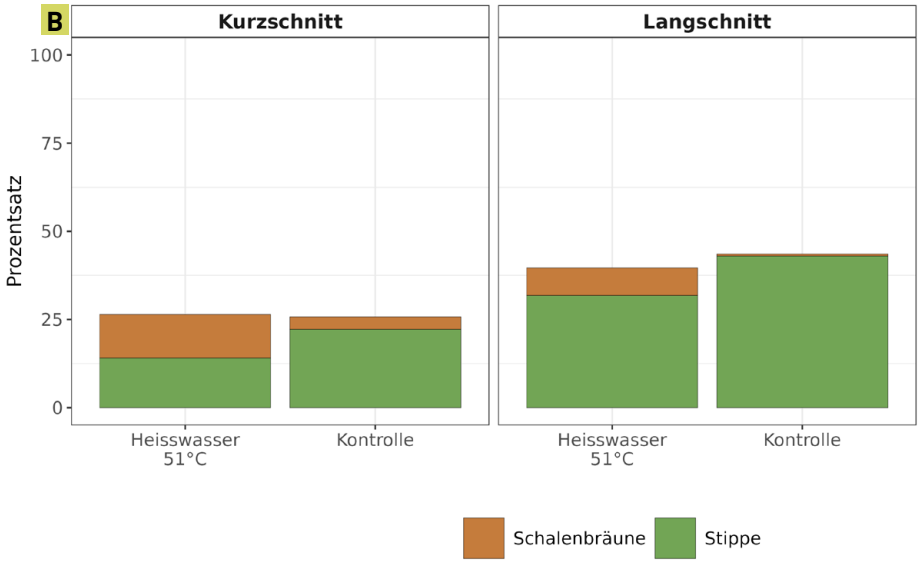


Abbildung 3. Einfluss der Schnittmethode (kurz bzw. lang) auf die Entwicklung von parasitären Lagerkrankheiten (A) und physiologischen Störungen (B) bei Äpfeln der Sorte Scifresh/Jazz® nach sechs Monaten Lagerung.



Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen, dass die Bekämpfung von Lagerkrankheiten bei Kernobst auf einer Kombination aus Massnahmen vor und nach der Ernte beruht. Unter den untersuchten Lösungen erwies sich die Heisswasserbehandlung nach der Ernte als am wirksamsten. Im Vorerntebereich konnten bestimmte Krankheiten durch die Anwendung von Myco-Sin® unter günstigen Bedingungen oder mittels Kurzschnitt reduziert werden. Im Gegensatz dazu zeigten mehrere getestete Alternativen nur eine begrenzte Wirksamkeit oder wirkten nur bei bestimmten Arten von Krankheitserregern. Zudem hängen sie – wie im Fall von Ozon – noch von rechtlichen Rahmenbedingungen sowie von sicheren Anwendungsbedingungen für das Personal und die Qualität der Früchte ab. Diese Arbeiten unterstreichen den Nutzen physikalischer und präventiver Methoden als Alternativen zu herkömmlichen Behandlungen und machen gleichzeitig deutlich, dass es weitere Forschung braucht, um ihre Wirksamkeit und ihre Übertragung in die Praxis zu optimieren.

Mitarbeit: Romain Salamin, Flore Araldi, Robin Sonnard, Clémence Boutry, Fabian Baumgartner, Alessio Bernasconi, Hans-Jakob Schärer, Danilo Christen