

Obsteinlagerung 2014

Im vorliegenden «Herbstbrief» gehen wir, neben den Empfehlungen für Ernte und Lagerung, auf die neue Trends in der Nacherntetechnologie ein. Beleuchtet werden dabei die Themengebiete dynamische CA-Lagerung, Food Waste und rückstandsarmer Obstanbau. In einem weiteren Beitragsteil werden die wichtigsten Aspekte der Arbeitssicherheit in der modernen Obstlagerung beleuchtet.

FRANZ GASSER UND SÉVERINE GABIOUD, AGROSCOPE
 FRANZ.GASER@AGROSCOPE.ADMIN.CH

In Tabelle 1 sind die diesjährigen Lagerempfehlungen aufgeführt. Die empfohlenen Temperatur- und CA-Werte für die Lagerung haben sich seit der letzten Ausgabe des Herbstbriefs nicht geändert. Auch bei den empfohlenen Erntefenstern (Tab. 2) gibt es seit der letzten Ausgabe keine Anpassungen.

Im Juni 2013 fand in Süditalien die internationale CA-Konferenz statt, im Juni 2014 wurde in Zypern der Kongress «Postharvest unlimited» abgehalten. Diese alle vier Jahre stattfindenden Kongresse sind die wichtigsten Anlässe auf dem Gebiet der Obstlagerung. Wir gehen nachfolgend auf einige der wichtigsten Trends ein.

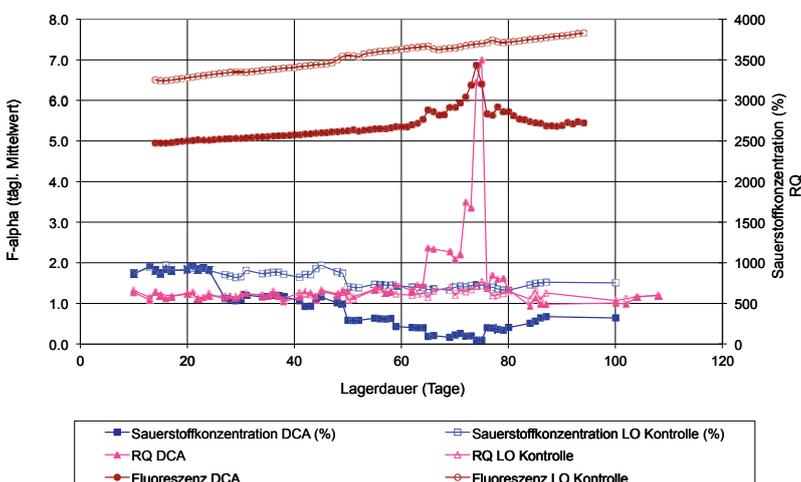
Abb. 1: Verlauf von RQ und Chlorophyllfluoreszenz während der Sauerstoffabsenkung (LO = Low oxygen Lagerung; DCA = dynamische CA-Lagerung).

DCA-Lagerung

Die Lagerung unter dynamischer CA-Atmosphäre (DCA) wurde in den letzten 15 Jahren von einigen Forschungsinstitutionen bearbeitet, unter anderem auch von Agroscope. Die Technologie ist heute auf einem praxistaugli-

chen Stand und aufgrund der Forschungsergebnisse konnte nachgewiesen werden, dass die DCA zu einer gegenüber ULO verbesserten Erhaltung der Qualität bei Äpfeln führen kann. Dabei muss jedoch nach Sorten differenziert werden: Nicht alle Sorten reagieren gleich auf diese Lagermethode. DCA kann zudem physiologische Schäden wie die klassische Hautbräune verhindern oder zumindest im Ausmass reduzieren. Bei der DCA-Lagerung wird der Sauerstoff im Lager soweit abgesenkt, bis die gelagerten Äpfel bei Unterschreiten eines kritischen Sauerstoffgehalts mit einem Stresssignal reagieren. Dieses Signal wird heute in der Praxis zumeist mit Hilfe von Sensoren erfasst, die die Chlorophyll-Fluoreszenz der Äpfel messen. Diese Messmethode hat sich bewährt; sie ist sicher und relativ einfach in der Praxis umzusetzen. Jahrelange Versuche von Agroscope haben gezeigt, dass der Wert der Fluoreszenzmessung sehr eng korreliert ist mit dem Respirationsquotienten RQ (ein Beispiel siehe Abb. 1). Der RQ ist das Verhältnis von gebildetem Kohlendioxid zu verbrauchtem Sauerstoff im Lager. Ein starker Anstieg des RQ bedeutet, dass der Anteil der anaeroben Atmung (ohne Sauerstoff) gegenüber der aeroben Atmung (mit Sauerstoff) stark zugenommen hat und der Sauerstoff unterhalb des kritischen Werts liegt.

In den letzten rund vier Jahren haben nun verschiedene Firmen versucht, Alternativen zur Fluoreszenzmessung zu finden. In Bearbeitung sind Varianten der DCA-Lagerung, bei denen im Lagerraum der RQ beziehungsweise der Ethanolgehalt gemessen wird. Bei der RQ-Messung werden einerseits Ansätze verfolgt, den RQ in einer kleinen Kammer zu messen, die im Lagerraum untergebracht ist. Die Kammer kann zirka 50 kg Äpfel fassen, die dann als Stichprobe für den ganzen Lagerraum dienen. Ein anderer Ansatz geht dahin, dass der RQ im ganzen Lagerraum gemessen wird. Auch bei der Bestimmung des Ethanols werden dieselben Varianten verfolgt, das heisst die Bestimmung in einer Stichprobe oder im ganzen Lagerraum. Es bleibt abzuwarten, welches die definitiven Ergebnisse der Forschungsarbeiten sind und wie sich diese Technologien in der Praxis um-



Tab. 1: Empfohlene Lagerbedingungen 2014/2015.

Sorten	MCP*	Kühlraum		CA-Lager				ULO-Lager			
		Temp. °C	relative Feuchte %	Temp. °C	relative Feuchte %	CO ₂ %	O ₂ %	Temp. °C	relative Feuchte %	CO ₂ %	O ₂ %
Äpfel											
Gala	J	0	90 – 92	0.5	92	2 – 3	2	0.5	92	3	1
Elstar**	J	0	90 – 92	0.5	92	3	2	0.5	92	3	1
Braeburn	N	0.5	90 – 92	0.5 – 1	92	1	1.5	Lagerung bis April			
Granny Smith	J	0	90 – 92	–	–	–	–	0.5	92	2	1
Jonagold***	J	0	90 – 92	2	92	4	2	2	92	3	1
Diwa®/Milwa	N	0 – 1	90 – 92	–	–	–	–	1	92	1.5 – 2	1
RubINETTE	J	0 – 1	92 – 94	2 – 3	92 – 94	1.5 – 2	2	2–3	92 – 94	1.5	1.5
Glockenapfel	?	0 – 1	90 – 92	4	92	3	2 – 3	nicht empfohlen			
Goldrush	?	1	92 – 94	2	92 – 94	4	2	2	92 – 94	3	1
Golden Delicious	J	1	92 – 94	2	92 – 94	4	2	2	92 – 94	3	1
Pinova	J	1	92 – 94	2	92 – 94	4	2	2	92 – 94	3	1
Topaz	J	1	92 – 94	1	92 – 94	3	2	1	92 – 94	1.5	1
Maigold	J	2	88 – 90	3	90 – 92	3	2	–	–	–	–
Mairac®/ La Flamboyante	J	2 – 3	90 – 92	2 – 3	90 – 92	3	2	2 – 3	90 – 92	1.5	1
Arlet***	J	3	90 – 92	3 – 4	92	3 – 4	2	3 – 4	92	2	1
Golden Orange	J	3	90 – 92	3	90 – 92	3	2 ^{+MCP}	3	90 – 92	1.5	1
Idared	J	3 – 4	90 – 92	4	90 – 92	3	2	4	90 – 92	1.5	1
Jazz®/Scifresh	N	3.0 – 3.5	90 – 92	3.0 – 3.5	90 – 92	2.5	2	3.0 – 3.5	90 – 92	2.5	1
Pink Lady®/ Cripps Pink	J	3.5 – 4.0	90 – 92	–	–	–	–	3.5 – 4.0	90 – 92	3	1
Boskoop	N	4	90 – 92	4	92	2 – 3	2 – 3	nicht empfohlen			
Birnen											
Williams		-1 – 0	91 – 93	0 – 0.5	92	2	2	nicht empfohlen			
Comice		-1 – 0	91 – 93	0 – 0.5	92	5	3	nicht empfohlen			
Conférence		-1 – 0	91 – 93	0 – 0.5	92	1.5	2	verzögerte CA-Lagerung, 15–20 Tage			
Gute Luise		-1 – 0	91 – 93	0 – 0.5	92	1.5 – 2.0	2	nicht empfohlen			
Kaiser Alexander		-1 – 0	91 – 93	0 – 0.5	92	1.5 – 2.0	2	nicht empfohlen			
Packhams		-1 – 0	91 – 93	0 – 0.5	92	1.5 – 2.0	2	nicht empfohlen			
Harrow Sweet		-1 – 0	91 – 93	nicht empfohlen				nicht empfohlen			

* MCP-Anwendung: J = empfohlen; N = nicht empfohlen (negative Auswirkungen oder keine qualitativen Vorteile); ? = nicht getestet bzw. keine eindeutigen Angaben vorhanden.

** Unter ULO-Bedingungen bis März lagerbar.

*** Bei gewöhnlicher Kühlungslagerung wird die Haut nach einigen Wochen ölig. Dieses Phänomen tritt bei der CA-Lagerung nicht auf.

Weitere Apfelsorten:

4 – 6 °C: Gravensteiner, Goldparmäne, Fiesta, Ontario, Champagner Reinette, Menznauer Jäger, Karmijn, Kidds Orange, Primerouge

3 – 4 °C: McIntosh, Jonathan, Kanada Reinette, Cox Orange

2 – 4 °C: Jersey mac

2 °C: Berner Rosen, Sauergrauwech, Schweizer Orangenapfel, Berlepsch, Bohnapfel, Gloster

0 – 2 °C: Empire, Summerred, Rubinola

0 °C: Florina, Meran, Red Delicious, Starking-Gruppe, Fraurotacher, Spartan, Starkrimson, Stayman, Winesap

setzen lassen. Bezüglich der Machbarkeit der Methoden stellen sich Fragen wie Dichtigkeit der Räume, Inhomogenität des Lagerguts oder die Absorption von Ethanol durch Holz und Isolationsmaterialien. Hinzu kommt, dass nicht alle Apfelsorten gleich viel Ethanol bilden: Bei Sorten mit sehr geringer Bildung ist auch die Messung weniger zuverlässig.

Food Waste

Dieses Schlagwort, das die Reduktion von Lebensmittelverlusten entlang der ganzen Wertschöpfungskette bis zum Konsumenten beinhaltet, ist auch im Nacherntegebiet von Obst und Gemüse ein Thema, das aufmerksam verfolgt wird. Im Grunde genommen gehen unsere Bemühungen, die Qualität nach der Ernte möglichst gut zu

Tab. 2: Empfohlene Ernterichtwerte (Stand Juli 2014).

Apfelsorte	Fruchtfleischfestigkeit Penetrometer (kg/cm ²)	Zuckergehalt Refraktometer (°Brix)	Stärkeabbau Jodtest (1 bis 10) ¹⁾	Reifeindex (nach Streif) ²⁾
Ariwa	9.0 – 10.0	12.0 – 13.0	3.5 – 6	0.12 – 0.29
Arlet	7.0 – 8.0	12.0 – 13.0	5 – 6	0.11 – 0.13
Boskoop	8.0 – 9.0	11.0 – 12.0	4 – 6	0.15 – 0.20
Braeburn	8.2 – 9.5	9.5 – 11.8	4 – 5	0.12 – 0.25
Cox Orange	8.5 – 10.0	11.5 – 12.5	4 – 5	0.18 – 0.24
Diwa®/Milwa	7.0 – 8.0	11.5 – 12.0	3 – 5	0.11 – 0.17
Elstar	6.5 – 8.0	11.0 – 12.5	3 – 4	0.17 – 0.30
Florina	7.0 – 8.5	11.5 – 13.0	7 – 8	0.07 – 0.08
Gala	8.5 – 10.0	10.0 – 12.0	5 – 6	0.14 – 0.20
Glockenapfel	9.0 – 10.0	11.0 – 12.0	4 – 6	0.14 – 0.16
Gloster	8.0 – 9.0	11.0 – 12.0	2 – 4	0.24 – 0.40
Golden Delicious	7.0 – 8.0	11.5 – 13.0	6 – 7	0.09 – 0.12
Gravensteiner	8.0 – 9.0	11.5 – 12.5	8 – 9	0.10 – 0.14
Idared	7.5 – 8.5	11.0 – 12.0	2 – 4	0.25 – 0.35
Jonagold	6.5 – 7.5	11.5 – 13.0	7 – 8	0.07 – 0.08
Jonagored	6.5 – 7.5	11.5 – 13.0	7 – 8	0.07 – 0.08
Maigold	8.0 – 10.0	11.5 – 13.0	3 – 4	0.16 – 0.22
Mairac®/La Flamboyante	8.0 – 10.0	11.5 – 13.0	4 – 6	0.09 – 0.22
Pinova	6.5 – 7.5	12.5 – 14.0	4 – 6	0.05 – 0.08
RubINETTE	7.0 – 8.0	12.0 – 13.0	4 – 5	0.10 – 0.13
Topaz	8.0 – 9.5	12.5 – 13.0	4 – 6	0.10 – 0.17
Birnsorte				
Comice	4.5 – 5.5 (8.5 – 10.4)	13.5 – 14.5	7 – 8	0.04 – 0.06
Conférence	6.0 – 7.0 (10.5 – 12.5)	11.5 – 13.0	4 – 6	0.10 – 0.13
Gute Luise	6.5 – 7.5 (12.3 – 14.2)	12.0 – 13.0	4 – 6	0.09 – 0.11
Kaiser Alexander	6.5 – 7.5 (12.3 – 14.2)	12.0 – 13.0	5 – 6	0.09 – 0.12
Williams	7.5 – 8.5 (14.2 – 16.1)	11.5 – 12.5	6 – 7	0.14 – 0.12
Ernterichtwerte für die Regionen Wallis und Westschweiz				
Braeburn	8.0 – 9.0	10.0 – 12.0	4 – 6	0.11 – 0.22
Diwa®/Milwa (provisorisch)	7.0 – 8.0	11.0 – 12.5	2 – 4	0.14 – 0.36
Gala	7.5 – 9.0	10.0 – 12.0	4 – 6	0.09 – 0.18
Golden Delicious	7.0 – 8.0	11.0 – 12.5	5 – 7	0.08 – 0.14
Golden Orange	8.0 – 9.0	11.0 – 13.0	4 – 6	0.10 – 0.21
Maigold	7.0 – 8.0	11.0 – 13.0	4 – 6	0.10 – 0.20
Jazz®/Scifresh (provisorisch)	8.0 – 9.0	12.0 – 13.0	4 – 6	0.10 – 0.19
Mairac®/La Flamboyante	8.0 – 9.0	11.5 – 13.0	4 – 6	0.10 – 0.20
Pink Lady®/Cripps Pink	8.0 – 9.0	12.5 – 13.5	4 – 6	0.10 – 0.17
Pinova	6.5 – 7.5	12.0 – 14.0	7 – 8	0.06 – 0.09
Conférence	5.3 – 6.0 (10.0 – 12.0)	10.0 – 11.5	4 – 6	0.14 – 0.29
Gute Luise	5.3 – 6.6 (10.0 – 12.0)	11.0 – 13.0	5 – 8	0.10 – 0.22
Kaiser Alexander	5.5 – 6.6 (10.5 – 12.0)	10.0 – 12.0	4 – 6	0.15 – 0.29

¹⁾ Stärkeabbau: 1 = kein Stärkeabbau und 10 = vollkommener Stärkeabbau.

²⁾ Reifeindex nach Streif = Penetrometerwert / (Refraktometerwert × Stärkeabbauwert).

Bemerkungen

- Die empfohlenen Ernterichtwerte gelten für Früchte, die für eine mittlere oder langfristige Lagerung bestimmt sind (CA oder ULO). Sie zeigen den Beginn (hoher Penetrometerwert, tiefer Refraktometerwert, tiefer Stärkeabbauwert) und das Ende (tiefer Penetrometerwert, hoher Refraktometerwert, hoher Stärkeabbauwert) des Erntefensters an.
- Die Ernterichtwerte sind nicht anwendbar für Junganlagen.
- Die Werte für Birnen in Klammern sind Messungen, die mit dem 11-mm-Stempel durchgeführt werden und sind in kg/cm² angegeben. Die anderen Werte sind mit dem kleineren Stempel von 8 mm Durchmesser gemessen und in kg/0.5 cm² angegeben.
- Wird Smart-Fresh™ angewendet, so müssen zusätzlich die Anwendungsempfehlungen des Lieferanten beachtet werden.

Arbeitssicherheit bei der Obstlagerung

Wie in Industrie und Gewerbe üblich müssen auch in Lagerhäusern gewisse Regeln der Arbeitssicherheit beachtet werden. Die Regeln beziehen sich auf die Infrastruktur (Sicherheitseinrichtungen, Gestaltung von Gebäuden und Einrichtungen etc.) und auf organisatorische und verhaltensbezogene Aspekte (Verantwortlichkeiten, Abläufe zur Ausführung gewisser Tätigkeiten etc.). Hinsichtlich der Lageraktivitäten sind sowohl allgemeine Arbeiten wie Warenannahme und -transport, Sortierung der Ware, Ein- und Auslagerung als auch lagerspezifische Aktivitäten wie die CA-Lagerung angesprochen.

Bei den allgemeinen Arbeiten sind folgende Sicherheitsaspekte zu beachten:

- Transport von Waren: Bedienung von Staplern nur durch dazu befugte und ausgebildete Personen, Tragen von Sicherheitsschuhen, Festlegen von Fahr- und Lagerzonen im Lagerhaus. Beim Betrieb von benzinbetriebenen Staplern ist darauf zu achten, dass keine lokal tödlich wirkenden Kohlenmonoxid-Konzentrationen entstehen.
- Automatische Förder- und Sortiereinrichtungen: Anbringen von Schutzgittern, Schulung des Personals an den Anlagen, Vermeidung der Umgehung von Sicherheitseinrichtungen.
- Schulung des Personals in Arbeitssicherheit: Unterweisung für Notfälle (Feuer, Wasser etc.) und deren Übung, korrektes Stapeln von Grosskisten und Kisten, Umgang mit dem Stapler etc.

Der Betrieb von CA-Räumen erfordert wegen der CA-Atmosphäre und der damit zusammenhängenden Erstickungsgefahr spezifische Arbeitssicherheitsmassnahmen, wie sie auch in den technischen Regeln des Bundesverbands der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften e.V. in Deutschland festgelegt sind (Heft Nr. 3: Lagerräume mit kontrollierter Atmosphäre, 2005). Dazu gehören folgende:

- Werden CA-Räume als solche betrieben, müssen die Türen so verschlossen werden, dass ein unbefugter Zutritt nicht möglich ist. Der Schlüssel darf nur ausdrücklich dazu befugten Personen zugänglich sein.
- CA-Räume müssen klar als solche mit einer Anweisung gekennzeichnet werden: Diese umfasst einen Hinweis auf die sauerstoffarme Atmosphäre (Abb. 2) und die daraus folgende Erstickungsgefahr, Verhaltensregeln beim Betrieb der Räume und Hinweise auf das Verhalten bei Notfällen.
- Werden CA-Räume als normale Kühlräume betrieben, so muss es möglich sein, die Türe von innen zu öffnen beziehungsweise den Raum über einen Notausstieg verlassen zu können.
- Notausstiege und Fenster müssen so gestaltet werden, dass ein Einstieg von aussen nicht möglich ist (Abb. 3).
- Probenahmestellen müssen so strukturiert werden, dass ein Einstieg oder «Hineinfallen» in den CA-Raum nicht möglich ist. Zu diesem Zweck darf Höhe oder Breite des Fensters für die Probenahme das Mass von 15 cm nicht übersteigen.
- Das Begehen von CA-Räumen während dem Lagerbetrieb ist grundsätzlich verboten.
- CA-Räume dürfen nur von dazu befugtem Personal geöffnet werden.
- Werden CA-Räume zum Zweck der Öffnung belüftet, so darf die Abführung der Luft nicht in geschlossene Räume erfolgen, in denen sich eine gefährliche Atmosphäre bilden kann, sondern muss ins Freie führen.
- Nach Öffnen und Belüften von CA-Lagern darf der Raum erst begangen werden, wenn er einen Sauerstoffgehalt von 20.8% und einen CO₂ Gehalt von weniger als 0.5% aufweist. Die vom zentralen Steuerungssystem gemessene Sauerstoffkonzentration ist durch eine parallele Sauerstoffmessung mit einem anderen, meist manuellen Messgerät, zu bestätigen.

Die oben aufgeführten Hinweise sind als Beispiele und nicht als erschöpfende Aufzählung zu verstehen. Schliesslich können die für einen Lagerbetrieb notwendigen Arbeitssicherheitsmassnahmen nur durch eine umfassende Gefahrenanalyse ermittelt werden: In einer solchen Analyse werden die Gefahren, abhängig von Tätigkeiten und Infrastruktur im Lagerhaus, ermittelt, nach Tragweite und Wahrscheinlichkeit bewertet und daraus Massnahmen abgeleitet. Die Aktualität und der Umsetzungsgrad der Massnahmen sind periodisch, zum Beispiel durch interne Audits, zu überprüfen.



Abb. 2: Warnhinweis auf der Tür eines CA-Lagerraums.



Abb. 3: Sicherheitsgitter am Fenster eines CA-Lagerraums.

erhalten, genau in diese Richtung. In verschiedenen Untersuchungen wurde die Wertschöpfungskette hinsichtlich Verlusten untersucht. Tatsache ist jedoch, dass zumindest in Industrieländern der grösste Anteil der Verluste auf Stufe Konsument anfällt, und nicht in den vorgelagerten Stufen.

Low Residue

Aufgrund des Drucks von Grossverteilern und Konsumenten wird der Einsatz von Pestiziden im Obstbau mehr und mehr eingeschränkt. Unter diesen Umständen gewinnt der «Low-Residue»-Ansatz an Bedeutung: Die Obstproduktion soll so erfolgen, dass möglichst wenige Rückstände von Pflanzenschutzbehandlungsmitteln auf den Früchten zurückbleiben. So bedenkenswert dieser Ansatz ist, so hat er doch den Nachteil, dass wegen der geringeren Rückstandskonzentrationen bei der Lagerung der mikrobiologische Verderb von Kern-

obst zunimmt. Es sind also Lösungen gefragt, die dieses Problem beheben. Wichtig ist dabei die Interaktion zwischen Schadorganismus (z.B. *Colletotrichum acutatum*) und dem Wirtsorganismus (Kernobst). Verderbniserreger können lange Zeit inaktiv sein, sich dann aber über Hyphen im Fruchtwesen einnisten beziehungsweise vermehren. Dabei kann der Verderbniserreger über Ausscheidung von Säuren das lokale Milieu so verändern, dass optimale Wachstumsbedingungen entstehen. Auf der anderen Seite kann die Frucht mit Abwehrmechanismen reagieren, zum Beispiel über die Bildung von Polyphenolen. Neben der Erforschung dieser Mechanismen und Interaktionen werden auch ganz praktische Ansätze verfolgt, um das Vorkommen und Wachstum von Mikroorganismen im Lagerraum und auf den Früchten zu beschränken. Die Bestrahlung mit UV-C-Licht oder die Behandlung mit Ozon sind dabei Ansätze, die in letzter Zeit häufig untersucht wurden. ■

Entreposage des fruits 2014

R É S U M É

La «lettre d'automne 2014» contient les recommandations concernant l'entreposage et la récolte des variétés principales écoulées sur le marché suisse. Ces recommandations n'ont pas changé par rapport à l'an dernier. Le deuxième volet est consacré à la sécurité au travail lors de l'entreposage des fruits dont les grands

principes sont exposés. Il convient en effet de se rendre compte des risques spécifiques liés à l'exploitation d'entrepôts à atmosphère contrôlée (risque d'étouffement) qui appellent un certain nombre de mesures de précaution.