

Hautbräuneverhinderung bei Maigold

Maigold gehört zu den wichtigsten fünf Apfelsorten der Schweiz. Sie ist aber stippe- und hautbräuneanfällig. Lagerversuche an der Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW während der letzten fünf Jahre zeigen, dass durch eine SmartFresh™ (MCP)-Behandlung im richtigen Reifezustand der Hautbräunefall bei einer CA-Lagerung bis im Juni stark vermindert und in den meisten Fällen sogar vollständig verhindert werden kann.

ERNST HÖHN, FRANZ GASSER, DANIEL BAUMGARTNER,
SÉVERINE GABIOUD, WERNER NAUNHEIM UND THOMAS EPPLER,
FORSCHUNGSANSTALT AGROSCOPE CHANGINS-WÄDENSWIL ACW
ernst.hoehn@acw.admin.ch

Maigold ist eine FAW-Kreuzung aus dem Jahr 1964 von Frautotacher × Golden Delicious. Sie ist stippeanfällig und hautbräunegefährdet, zeichnet sich aber durch eine gute Textur sowie ein beliebtes Aroma aus (Kellerhals et al. 2003). In den letzten Jahren wurden vermehrt Fälle von Hautbräune an Maigold gemeldet. Teilweise konnte das auf Lagerfehler zurückgeführt werden, beispielsweise zu hohe O₂-Gehalte in der Lageratmosphäre oder hohe Luftfeuchtigkeit. In einigen Fällen konnten keine Fehler gefunden werden. Mit der Bewilligung des Einsatzes von SmartFresh™ (MCP) steht seit 2005 eine neue Möglichkeit zur Verfügung, das Risiko von Hautbräunebefall an Maigold zu vermindern (Streif et al. 2002). In diesem Beitrag sollen die Resultate der ACW-Versuche in den Jahre 2002 bis 2006 vorgelegt und die Auswirkung von MCP auf den Hautbräunebefall sowie zusätzlich auf Qualitätsaspekte wie Fruchtfleischfestigkeit und Säuregehalt aufgezeigt werden. Daraus abgeleitet werden Empfehlungen zum optimalen Einsatz von MCP bei Maigold gegeben.

Wissensstand Hautbräune

Haut- oder Schalenbräune ist erkennbar an flächenhaften, meist nur unscharf begrenzten Verbräunungen der Apfelfruchthaut. Das unmittelbar darunter liegende Fruchtfleisch ist normalerweise gesund und unverändert. Die Verfärbungen können von kaum sichtbaren leichten Brauntönen bis zu stark schwarzbraun variieren. Die Hautbräune wird durch Oxidationsprodukte des im Apfel vorkommenden α -Farnesols verursacht. Allerdings ist noch nicht geklärt, welche der Abbauprodukte für die Fruchthaut toxisch sind. Es gibt zudem Hinweise, dass auch aus anderen Stoffen, beispielsweise aus der Linolsäure, Oxidationsprodukte entstehen, die zu Hautbräune führen. Äpfel enthalten auch Antioxidantien, die der Hautbräune entgegenwirken. Sie werden während der Lagerung langsam abgebaut und damit vermindert sich auch ihre Schutzwirkung. Ob Hautbräune auftritt oder nicht, hängt somit vom Vorkommen von Oxidationsprodukten und von Antioxidantien ab. Bekannt ist, dass die Induktionsperiode schon in den ers-

ten Lagermonaten abläuft und erst später Bräunungen sichtbar werden.

In der Literatur wird eine Vielzahl von Faktoren aufgeführt, welche die Hautbräuneanfälligkeit von Äpfeln beeinflussen können: die Veranlagung der Sorten, das Klima und die Witterung, Baumpflegemassnahmen, Erntezeitpunkt und Lagerfaktoren. Teilweise sind widersprüchliche Angaben zu finden. Erschwerend ist auch, wie Stoll (1997) erwähnt, dass vier verschiedene Typen von Hautbräune möglich sind. Durch Vorerntefaktoren wird die Neigung oder Prädisposition für Hautbräune festgelegt und nicht optimale oder ungünstige Lagerbedingungen können dann die Hautbräune auslösen. Dies zeigt sich jeweils daran, dass bei Früchten, die im gleichen Lagerraum eingelagert sind, je nach Herkunft ein Teil der Früchte frei von Hautbräune bleibt und Früchte anderer Herkünfte stark befallen sind.

Die Suche nach Massnahmen gegen Hautbräune ist weltweit seit langem im Gange. In Übersee und teilweise auch in Europa werden Antioxidantien wie Diphenylamin (DPA) bei Nacherntebehandlungen eingesetzt. Alternativen dazu sind Lagerung bei tiefen Sauerstoffgehalten oder Sauerstoffstress bei der Einlagerung (Zanella 2003). Durch die Einführung von SmartFresh™ (MCP) ergeben sich neue Möglichkeiten, Hautbräune zu verhindern. Ethylen beschleunigt die Bildung von α -Farnesol. Weil durch MCP die Ethylenbildung im Apfel unterbunden werden kann, wird auch die α -Farnesol-Bildung vermindert. Darauf beruht die Erwartung, dass durch eine MCP-Behandlung der Hautbräunebefall stark verzögert oder gar vollständig verhindert werden kann. Im Gegensatz dazu hat DPA keine Wirkung auf die α -Farnesol-Bildung, verhindert jedoch dessen weitere Oxidation (Watkins 2007).

Lagerversuche an der ACW

Seit 2002 werden an der ACW Lagerversuche mit Maigold verschiedener Herkünfte durchgeführt. Die meisten Früchte stammten aus einer Anlage mit Bäumen auf der Unterlage M27, die im Jahr 1993 gepflanzt wurden. In den Jahren 2002 bis 2004 wurden jeweils an vier Ernteterminen in wöchentlichen Abständen geerntet. Anschliessend wurden alle Früchte auf 4 bis 5 °C eingekühlt und für 24 Stunden in diesem Temperaturbereich belassen. Danach wurde ein Teil der Früchte bei einer Temperatur von 4 °C für die Dauer von 24 Stunden mit MCP behandelt, gemäss Vorgaben des Herstellers bei einer MCP-Konzentration von

625 ppb. Anschliessend wurden unbehandelte und behandelte Früchte einerseits im Kühllager bei 2 °C und andererseits unter CA-Bedingungen bei 3 °C, 90 bis 92% r.F., 3% CO₂ und 2% O₂ gelagert. Während der Kühllagerung wurde jeden Monat von November bis Mai eine visuelle Kontrolle auf Hautbräune vorgenommen. Aus dem Kühl- und dem CA-Lager wurden an insgesamt drei Terminen (Januar, Ende März und Ende Mai) Proben ausgelagert. Bei ihnen wurde ein Tag nach der Auslagerung und nach zehn Tagen Nachlagerung die Fruchtfleischfestigkeit, der Zuckergehalt (Brix) und der Gehalt an titrierbarer Säure (g Äpfelsäure/L) bestimmt.

Pflückzeitpunkt und Hautbräune

Aufgrund des Vergleichs der Erntewerte mit den empfohlenen Richtwerten (Tab. 1) lässt sich ableiten, dass der erste Pflückzeitpunkt im Erntejahr 2002 dem empfohlenen, optimalen Erntetermin entsprach. Die Früchte der Pflückzeitpunkte 2 bis 4 waren in der Reife etwas zu weit fortgeschritten. Dies ist ersichtlich aus den Fruchtfleischfestigkeitswerten, welche die Richtwerte unterschritten. Im Weiteren zeigte sich dies an den hohen Werten (> 4) für den Stärkeabbau (Jodtest) sowie den tiefen Werten für den Streif-Index.

Im Erntejahr 2003 lag die Fruchtfleischfestigkeit für alle Pflückzeitpunkte im empfohlenen Bereich. Die Zuckergehalte und der Stärkeabbau befanden sich beim ersten Pflücktermin im empfohlenen Bereich. Anhand des Reifeindex schienen die Früchte des ersten Pflückzeitpunkts zu wenig reif und diejenigen des vierten Pflückzeitpunkts zu fortgeschritten in der Reife. Im Erntejahr 2004 entsprach der erste Pflückzeitpunkt dem empfohlenen, optimalen Erntetermin. Die Früchte der Pflückzeitpunkte 2 bis 4 waren bezüglich ihrer Reife, basierend auf der Fruchtfleischfestigkeit, im empfohlenen Erntefenster, hingegen auf Grund des Stärkeabbaus zu weit fortgeschritten. Der Zuckergehalt lag für die Pflückzeitpunkte 2 und 3 innerhalb des Richtwerts, für den vierten war er schon etwas höher als der Wert, der das Ende des Erntefensters anzeigt.

Im Erntejahr 2005 lagen die Erntewerte der Früchte des ersten Pflückzeitpunkts im empfohlenen Erntefenster. Für die Früchte des zweiten Zeitpunkts zeigen die Zuckergehalte, der Stärkeabbau und der Reifeindex eine zu fortgeschrittene Reife an. Im Erntejahr 2006 zeigten Zuckergehalt, Stärkeabbau und Reifeindex einen eher fortgeschrittenen Reifegrad an. Die Fruchtfleischfestigkeit hingegen war noch etwas höher als 10 kg/cm² und zeigte knappe Pflückreife an.

Werden die Erntezeitpunkte hinsichtlich des Hautbräunebefalls gewertet, waren im Erntejahr 2002 die Pflückzeitpunkte 1 und 2 optimal. Im Erntejahr 2003 waren die Zeitpunkte 3 und 4 und im Erntejahr 2004 der Zeitpunkt 2 optimal. Optimal heisst, es trat jeweils an den unbehandelten Maigold kein oder der geringste Hautbräunebefall auf. Im Jahr 2005 zeigten die Früchte des ersten Pflückzeitpunkts weniger Hautbräunebefall als diejenigen des zweiten. Im Erntejahr 2006 konnte auch am Schluss der ganzen Lagersaison 2006/07 im Juni keine Hautbräune festgestellt werden. Dies zeigt, dass neben dem Pflückzeitpunkt ein

starker Jahreseinfluss zu verzeichnen war. Die Maigold des Erntejahrs 2003 waren sehr anfällig auf Hautbräune. Erster Befall war an den Früchten des Pflückzeitpunkts 1 schon im Dezember zu verzeichnen (Tab. 1). Zusätzlich war der Hautbräunebefall auch an Maigold anderer Herkünfte ausgeprägt.

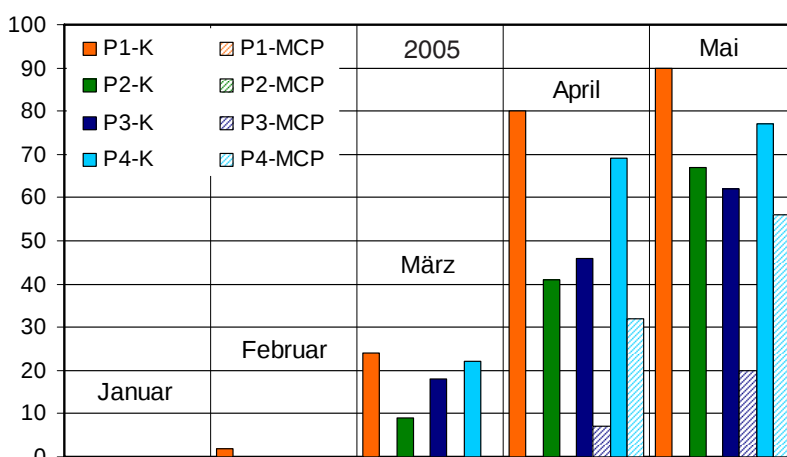
Pflückzeitpunkt, MCP und Hautbräune

Der Hautbräunebefall konnte in allen Versuchsjahren durch die MCP-Behandlung stark vermindert oder verhindert werden (Tab. 1). Ob MCP eine Wirkung zeigte oder nicht, war jedoch massgebend durch den Reifezustand bei der Behandlung bestimmt. Anhand der Resultate, die in der Lagersaison 2004/05 erzielt wurden, kann dies beispielhaft aufgezeigt werden. Der Hautbräunebefall trat an den früh geernteten, unbehandelten Früchten (Pflückzeitpunkt 1) bei der Auslagerung im Februar und an den später geernteten Früchten erst im März auf (Abb. 1). Durch die MCP-Behandlung konnte der Befall bei den Früchten der Pflückzeitpunkte 1 und 2 bis zur letzten Auslagerung im Mai verhindert werden. An den Früchten der beiden letzten Erntezeitpunkte konnte die Hautbräune durch die MCP-Behandlung nur bis zur Auslagerung im März verzögert werden; im April und Mai zeigte sich Befall. An den Früchten der Pflückzeitpunkte 1 und 2 handelte es sich um den Hautbräunetyp α (normale Hautbräune). Bei den späteren Pflückzeitpunkten lag vermutlich der Hautbräunetyp β oder Altershautbräune vor.

In der Lagersaison 2003/04 konnte die Hautbräune an unbehandelten Früchten schon nach zweimonatiger Lagerung festgestellt werden (Tab. 1). Scheinbar trat nur der Hautbräunetyp α auf; das heisst, je früher die Früchte gepflückt wurden, desto früher und stärker war der Befall. Durch die MCP-Behandlung konnte er vollständig verhindert werden. An Früchten des Erntejahrs 2002 konnte die Hautbräune erst nach fünfmonatiger Lagerung festgestellt werden. Scheinbar trat nur der Hautbräunetyp β auf. Das heisst, je später die Früchte gepflückt wurden, desto früher und stärker war der Befall. Durch MCP konnte der Hautbräunebefall bis im April verhindert werden. Bei den späteren Auslagerungen konnte der Be-

Abb. 1: MCP-Behandlung und Hautbräune im Kühllager, Lagersaison 2004/05 (P = Pflückzeitpunkt, K = Kontrolle; MCP = MCP-Behandlung) Fehlende Säulen = kein Hautbräunebefall.

Hautbräunebefall (% befallene Früchte)



Tab. 1: Hautbräune (HB, in % befallene Früchte) an Maigold im Kühllager in Abhängigkeit von Pflückzeitpunkt (P), Erntewerten und MCP-Behandlung (MCP); Erntejahre 2002 bis 2006. K = Kontrolle, FFF = Fruchtfleischfestigkeit.

Jahr	P	Datum	Erntewerte				Hautbräunebefall [% befallene Früchte]					
			FFF (kg/cm ²)	Zucker (°Brix)	Stärke (Jod 1-10)	Reife- index	April		Mai		erstes Auftreten	
							K	MCP	K	MCP	K	MCP
2002	1	25.09.2002	8.5	12.8	4.0	0.181	3	0	3	0	April	keine
	2	02.10.2002	7.6	12.8	5.0	0.132	0	2	21	2	Mai	April
	3	09.10.2002	7.6	13.0	6.6	0.090	0	0	16	12	Mai	Mai
	4	16.10.2002	7.1	13.5	8.5	0.062	18	0	38	17	April	Mai
2003	1	17.09.2003	10.0	13.0	3.1	0.275	88	0	89	0	Dez	keine
	2	24.09.2003	9.7	13.4	4.2	0.180	42	0	55	0	Jan	keine
	3	01.10.2003	9.2	13.8	4.0	0.176	3	0	39	0	April	keine
	4	08.10.2003	9.0	14.4	5.4	0.116	10	0	13	0	April	keine
2004	1	29.09.2004	9.4	12.0	4.0	0.187	80	0	90	0	Feb	keine
	2	06.10.2004	9.1	12.5	5.0	0.152	41	0	67	0	März	keine
	3	13.10.2004	8.7	13.0	6.0	0.108	46	7	62	20	März	April
	4	20.10.2004	8.6	13.6	6.0	0.102	69	32	77	56	März	April
2005	1	04.10.2005	9.2	12.6	5.0	0.152	10	0	33	0	April	keine
	2	14.10.2005	9.0	14.0	7.2	0.091	44	4	61	8	April	April
2006		13.10.2006	10.4	14.5	5.0	0.160	0	0	0	0	keine	keine
Empfohlenes Erntefenster			8 - 10	11.5 - 13	3 - 4	0.22 - 0.16						

fall mit MCP vermindert, aber nicht verhindert werden. Im Jahr 2005 konnte durch die MCP-Behandlung Hautbräune bei den Früchten des ersten Pflückzeitpunkts vollständig verhindert und bei denen des späteren Pflückzeitpunkts um einen Monat verzögert werden. Im Jahr 2006 trat weder an den unbehandelten noch an den behandelten Früchten Hautbräune auf.

CA-Lagerung und Hautbräune

Generell wurde im CA-Lager im Vergleich mit dem Kühllager der Hautbräunebefall stark vermindert oder in den meisten Fällen auch ohne MCP-Behandlung verhindert. In der Lagersaison 2004/05 konnte der Befall durch die MCP-Behandlung jedoch auch im CA-Lager nicht vollständig verhindert werden (Tab. 2). Interessant war, dass in der Lagersaison 2003/04 im CA-Lager an MCP-behandelten Früchten

auch bei der letzten Auslagerung im Mai keine Hautbräune festgestellt werden konnte.

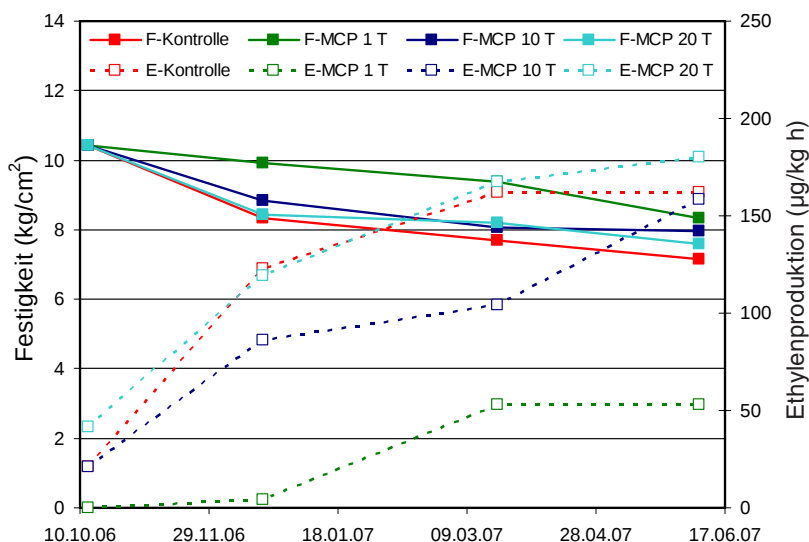
Ethylenbildung und MCP

Es ist bekannt, dass die Blockierung der Ethylenbildung durch MCP insbesondere bei Maigold nach einer gewissen Lagerzeit abnimmt oder gänzlich wegfällt. Dies wurde auch in den Lagerversuchen an ACW beobachtet. Am Beispiel der Lagersaison 2006/07 kann dies gezeigt werden (Abb. 2). In diesem Versuch wurde die Wirkung der MCP-Behandlung in Abhängigkeit von der Wartezeit zwischen Ernte und Behandlungszeitpunkt überprüft. Es zeigte sich, dass nur die rasche Behandlung nach der Ernte eine nachhaltige Wirkung hatte. Die Ethylenbildung und das Weichwerden setzten an den mit Verzögerung behandelten Proben rascher ein als an denjenigen, die sofort behandelt wurden.

Qualität und MCP

Die Fruchtfleischfestigkeit ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal. Für die Sorte Maigold ist ein Mindestwert von 5 kg/cm² erforderlich. Der Fruchtfleischfestigkeitsabbau von Maigold wurde durch die MCP-Behandlung verlangsamt. MCP wirkte sich auch während des «Shelf-life» günstig auf die Fruchtfleischfestigkeit aus. Allerdings zeigte MCP keine Auswirkungen bei den Früchten der späteren Erntetermine. Nur eine MCP-Behandlung zum richtigen Zeitpunkt verzögert somit das Weichwerden während des Verkaufs. Im Zuckergehalt ergaben sich keine Unterschiede zwischen Kontrollfrüchten und behandelten Früchten. Hingegen wurde der Säureabbau durch MCP verlangsamt. Mit Ausnahme der Früchte der späteren Pflückzeitpunkte, die im Juni ausgelagert wurden, wiesen die MCP-behandelten Früchte im Vergleich

Abb. 2: MCP-Behandlung, Fruchtfleischfestigkeit (F) und Ethylenproduktion (E) im Kühllager (P = Pflückzeitpunkt, K = Kontrolle; MCP = MCP-Behandlung).



Tab. 2: Fruchtfleischfestigkeit (FFF), titrierbare Säure (TA) und Hautbräunebefall im Kühllager (KL) und CA-Lager (CA) in Abhängigkeit vom Pflückzeitpunkt (P) und Lagerdauer, Lagersaison 2004/05; HB = % befallene Früchte mit Hautbräune, FFF = Fruchtfleischfestigkeit (kg/cm²), TA = titrierbare Säure in g Äpfelsäure/L.

Auslagerung	Verfahren	P1			P2			P3			P4		
		HB	FFF	TA	HB	FFF	TA	HB	FFF	TA	HB	FFF	TA
1. Auslagerung (06.01.2005)	KL	0	7.0	5.7	0	7.3	6.4	0	7.2	5.4	0	7.3	6.0
	KLMCP	0	9.2	7.7	0	8.6	7.6	0	8.2	7.7	0	8.1	6.7
	CA	0	8.7	7.7	0	9.2	7.5	0	8.4	2.9	0	8.1	6.8
	CAMCP	0	8.9	8.0	0	9.1	8.1	0	8.6	7.6	0	8.5	7.3
2. Auslagerung (29.03.2005)	KL	80	6.6	1.3	41	6.6	2.3	46	6.9	1.8	69	6.9	4.0
	KLMCP	0	8.3	3.6	0	7.4	4.0	7	6.9	2.9	32	7.0	2.5
	CA	1	7.6	5.5	0	7.2	6.4	0	7.2	4.5	0	7.2	4.8
	CAMCP	0	9.6	6.2	0	8.8	6.2	0	8.6	5.7	0	8.4	5.3
3. Auslagerung (30.05.2005)	KL	90	-	-	67	-	-	62	-	-	77	-	-
	KLMCP	0	-	-	0	-	-	20	-	-	56	-	-
	CA	24	6.8	4.4	0	6.3	4.9	5	6.3	3.4	26	6.7	3.4
	CAMCP	0	9.3	5.6	0	8.9	5.0	0	8.7	4.9	0	8.2	4.0

mit den Kontrollfrüchten bei der Auslagerung und nach der Nachlagerung höhere Säuregehalte auf.

Schlussfolgerungen

An Maigold tritt sowohl die eigentliche Hautbräune Typ α als auch die Altershautbräune Typ β auf. Der Hautbräunebefall wird somit massgebend durch den Pflückzeitpunkt respektive Reifegrad bei der Ernte beeinflusst. Der Hautbräunebefall war jahresabhängig. Der stärkste Befall war im Erntejahre 2003 zu verzeichnen. Er ist auch von der Lagerdauer abhängig: Je länger gelagert wird, desto stärker tritt Hautbräune auf. Im Kühllager tritt sie früher und meist stärker auf als im CA-Lager. Die MCP-Behandlung verzögerte den Hautbräunebefall von Maigold und verlangsamte den Fruchtfleischfestigkeits- und Säureabbau. MCP verhindert bei zu knappem oder zu wenig fortgeschrittenem Reifegrad das Auftreten von Hautbräune im Kühl- und CA-Lager. Allerdings ist dann die Nachreifung stark eingeschränkt und die Essqualität ungenügend. Eine MCP-Behandlung bei zu fortgeschrittenem Reifegrad zeigte nur eine eingeschränkte oder keine Wirkung. Im CA-Lager hat MCP den Hautbräunebefall bisher vollständig verhindert, auch nach längerer Lagerung, das heisst bei den Auslagerungen Ende Mai oder Anfang Juni. Auch nach zehntägiger Nachlage-

rung bei 20 °C konnte keine Hautbräune beobachtet werden.

Vorläufige Empfehlung: Eine MCP-Behandlung für die Kühllagerung sowie für eine mittel- bis langfristige CA-Lagerung von Maigold ist zu befürworten. Die Früchte sollten einen mittleren Reifegrad aufweisen. Das optimale Erntefenster für eine MCP-Behandlung liegt im folgenden Bereich: Fruchtfleischfestigkeit 8.5 bis 9.5 kg/cm² (etwas tiefer, als bisher für die CA-Lagerung empfohlen), Zuckergehalt 11.5 bis 13 °Brix, Stärkeabbau 4 bis 5 (etwas fortgeschrittener, als bisher für die CA-Lagerung empfohlen) und Reifeindex 0.21–0.13 (etwas tiefer, als bisher für die CA-Lagerung empfohlen).

Literatur

Die Literaturliste ist bei den Autoren erhältlich.

RÉSUMÉ

Prévention de l'échaudure sur la Maigold

La Maigold représente 10 à 15% des stocks de pommes de table entreposés en Suisse et figure ainsi parmi les cinq variétés de pommes majeures dans notre pays. Malheureusement, elle est sensible à l'échaudure. Des essais d'entreposage menés par l'ACW durant les cinq dernières années ont montré qu'un traitement SmartFresh™ (MCP) effectué au bon stade de maturation parvenait à retarder fortement l'échaudure en chambre réfrigérée et qu'en entrepôt AC, elle pouvait même être pratiquement enrayée jusqu'au mois de juin. De plus, le MCP ralentit la perte de fermeté de la chair et la dégradation de l'acidité.