



Report

Neuigkeiten aus der Lagerungstagung 2024 des Versuchszentrums Laimburg

Fruit storage novelties: the conference 2024 at the Laimburg Research Centre

Novità dalla frigoconservazione frutticola: il convegno 2024 al Centro di Sperimentazione Laimburg

Angelo Zanella¹, Nicola Busatto², Ines Ebner¹, Irene Perli¹

¹Laimburg Research Centre, 39040 Auer/Ora (BZ), Italy

²Fondazione Edmund Mach, 38098 S. Michele all'Adige (TN), Italy

CORRESPONDING AUTHOR

Angelo Zanella Laimburg Research Centre, Laimburg 6, Vadena, 39040 Auer/Ora (BZ), Italy, angelo.zanella@laimburg.it, +390471969541

CITE ARTICLE AS

Zanella Angelo, Busatto Nicola, Ebner Ines et.al. (2025). Fruit storage novelties: the conference 2024 at the Laimburg Research Centre. Laimburg Journal 07/2025
[DOI:10.23796/LJ/2025.004](https://doi.org/10.23796/LJ/2025.004).

KEYWORDS

Apple, Malus x domestica, chestnut, Castanea sativa, storage, postharvest biology, postharvest technology, DCA, dynamic controlled atmosphere, postharvest quality, postharvest disorder, superficial scald, epiphytic complex disease, sooty mold



Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung-Nicht kommerziell 4.0 International Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Quest'opera è distribuita con [Licenza Creative Commons Attribuzione -Non commerciale 4.0 Internazionale](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Für alle Abbildungen und Tabellen ohne Nennung des Urhebers gilt: © Versuchszentrum Laimburg.

Per tutte le immagini e tabelle senza menzione dell'artefice vale: © Centro di sperimentazione Laimburg.

For all figures and tables without mention of the originator applies: © Laimburg Research Centre.

EINLEITUNG

Am Freitag, den 2. August 2024, widmete sich die 25. Lagerungstagung zentralen Herausforderungen und Innovationen im Bereich des Managements von Obst nach der Ernte (Abb. 1). Im Fokus stand die Schalenbräune beim Apfel – ein komplexes Phänomen, das durch physiologische Prozesse während der Lagerung entsteht und durch gezielte Maßnahmen wie kontrollierte Atmosphäre (CA) und 1-MCP reduziert werden kann. Ergänzend wurden neue Anwendungen dynamischer CA-Technologien vorgestellt, die durch präzise Sauerstoffsteuerung die Fruchtqualität verbessern und physiologischen Störungen vorbeugen. Auch die Kastanienerlagerung wurde thematisiert: Hier zeigte sich, dass Warmwasserbehandlungen und niedrige Temperaturen wirksame Mittel gegen die Ausbreitung der Graufäule darstellen. Abschließend wurde untersucht, ob eine Reduktion der Luftfeuchtigkeit in kommerziellen Lagerzellen die Entwicklung des epiphytischen Rußtau-Komplexes bei Äpfeln hemmen kann. Die Tagung unterstrich die Bedeutung eines integrierten Nachernte-Managements, das technologische Innovationen mit fundiertem biologischem Verständnis verbindet.

DIE PHYSIOLOGISCHEN URSACHEN DER SCHALENBRÄUNE BEIM APFEL: EIN PHÄNOMEN MIT VIELFÄLTIGEN AUSLÖSERN

Der kommerzielle Erfolg des Apfels hängt wesentlich von der Möglichkeit ab, seine Früchte über einen Zeitraum von bis zu 10-12 Monaten zu lagern, sodass dieses Nahrungsmittel das ganze Jahr über verfügbar ist. Dabei ist zu beachten, dass Äpfel in einem „Praxistauglichen“ Reifestadium geerntet werden – also dann, wenn sie die mechanischen Mindestanforderungen für die Verarbeitung erfüllen – und nicht im „physiologischen“ Reifestadium, das mit dem Höhepunkt der sensorischen Qualität einhergeht, ideal für den Frischverzehr, aber ungeeignet für die Lagerung. Beim Apfel ist die Nacherntephase deutlich länger als die Zeit, die für das Wachstum und die Reifung am Baum benötigt wird.

Die Früchte werden bei niedrigen Temperaturen gelagert, was eine physiologisch unnatürliche Bedingung darstellt und zur Entstehung zahlreicher physiologischer Störungen führt, die erhebliche wirtschaftliche Verluste verursachen. Auf eine der bedeutendsten, der sogenannten Schalenbräune ging der Gastreferent Nicola Busatto, von der Fondazione Edmund Mach (San Michele, TN) im Detail ein.



Abb. 1: Die Referenten an der 25. Lagertagung des Versuchszentrums Laimburg (von links: Nicola Busatto, Andreas Wenter, Angelo Zanella, Ines Ebner, Irene Perli) // The speakers at the 25th Storage Conference of the Laimburg Research Centre (from the left: Nicola Busatto, Andreas Wenter, Angelo Zanella, Ines Ebner, Irene Perli).



Abb. 2: Gewöhnliche Schalenbräune bei der Apfelsorte *Granny Smith* (frudistor.de) // *Common superficial scald on apple cv. Granny Smith* (frudistor.de).

Die gewöhnliche Schalenbräune (Abb. 2) äußert sich durch bräunliche Flecken auf der Schale, verursacht durch die Oxidation von Phenolen im Epidermisgewebe, während das Fruchtfleisch gesund bleibt. Besonders betroffen sind die Sorten *Granny Smith*, *Fuji* und *Red Delicious*. Diese Form der Schalenbräune tritt meist bei Lagerung unter normalen atmosphärischen Bedingungen auf und wird durch Faktoren wie Düngung und Lagerdauer beeinflusst. Früchte aus warmen Regionen oder früh geerntete Früchte sind anfälliger, während niedrige Nachttemperaturen vor der Ernte das Auftreten reduzieren.

Die weiche Schalenbräune (Abb. 3) hingegen betrifft auch das darunterliegende Gewebe. Die betroffene Stelle ist gespannt, glatt und samtig. Häufig siedeln sich dort Sekundärpathogene an, die nekrotische Stellen verursachen. Diese Form der Schalenbräune steht oft im Zusammenhang mit ungeeigneten Lagerbedingungen wie zu niedrigen Temperaturen oder zu schnellen Abkühlzyklen. Die Alters-Schalenbräune (Abb. 4) ähnelt der oberflächlichen, tritt aber meist bei spät geernteten und sehr lange gelagerten Früchten auf und ist mit dem physiologischen Altern verbunden. Im Gegensatz zur gewöhnlichen Schalenbräune treten die Symptome nicht nur auf der Schattenseite, sondern auch auf der Sonnenseite auf.

Die wichtigsten Lagerstrategien für Äpfel basieren auf niedrigen Temperaturen in Kombination mit kontrollierter Atmosphäre und dem Einsatz von 1-MCP (1-Methylcyclopropen). Der Apfel ist eine klimakterische Frucht, bei der die Reifung durch das Pflanzenhormon Ethylen gesteuert wird. Dieses erreicht seinen Höhepunkt zusammen mit der Atmung (Klimakterium), was zu einem erhöhten Stoffwechsel und schließlich zur Seneszenz führt. Ethylen koordiniert Prozesse wie

Fruchterweichung, Chlorophyllabbau, Stärkeabbau und Aromabildung.

1-MCP verlangsamt die Reifung, indem es die Wirkung von Ethylen blockiert. Es bindet an die Ethylenrezeptoren und verhindert deren Aktivierung, wodurch die Frucht das Ethylen nicht mehr wahrnimmt. Bei kontrollierter Atmosphäre wird der Sauerstoffgehalt reduziert, was die Ethylensynthese hemmt, da diese Sauerstoff benötigt.

Bräunungsprozesse sind ein gemeinsames Merkmal vieler physiologischer Störungen beim Apfel. Doch warum bräunen Äpfel? Sie enthalten viele Polyphenole mit antioxidativer Wirkung. Bei physischer Beschädigung (z.B. beim Schneiden) reagieren Polyphenoloxidase (PPO), Sauerstoff und Polyphenole miteinander und bilden Chinone, die zu braunen Melaninen führen. Ein wichtiges Polyphenol ist die Chlorogensäure, die in Vakuolen gespeichert ist. Für die Oxidation müssen PPO und Polyphenole durch Membranschäden in Kontakt kommen.

Wie Nicola Busatto ausführte, können während der Lagerung niedrige Temperaturen die Zellmembranen verhärtet oder zerstört, was zum Kontakt von PPO und Chlorogensäure führt. 1-MCP kann diesen Prozess blockieren, indem es die Synthese ungesättigter Fettsäuren und spezifischer Proteine fördert, die die Membranen stabilisieren. Auch die Synthese langkettiger Fettsäuren verbessert die Isolierung der Fruchtschale. Zudem erhöht sich die Produktion von Sorbitol, einem Zuckeralkohol, der die Gefriertoleranz steigert.

Die Blockierung der Ethylenwahrnehmung durch 1-MCP reduziert auch die Synthese von α -Farnesen, einem Sesquiterpen, welches sich während der Lagerung anreichert und durch Autooxidation oxidativen Stress in der Schale verursacht.



Abb. 3: Weiche Schalenbräune bei der Apfelsorte *Santana* (frudistor.de) // *Soft scald on apple cv. Santana* (frudistor.de).



Abb. 4: Altersschalenbräune bei der Apfelsorte *Golden Delicious* (frudistor.de) // *Senescent scald on apple cv. Golden Delicious* (frudistor.de).

Die kontrollierte Atmosphäre hemmt die Reifung ebenfalls, da der letzte Schritt der Ethylensynthese eine Oxidation ist. Sauerstoffmangel (Hypoxie) senkt die α -Farnesen-Produktion, reduziert die Chlorogensäurebildung und die Expression der PPO-Gene. Zudem fördert Hypoxie die Bildung kälteresistenter Proteine und von Oleanolsäure, die die Membranstabilität erhöht.

Sowohl 1-MCP als auch kontrollierte Atmosphäre wirken auf die Ethylenregulation, wenn auch auf unterschiedliche Weise. Die Wahl der Methode hängt von der Sortenreaktion und der Erfahrung des Lagerbetreibers ab. Beide Methoden können Nebenwirkungen haben: kontrollierte Atmosphäre kann zu Gärung und Off-Flavours führen, während 1-MCP bei manchen Sorten die Aromabildung dauerhaft blockiert.

Die Entstehung der Schalenbräune hängt von mehreren Schlüsselfaktoren ab: Chlorogensäure, PPO, Membranresistenz usw. Die Beeinflussung auch nur eines dieser Faktoren kann das Auftreten verhindern.

An der Fondazione Mach werden derzeit die Gene untersucht, die für die Schalenbräune verantwortlich sind, um durch klassische Züchtung neue, weniger anfällige Sorten zu entwickeln. Eine slowenische Apfelsorte ohne Chlorogensäure zeigt keine Bräunung. In den USA und Kanada wurde mit der Arctic Apple eine Sorte entwickelt, bei der die PPO-Gene ausgeschaltet wurden – sie bräunt nicht und wird vor allem in der Verarbeitung eingesetzt.

Moderne Lagertechniken, obwohl unterschiedlich, können die Entstehung physiologischer Störungen wie Schalenbräune verhindern und so gesunde, unversehrte Äpfel für die Verbraucher garantieren.

NEUE ANWENDUNGEN UND GRENZEN INNOVATIVER CA-LAGERTECHNOLOGIEN

Effektive Nachernte-Managementstrategien sind entscheidend für die Aufrechterhaltung der Qualität und Verlängerung der Haltbarkeit von Früchten. Eine wesentliche Grundlage hierfür ist die stetige Weiterentwicklung im Bereich der Obstlagerung, wobei die Lageratmosphäre optimal angepasst und über die gesamte Lagerdauer konstant gehalten wird. Dies gilt besonders für Äpfel, deren Qualität durch moderne Lagerungstechniken signifikant gesteigert werden kann.

Die eingesetzten Technologien haben bedeutende Fortschritte gemacht, insbesondere durch die Entwicklung von Lagerungstechniken auf Basis kontrollierter Atmosphäre (CA). Diese Techniken sind von statischen zu dynamischen Anpassungen übergegangen, die auf die spezifischen Anforderungen der Pflanzenprodukte – wie Sorte, physiologischer Zustand und Alter – zugeschnitten sind. Die dynamisch kontrollierte Atmosphäre (DCA) ist ein System in kontinuierlicher Weiterentwicklung, das verschiedene physiologische Konzepte nutzt und die aktive Regulierung der atmosphärischen Bedingungen zur Optimierung der Obstlagerung umfasst, wie Angelo Zanella von der Arbeitsgruppe Lagerung und Nacherntebiologie am Versuchszentrum Laimburg berichtete.

Ein besonderes Augenmerk gilt den Ansätzen, bei denen die Lagerbedingungen auf das niedrigste tolerierte Sauerstoffniveau (LOL) innerhalb der DCA eingestellt werden. In diesem Kontext spielt die DCA basierend auf der Chlorophyll-Fluoreszenz (DCA-CF) eine entscheidende Rolle (Abb. 5). Diese Technologie wird seit Beginn am Versuchszentrum Laimburg verfolgt. Die DCA-CF ermittelt mittels Sensoren den tolerierten Sauerstoffgrenzwert der Früchte. Bei zu tiefen Sauerstoffwerten in der Lageratmosphäre warnt ein Fluoreszenz-Signal.

Die Vorteile der DCA-CF sind vielfältig: Durch die Verlangsamung des Stoffwechsels wird eine bessere Qualitätserhaltung erzielt. Der niedrige Sauerstoffgehalt in der Lageratmosphäre der DCA hemmt oxidative Prozesse. Erwartete Vorteile sind die Vorbeugung von atmungsbedingten Abbauprozessen, ethylenbedingten Reifungsprozessen und physiologischen Störungen. Zudem vermeidet die DCA-CF chemische Rückstände.

Angelo Zanella beschränkte sich in seinem Referat jedoch nicht nur auf die Chlorophyll-Fluoreszenz-basierte DCA, sondern gab den Zuhörern auch einen Überblick über andere neuere Lagerungsmethoden, insbesondere DCA-Methoden. Hierbei wurden weitere Lagerungstechnologien vorgestellt: „ILOS“, „RLOS“ und „DCS“, die auf Ethyl-Alkohol basieren, einem möglichen Marker für Gärungsprozesse. Bei ILOS wird zu Beginn der Lagerung ein unkontrollierter „Sauerstoff-Stress“ erzeugt, typischerweise werden die Früchte die ersten zwei Wochen bei 0,4% O₂ gelagert. Um den physiologischen Zustand der Früchte während der „Stressphase“ verstehen zu können, werden oftmals Ethanolanalysen durch-



Abb. 5: Vier Sensoren über den Probe-Äpfeln zur Messung der Chlorophyll Fluoreszenz während DCA-Lagerung // Four sensors above the apple samples for measuring chlorophyll fluorescence during DCA storage.

geführt. Wiederholtem „O₂-Stress“ werden die Früchte bei der Methode RLOS ausgesetzt, begleitet von konstantem Ethanol-Monitoring. Bei der DCS handelt es sich um eine Variante der Dynamisch Kontrollierten Atmosphäre, die auf Ethanol-Monitoring basiert: erreicht der Ethanolgehalt gewisse Schwellenwerte, wird der O₂-Gehalt in der Lagerungsatmosphäre angepasst.

Eine weitere Möglichkeit zur Bestimmung des LOL ist der sogenannte Respirationsquotient (RQ), das Verhältnis von freigesetztem CO₂ zu verbrauchtem O₂. Ein Algorithmus ermöglicht es, den notwendigen Sauerstoffgehalt im Lager zu berechnen und automatisch einzustellen. Abhängig vom gewählten Weg der Energiegewinnung in der Zelle nehmen die RQ-Werte unterschiedliche Werte an. Steht den Früchten genügend Sauerstoff zur Verfügung (unter aeroben Bedingungen), wird bei der „Verbrennung“ von Glukose ein RQ von 1 erreicht, während die „Verbrennung“ von Apfelsäure einen Wert von 1,3 erreicht. Bei zu wenig Sauerstoff wählen die Früchte den anaeroben Weg der Energiegewinnung und beginnen zu „gären“, wodurch die RQ-Werte über 1,4 ansteigen. Je nach Algorithmus wird der Sauerstoffgehalt in der Lageratmosphäre automatisch angepasst. Die neueste Entwicklung im Bereich der DCA ist die

sogenannte DCA-CD, bei welcher der Versuch unternommen wird, das LOL ausschließlich auf Basis der CO₂-Produktionsrate zu bestimmen. Diese Technik profitiert von dem starken Anstieg der CO₂-Rate, sobald der Sauerstoffwert unter den anaeroben Kompensationspunkt (ACP) sinkt. Ein Vorteil der DCA-CD ist, dass die Messung des O₂-Verbrauchs entfällt, was zu einer leichteren Anwendbarkeit der DCA-CD in kommerziellen CA-Räumen im Vergleich zu RQ führt.

Die verschiedenen DCA-Methoden haben unterschiedliche Auswirkungen auf die gelagerten Früchte. Die Anwendung von DCA kann das Auftreten von Schalenbräune und seneszenzbedingten Störungen wie innerer Verbräunung reduzieren sowie den Chlorophyll-Abbau verlangsamen. Darüber hinaus kann die DCA die Geschmackswahrnehmung verbessern, insbesondere in Bezug auf Festigkeit und Säuregehalt, und auch die Aromawahrnehmung positiv beeinflussen.

Am Versuchszentrum Laimburg wurde von Anfang an die DCA mittels Chlorophyllfluoreszenz verfolgt und in der Praxis in Südtirol etabliert, einem der bedeutendsten Apfelanbauggebiete Europas, stammen etwa 10% der gesamten Apfelproduktion der EU von hier. Trotz der vielen positiven Auswirkungen der DCA-CF auf ver-

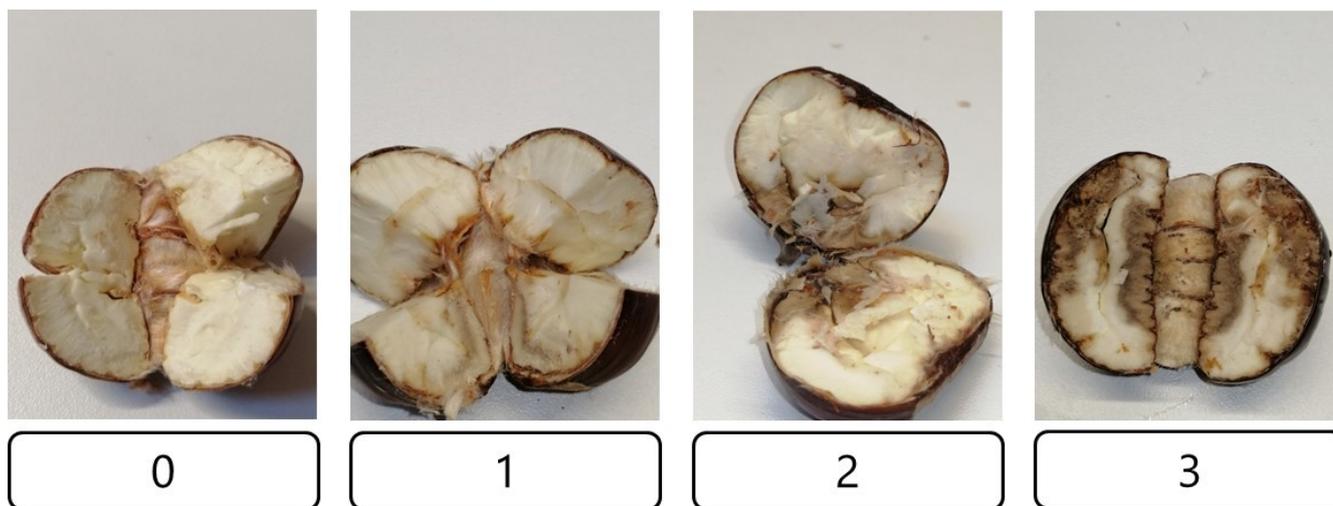


Abb. 6: Die verschiedenen Intensitäten an *Gnomoniopsis*-Befall von Kastanien (0, kein; 1, leicht; 2, mittel; 3, stark) // The different intensities of '*Gnomoniopsis*' infestation of chestnuts (0, none; 1, slight; 2, moderate; 3, severe).

schiedene Sorten war die Anwendung in den letzten Jahren erstaunlicherweise stagnierend. Die Sorte *Golden Delicious* profitiert beispielsweise besonders von der DCA-CF-Lagerung, wobei am VZ Laimburg die höchste Wirksamkeit im Vergleich von sechs getesteten Apfelsorten beobachtet wurde. Besonders hinsichtlich der Vorbeugung der „gewöhnlichen“ Schalenbräune ist die DCA-CF eine bewährte Methode, was durch verschiedene Exaktversuche seitens des VZ Laimburg bereits vor zwei Jahrzehnten nachgewiesen wurde. In Südtirol, wo etwa 34% der gesamten Apfelernte für die Entwicklung dieser physiologischen Störung anfällig sind, bietet die DCA-CF eine optimale Option.

Die Herausforderungen an die DCA nehmen jedoch zu, da die Notwendigkeit, nicht verkaufte Ware länger zu lagern, lange Transportwege zu weit entfernten Zielmärkten sowie lange Vermarktungszeiten unter extremen klimatischen Bedingungen zu bewältigen sind. Diese Herausforderungen stehen auf dem Prüfstand der DCA-Wirkung unter extremen Bedingungen. Am VZ Laimburg wurden bereits präzise Versuche durchgeführt, die gezeigt haben, dass innovative Lagertechnologien wie DCA-CF oder 1-MCP unter extremen Bedingungen einen positiven Einfluss auf die Qualitätserhaltung haben.

Zusammenfassend ist die DCA-Lagerung so effektiv, wie tief das Sauerstoffniveau in der Lageratmosphäre gesenkt werden kann, wobei die Wirkung sortenspezifisch ist. Es ist wichtig zu berücksichtigen, dass die DCA-Wirkung sich nicht auf die Phase nach der Lagerung erstreckt, weshalb die Kombination von DCA-CF mit 1-MCP in vielen Fällen eine vielversprechende Lösung darstellt. Abschließend wurde die Bedeutung des strategischen Einsatzes der verschiedenen Lagertechnologien hervorgehoben, um eine optimale Auslagerungsqualität zu erzielen.

LAGERUNG VON KASTANIEN: NACHERNTE-MANAGEMENT DER GRAUFÄULE (*GNOMONIOPSIS CASTANEAEE*)

Einen spannenden Einblick in die Südtiroler Realität der Kastanie hat Irene Perli von der Arbeitsgruppe für Beeren- und Steinobst am Versuchszentrum Laimburg (VZ Laimburg) den Tagungsteilnehmern/innen gewährt. Die Edelkastanie ist in Südtirol nach dem Apfelbaum und der Weinrebe flächenmäßig die drittgrößte Obstbaumart, ca. 1600 landwirtschaftliche Betriebe bewirtschaften 400 ha Kastanien. Die Kastanienwälder sind auf das Eisacktal, den Vinschgau, die Meraner Gegend und das Unterland (Buchholz bei Salurn und Leifers) verteilt. Charakteristisch für die Kastanie ist die extensive-, unbehandelte Nutzung, fällt sie nämlich in den Bereich der Agroforstwirtschaft. In den letzten Jahren machte der Kastanie immer mehr eine „neue“ Pilzkrankheit zu schaffen, nämlich die sogenannte Graufäule (*Gnomoniopsis castaneae*). Die Krankheit ist weltweit verbreitet. Aufgrund des Klimawandels und somit höheren Temperaturen in der Vorerntezeit, ist seit 2018 auch in Südtirol eine Befallszunahme zu verzeichnen. Bereits während der Blüte ist der Pilz auf der Pflanze vorhanden. Hierbei kann die Primärinfektion durch die Entlassung von sexuellen Sporen erfolgen. Bei der Ernte kann somit der Erreger bereits vorhanden sein. Während der Lagerung kann es in der Folge zur Ausprägung des Schadens kommen (Abb. 6) sowie bei unsachgemäßer Lagerung schlimmstenfalls zum vollständigen Verlust des Produktes. Aus diesem Grunde wurden am VZ Laimburg bereits im Jahre 2018 Lagerungsversuche mit dem Ziel, die Graufäule in der Nachernte einzudämmen, angesetzt. Hierbei wurden verschiedenste Ansätze verfolgt, von der Sterilisation mit Warmwasser bis hin zur Kühlung in Regulärer oder Kontrollierter Atmosphäre. In ihrem Referat ging Irene Perli im Speziellen auf die Versuchsergebnisse der Saison 2023-24 ein. In diesem Versuchsjahr wurde nämlich in Zusammenarbeit zwischen den zwei Arbeitsgruppen ‚Beeren-

und Steinobst' und ‚Lagerung und Nachernte-Biologie‘ am VZ Laimburg ein besonders tiefgründiger Versuch durchgeführt. Insgesamt standen fünf verschiedene Varianten auf dem Prüfstand, nämlich die Simulation einer Lagerung der Kastanien in einem Keller (11 °C), die Lagerung in einer Kühlzelle (1,6 °C) mit Regulärer Atmosphäre (21% O₂, 0,03% CO₂) und in einer Kühlzelle (1,6 °C) mit Kontrollierter Atmosphäre (2% O₂, bis zu 9% CO₂). Zudem wurde der Effekt einer Behandlung der Kastanien in einem Wasserbad bei 45-48 °C und auch der Effekt einer verspäteten Ernte (eine Woche später im Vergleich zum optimalen Erntezeitpunkt) untersucht. Die Varianten Warmwasser und verspätete Ernte wurden in Regulärer Atmosphäre (1,6 °C) gelagert. Die visuelle Auswertung, sprich ob die Kastanien von Graufäule befallen waren oder nicht, wurde zur Ernte, nach 2-monatiger Lagerung unter den verschiedenen Bedingungen und nach der Lagerung mit angehängtem 3-tägigem Shelf-Life bei einer Temperatur von 10 °C, durchgeführt. Die visuelle Auswertung der durchgeschnittenen Kastanien hat gezeigt, dass zur Ernte der Anteil der gesunden bzw. essbaren Kastanien nahezu 100% ausmachte, vorausgesetzt sie wurden zum optimalen Erntezeitpunkt geerntet. Wurde die Ernte um eine Woche verzögert, so betrug die Ausfälle bereits 15%. Nach 2-monatiger Lagerung unter den verschiedenen Bedingungen zeigte das Warmwasserbad zur Ernte seine Wirkung, denn noch 95% der behandelten Früchte waren essbar. Die Lagerung bei simulierten Keller-Bedingungen endete in einem „Desaster“. Nach der Lagerung war nämlich ein Ausfall von 99% zu beklagen. Große Ausfälle gab es auch bei den spät geernteten Kastanien mit nur mehr 58% an essbaren Früchten nach der Lagerung. Die Lagerung der Kastanien im Kühllager, egal ob unter Normaler oder in Kontrollierter Atmosphäre konnte ca. 80% der Kastanien erhalten. Nach dem 3-tägigen Shelf-Life bei 10 °C nahmen die Ausfälle bei den verschiedenen Varianten weiter zu, lediglich die Variante „Warmwasserbad“ hatte im Vergleich zum Zeitpunkt der Auslagerung keine weiteren Ausfälle zu verzeichnen und blieb stabil bei 95% essbaren Früchten. Gegen Ende ihres Referats zog Irene Perli auf Basis der gewonnenen Versuchsergebnisse einige grundlegende Schlussfolgerungen. Eigentlich ist der Pilz in latenter Form bereits zur Ernte in den meisten Früchten vorhanden, es obliegt dann einem optimalen Nacherntemanagement, die Entwicklung des Pilzes zu limitieren. Aus den am VZ Laimburg durchgeführten Studien geht klar hervor, dass der wichtigste Aspekt bei der Eindämmung der Pilzentwicklung die Lagerungstemperatur ist. Die Behandlung im Warmwasserbad wirkte sich äußerst positiv auf die Qualitätserhaltung sowohl nach der Lagerung, als auch während des Shelf-Life aus. Entscheidend für einen guten Lagerungserfolg ist auch die Einhaltung des richtigen Erntezeitpunktes. Der Schlüssel für eine gute Qualitätserhaltung entlang der gesamten Wertschöpfungskette liegt aber sicherlich nicht ausschließlich in einem optimalen Nachernte-Handling, sondern auch in der Aufklärung des Konsumenten über die richtige Lagerung der Ka-

stanie zu Hause bis hin zum Verzehr.

KANN EINE REDUZIERUNG DER LUFTFEUCHTIGKEIT DIE ENTWICKLUNG DES RUSSTAUKOMPLEXES IN LAGERZELLEN BEEINFLUSSEN? ERSTE UNTERSUCHUNGEN AUS DER PRAXIS

Epiphyten sind Pilze, die auf der Oberfläche von Pflanzen wachsen, ohne das Pflanzengewebe selbst zu schädigen. Auf der Oberfläche der befallenen Äpfel bilden sie jedoch einen schwarzen, rußigen Belag, der während der Lagerung zu schweren Schäden führt, die Qualität der Äpfel beeinträchtigt und deren Vermarktung erschwert (Abb. 7).



Abb. 7: Befall mit Rußtau an der Apfelsorte Cripps Pink // Sooty blotch infection on apple cv. Cripps Pink.

Hauptfaktoren für die Verbreitung dieser Epiphyten sind Insekten-Honigtau, Blattdünger, falsche Sortenwahl, Hagelnetze, begrenzte Fungizide und Anwendungseinschränkungen. Diese Pilze können bereits am Baum sichtbare Hyphenrasen auf den Früchten bilden oder sich während der Lagerung vermehren.

Eigene Versuche aus vergangenen Jahren belegen unter anderem, dass eine Senkung der Feuchtigkeit in der Kühlzelle diese Entwicklung kurzfristig reduziert, jedoch langfristig nicht verhindert. Allerdings kann solch eine Veränderung der Luftatmosphäre negative Nebeneffekte auslösen, wie einen übermäßigen Verlust des Wassergehaltes, der Festigkeit bzw. Knackigkeit oder Saftigkeit, welche zentrale Qualitätskriterien beim Apfel sind. Auch ein höherer Gewichtsverlust ist in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen.

In der vergangenen Lagersaison wurde in Zusammenarbeit mit 3 Genossenschaften aus dem VOG-Einzugsgebiet ein Projekt gestartet, in welchem eine mögliche Umsetzung einer Feuchtigkeits-Reduzierung in kommerziellen Lagerzellen mit ULO kontrollierter Atmosphäre, sowie deren Einfluss auf die Rußtau-Entwicklung und Qualitätseinbußen untersucht wurde.

Für den Versuch wurden insgesamt 18 Partien der für Rußtau-anfälligen Sorte Cripps Pink/Pink Lady nach einer MCP Behandlung für 5,5 Monaten unter ULO-Bedingungen gelagert. Hierbei wurde jede Partie je zur Hälfte in einer Kühlzelle mit Standard-Feuchte und in

einer mit reduzierter Feuchte eingelagert.

Alle für den Versuch verwendeten Kühlzellen in den Genossenschaften hatten ein vergleichbares Zellvolumen von ca. 1000 m³ mit einer Füllmenge von 800 bis 1000 Großkisten.

Am VZ Laimburg wurde zudem auf Versuchsmaßstab mit einem Zellvolumen von 0,7 m³ und einer Füllmenge von 150 kg eine kleine Stichprobe von jeder Partie unter den gleichen Temperatur- und Atmosphäre-Bedingungen, aber bei reduzierter Feuchte, eingelagert.

Alle drei Genossenschaften haben auf unterschiedliche Weise versucht, das Feuchteniveau in der Testzelle niedrig zu halten, im Vergleich zur jeweiligen Kühlzelle mit Standard-Feuchte konnte allerdings in keiner der drei Testzellen eine deutliche Reduzierung der Feuchte erreicht werden. Lediglich im Versuchsbehälter konnte die Feuchtigkeit um etwa 10% auf ein durchschnittliches Niveau von 86% r. F. gesenkt werden.

Die Ergebnisse des Gewichtsverlustes zwischen Ernte und Auslagerung zeigten ebenfalls keine Unterschiede zwischen den jeweiligen Vergleichszellen. In einer Genossenschaft wurde bei der Standard-Feuchte sogar mehr Gewichtsverlust beobachtet.

Die Auswertung des Rußtau-Befalles wurde zur Endauslagerung mittels einer kommerziellen Sortierung durchgeführt. Zum Vergleich wurde eine kleine Stichprobe am VZ Laimburg visuell ausgewertet. Es wurden keine Unterschiede im Rußtau-Befall beobachtet, was wiederum darauf hinweist, dass die Feuchtigkeit in den jeweiligen Vergleichskühlzellen ähnlich war. Die trockenere Atmosphäre im Versuchsbehälter führte hingegen zu Früchten, die gänzlich frei von Rußtau waren. Hier mussten allerdings große Qualitätsverluste aufgrund einer hohen Anzahl an geschrumpften Früchten hingenommen werden (Abb. 8).

Die Ergebnisse zeigten, dass eine Senkung der Luftfeuchtigkeit in kommerziellen Lagerzellen ohne technischer Umbauten schwer umsetzbar ist. Eine Senkung der Feuchtigkeit hat zwar eine hemmende Wirkung auf die Epiphyten-Entwicklung während der Lagerung, hier muss allerdings mit großen Qualitätsverlusten durch Festigkeitsabnahme und Schrumpfungen gerechnet werden.

Daher seien an dieser Stelle noch einmal die wichtigsten wirksamen Maßnahmen in der gesamten Produkti-

onskette genannt, welche eine Entwicklung von Epiphyten verhindern können:

Im Feld sollte sparsam mit der Ausbringung von Blattdüngern umgegangen werden, da diese als Nährstoffsubstrat für diese Epiphyten dienen können. Zudem sollten alle möglichen Maßnahmen getroffen werden, die für eine gute Durchlüftung der Anlage sorgen, da Feuchtigkeit bereits in der Anlage zu vermehrtem Rußtaufkommen führt. Ebenso muss bei der Sorten- und Standortwahl besonderes Augenmerk darauf gelegt werden, dass keine spätreifenden Sorten in feuchten Lagen oder in Nähe von Hecken gepflanzt werden. Neben einer optimalen Pflanzenschutzstrategie muss die Ernte rechtzeitig erfolgen.

Nach der Ernte haben Nacherntebehandlungen mit Heißwasser oder Ozon eine gewisse hemmende Wirkung auf die Epiphyten-Entwicklung während der Lagerung gezeigt, welche noch bestätigt werden muss. Ebenso kann ein Bürsten der Früchte nach der Auslagerung einen Teil des Belages abbürsten.



Abb. 8: Geringe Feuchte während Lagerung lässt Äpfel schrumpfen. // Low humidity during storage causes apples to shrink.

DANKSAGUNG

Wir danken allen nichtgenannten Beteiligten für ihre wertvolle wissenschaftliche Arbeit an dieser Tagung: Giacomo Gatti, Massimo Zago, Alessia Panarese, Stefan Stürz, Nadja Sadar. Besonderer Dank gilt Alessia Panarese und Stefan Stürz für ihre engagierte Unterstützung bei der Berichtslegung.