


Entreposage frigorifique de pommes Mairac® en atmosphère contrôlée AC et ULO

J.-P. SIEGRIST et P.-Y. COTTER, Agroscope RAC Changins, Centre des Fougères, CH-1964 Conthey

 E-mail: jean-pierre.siegrist@rac.admin.ch
Tél. (+41) 27 34 53 511.

Résumé

Un essai d'entreposage frigorifique de pommes Mairac® a été réalisé durant trois ans. L'objectif était de comparer les conditions d'atmosphère contrôlée AC et ULO (*Ultra Low Oxygen*) et de définir les valeurs de la fenêtre optimale de maturité de récolte. La variante ULO s'est révélée la meilleure sur le plan qualitatif; elle a permis de maintenir la fermeté et l'acidité des fruits et de réduire fortement le développement de la maladie du brunissement du cœur ainsi que l'intensité des symptômes. L'entreposage dans ces conditions d'atmosphère permet de conserver la qualité des pommes et de limiter l'apparition de maladies jusqu'au mois de mai.

Introduction

La nouvelle variété Mairac® est une obtention du Centre des Fougères d'Agroscope RAC Changins à Conthey. Elle est issue du croisement Gala × Mairgold, effectué en 1986 à Conthey. Mairac® est le nom de marque utilisé pour la commercialisation de la variété protégée La Flamboyante. Cette nouvelle variété est diffusée par la société VariCom S.à r.l. Mairac® a été décrite dans diverses publications (Sansavini *et al.*, 2005; Guerra et Österreicher, 2004; Rapillard *et al.*, 2003). Ses qualités principales sont une chair ferme et juteuse, avec une note acidulée rafraîchissante. Son fruit mûr est rouge vif. Mairac® est classée parmi les variétés de conservation. Pour les besoins du commerce et des entrepositaires, il est nécessaire de déterminer les conditions et la durée potentielle de stockage. Afin de garantir une bonne conservation des fruits, il est également primordial de définir le stade optimal de maturité de récolte.

Le but de cet essai est de préciser les valeurs de la fenêtre optimale de ma-

rité de récolte et les meilleurs paramètres de teneur en gaz carbonique (CO₂) et en oxygène (O₂). Des paramètres d'entreposage optimaux permettent de préserver au mieux les qualités gustatives et de limiter l'apparition de défauts internes.

Matériel et méthodes

Les fruits utilisés pour réaliser cet essai répété sur trois saisons proviennent de vergers situés en Valais et dans le bas-

sin lémanique. Certains vergers ne se retrouvent pas chaque année dans l'essai de conservation et l'un d'eux est cultivé en production biologique (Saxon bio). Les caractéristiques des vergers et les variantes de récolte sont présentées dans le tableau 1.

A l'approche du début des cueillettes, des tests de maturité préliminaires ont été pratiqués sur quelques vergers et comparés aux valeurs de référence de la fenêtre optimale de maturité. L'aspect extérieur des fruits (couleur de fond, coloration, développement et détachement du pédoncule) également été pris en considération pour déterminer la première cueillette. Sur plusieurs vergers, trois récoltes ont été faites en 2002, puis uniquement deux pour les années suivantes. Les valeurs de la fenêtre optimale de maturité de récolte testée pour les cueillettes de cet essai ont été les suivantes:

- Brix entre 11,5 et 13%
- fermeté entre 8,2 et 10 kg/cm²
- teneur en amidon entre les notes 4 et 6
- acide malique entre 8 et 10 g/l
- indice Streif entre 0,105 et 0,217.

Tableau 1. Caractéristiques des vergers de pommes Mairac® et nombre de récoltes par année.

Verger	Plantation	Forme	Distance (m)	Porte-greffe	2002 Nbre de récoltes	2003 Nbre de récoltes	2004 Nbre de récoltes
Etoy	2000	Fuseau	4 × 1,5	M9 EMLA	3	2	2
Prangins	1999	Fuseau	4 × 1,3	M9 EMLA	3	2	2
Saxon	1997	Fuseau	4 × 1,5	M9 EMLA	3	2	2
Saxon bio	1997	Fuseau	4 × 1,5	M9 EMLA	3	2	2
Conthey DSP	1999	Solaxe	4 × 1,2	M9 EMLA	2	2	2

Tableau 2. Variantes d'entreposage AC et ULO de 2002 à 2004.

Variantes atmosphère	TP °C	HR %	CO ₂ %	O ₂ %
AC	3	92-94	3,0	2
ULO	3	92-94	1,5	1

Les analyses de Brix, de fermeté et d'acide malique ont été réalisées à l'aide du laboratoire automatique «Pimprenelle» sur un échantillon de 25 pommes et le test amidon a été fait sur 10 fruits. La marchandise destinée à l'entreposage a été immédiatement refroidie et maintenue à une température de 3 °C avec une humidité relative entre 92 et 94%. Des tests préliminaires ont démontré que Mairac® est sensible au froid et qu'une température inférieure à 3 °C peut provoquer des dégâts d'échaudure molle. Dès que la première récolte des vergers a été terminée et que les fruits ont été totalement refroidis, les variantes d'atmosphère décrites dans le tableau 2 ont été établies par rinçage à l'azote selon la pratique usuelle. L'opération a été répétée avec les fruits des récoltes suivantes. Le contrôle des lots en conservation a eu lieu en février et en mai sur un échantillon de 80 fruits par variante et par verger. Les lots ont été placés dans un local de maturation pendant sept jours à 19 °C et ensuite examinés: 50 fruits par échantillon ont été coupés pour dénominer et déterminer les diverses maladies dues à l'entreposage. La qualité de 25 pommes de tous les lots a été analysée par le laboratoire «Pimprenelle». L'état sanitaire et qualitatif reflète ainsi la situation effective au moment où les fruits sont en général consommés.

Résultats et discussion

Saison 2002-2003

En fonction des critères de maturité de récolte, la première cueillette de 2002 a eu lieu entre le 5 et le 17 septembre selon la situation des vergers. Les résultats des analyses à la récolte figurent dans le tableau 3. Les premières récoltes ont été effectuées volontairement tôt pour observer l'incidence en conservation. Cela explique notamment que quelques valeurs de % Brix et d'amidon ne sont pas encore dans la fenêtre optimale de maturité. A l'inverse, les résultats des troisièmes récoltes se situent plutôt après la fenêtre optimale. La comparaison des deux procédés de conservation AC et ULO montre que les différences se situent surtout au ni-

Tableau 3. Résultats des analyses des trois récoltes de pommes Mairac® en 2002 en relation avec la fenêtre optimale de maturité.

Provenance	Date de récolte	Poids (g)	Brix (%)	Fermeté (kg)	Acide malique (g/l)	Amidon 1-10 (note)	Indice Streif
Première récolte							
Saxon bio	5 sept. 2002	143	10,9	10,5	9,8	1,0	0,963
Saxon	12 sept. 2002	157	11,4	9,5	6,4	3,7	0,225
Conthey 614	12 sept. 2002	181	11,7	8,4	8,1	5,5	0,131
St-Prex	17 sept. 2002	200	11,3	8,7	9,4	3,3	0,233
Prangins	17 sept. 2002	193	12,5	9,2	9,6	5,4	0,136
Conthey DSP	12 sept. 2002	188	11,8	8,6	8,4	5,5	0,133
Deuxième récolte							
Saxon bio	12 sept. 2002	151	10,8	9,4	10,0	2,8	0,311
Saxon	19 sept. 2002	157	12,0	9,2	9,8	4,6	0,167
Conthey 614	19 sept. 2002	169	12,1	8,3	8,1	6,6	0,104
St-Prex	24 sept. 2002	197	12,2	8,3	9,8	4,9	0,139
Prangins	24 sept. 2002	204	13,8	8,1	9,8	5,6	0,105
Conthey DSP	19 sept. 2002	190	11,5	7,9	9,0	5,8	0,118
Troisième récolte							
Saxon bio	26 sept. 2002	173	13,3	8,8	9,6	5,1	0,130
Saxon	3 oct. 2002	169	13,1	8,5	9,8	5,3	0,122
Conthey 614	26 sept. 2002	185	13,3	7,9	7,4	6,0	0,099
St-Prex	1 oct. 2002	232	12,6	7,8	9,0	6,6	0,093
Prangins	1 oct. 2002	178	13,3	8,8	9,9	6,1	0,108
Conthey DSP	26 sept. 2002	202	13,0	8,0	8,1	6,9	0,089
Début de la fenêtre optimale de maturité			11,5	10,0	10,0	4,0	0,217
Fin de la fenêtre optimale de maturité			13,0	8,2	8,0	6,0	0,105

 Avant la fenêtre optimale de récolte

 Après la fenêtre optimale de récolte

veau de la fermeté et de la teneur en acide malique (tabl. 4). La teneur en sucre, même si elle est souvent supérieure dans la variante ULO, n'est pas significativement différente. Pour les trois dates de récolte et les deux contrôles de février et de mai, la variante ULO permet de maintenir nettement mieux et de manière significative la fermeté et la teneur en acide malique. Les figures 1 et 2 illustrent les résultats moyens des différents vergers. Ces résultats, supérieurs avec la variante ULO dans ces deux paramètres, se retrouvent dans tous les lots des vergers et l'écart entre les deux variantes augmente avec la durée d'entreposage. Cet avantage se traduit par une prolonga-

tion de la durée de stockage de quatre à six semaines avec la variante ULO. Si l'on compare les trois dates de récoltes, les premières obtiennent régulièrement des résultats analytiques supérieurs, mais les fruits manquent de coloration et sont pénalisés sur le plan de la présentation. A l'inverse, les fruits de troisième récolte sont très colorés et présentent bien, mais ils déçoivent par leur manque de fermeté et de jutosité. Ce sont donc les fruits des deuxièmes récoltes qui donnent les meilleurs résultats gustatifs et visuels.

Les maladies généralement observées sur les fruits après entreposage sont surtout les taches amères, les fissures dans la chair, le brunissement de la chair dû

Tableau 4. Résultats d'analyses des pommes Mairac® à la récolte et après conservation en AC et ULO, en février et mai, durant trois années. Les valeurs correspondent à la moyenne des vergers considérés.

		ANNÉES		2002				2003				2004					
		Résultats		1 ^{re} récolte		2 ^e récolte		3 ^e récolte		1 ^{re} récolte		2 ^e récolte		1 ^{re} récolte		2 ^e récolte	
Contrôles Récoltes	Brix (%)			11,6	12,1	13,1	11,8	12,2	12,7	12,5							
	Fermeté (kg)			9,2	8,5	8,3	9,8	9,6	9,7	9,0							
	Acide malique (g/l)			8,6	9,4	9,0	9,0	8,5	10,3	9,9							
	Amidon 1-10 (note)			4,1	5,1	6,0	5,6	6,1	5,0	5,9							
	Indice Streif			0,304	0,157	0,107	0,093	0,093	0,159	0,130							
		Variantes		AC		ULO		AC		ULO		AC		ULO			
Contrôles de février	Brix (%)	13,5	13,7	13,5	13,9	13,6	13,9	14,3	14,7	14,3	14,5	14,7	14,7	14,6	14,6		
	Fermeté (kg)	7,8	8,0	7,5	7,7	7,4	7,5	7,5	7,9	7,2	8,0	6,5	6,5	6,4	6,4		
	Acide malique (g/l)	6,3	7,5	7,7	7,8	7,2	7,3	7,0	7,2	6,5	7,0	7,6	7,6	7,3	7,4		
	Brunissement du cœur (%)	2,3	0,0	1,9	0,0	3,3	0,7	0,4	0,8	0,4	0,0	2,3	0,0	1,9	0,0		
	Perte de poids (%)	2,1	2,4	2,4	2,5	1,7	1,8	2,5	2,7	3,1	2,6	1,6	1,4	1,7	1,6		
Contrôles de mai	Brix (%)	13,2	13,3	13,3	13,7	13,5	13,7	14,1	14,3	14,3	14,4	13,9	13,8	14,4	14,0		
	Fermeté (kg)	7,0	7,4	6,6	7,1	6,6	6,8	7,0	7,3	6,8	7,4	5,9	6,2	5,8	5,8		
	Acide malique (g/l)	6,3	6,7	6,3	6,6	5,9	6,0	6,0	6,3	6,0	6,2	6,5	6,5	6,1	6,4		
	Brunissement du cœur (%)	36,8	4,3	24,6	4,6	41,5	8,7	4,1	4,5	5,4	2,6	36,8	4,3	24,6	4,6		
	Perte de poids (%)	2,6	2,7	2,8	3,1	2,3	2,2	2,5	2,7	3,1	2,6	2,4	1,8	2,2	1,6		

à de la sénescence et le brunissement du cœur. On sait que l'apparition des taches amères dépend du verger uniquement. Les fissures dans la chair (fig. 3) sont des fentes étroites d'environ 1 mm sur 5 à 15 mm. Elles se situent autour des loges, au nombre de 1 à 4 et ne modifient pas la couleur de la chair. Les qualités gustatives de la pomme n'étant pas altérées par ces fissures, elles sont donc sans conséquences commerciales. Le brunissement de la chair dû à la sénescence apparaît sur des fruits récoltés à un stade de maturité trop avancé (fig. 4). Les fruits atteints sont rares dans cet essai. Toutes ces maladies sont occasionnelles et ne sont pas discutées dans cet article.

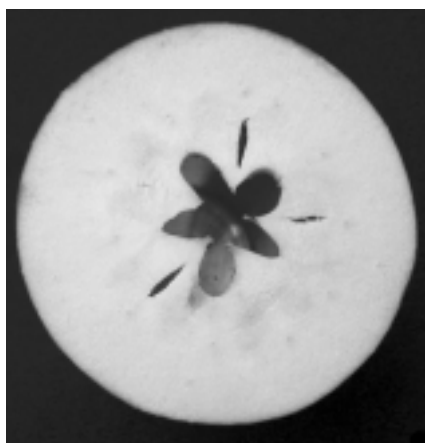


Fig. 3. Fissures dans la chair de la pomme Mairac®.

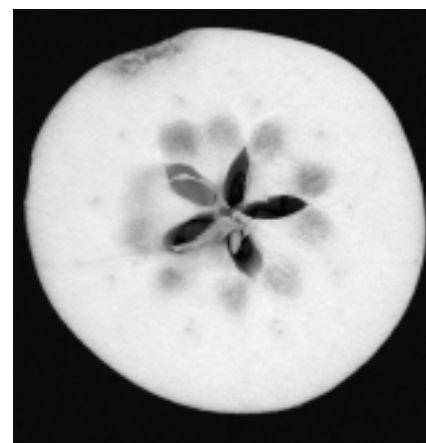


Fig. 4. Brunissement du cœur de la pomme Mairac®.

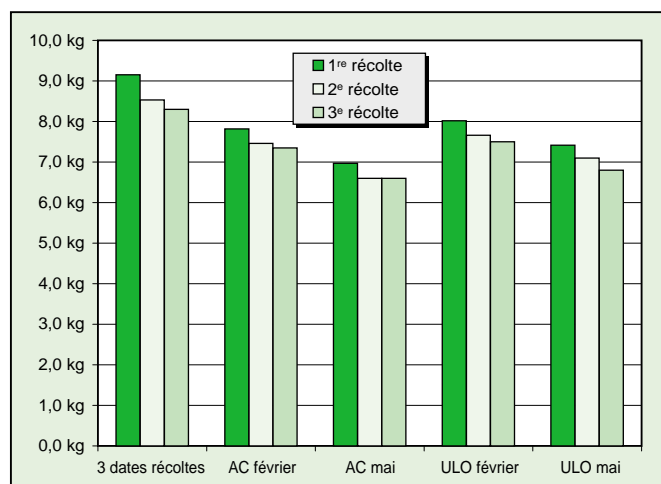


Fig. 1. Fermeté de la pomme Mairac® pour trois dates de récoltes en 2002 et après conservation en AC et ULO en février et mai. Les valeurs correspondent à la moyenne de cinq vergers.

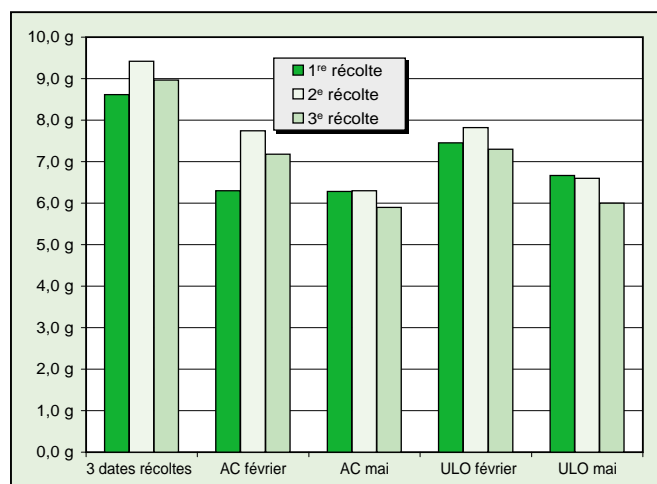


Fig. 2. Acide malique de la pomme Mairac® pour trois dates de récoltes en 2002 et après conservation en AC et ULO en février et mai. Les valeurs correspondent à la moyenne de cinq vergers.

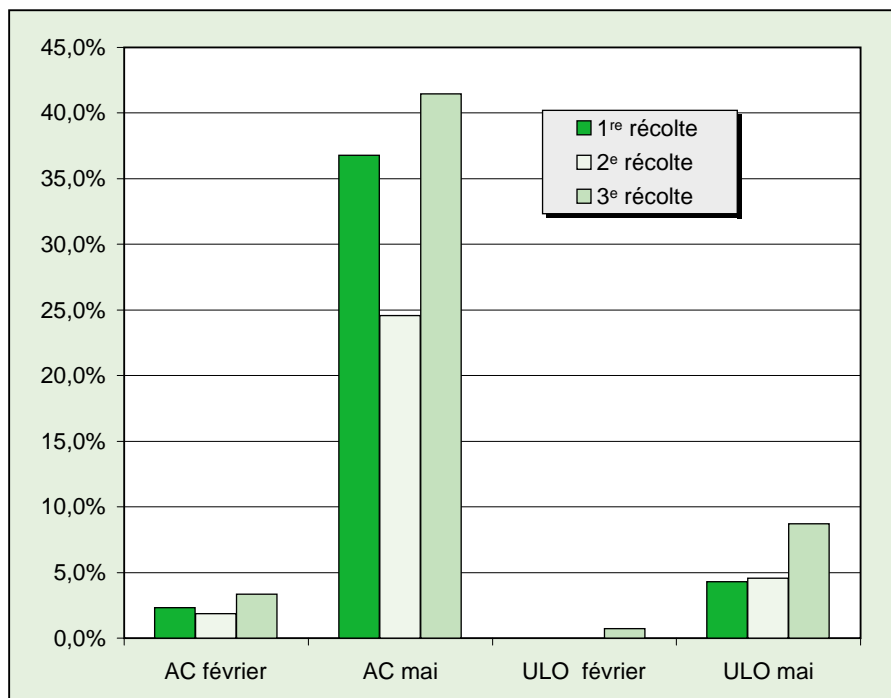


Fig. 5. Dégâts de brunissement du cœur de la pomme Mairac® après conservation en AC et ULO en février et mai en fonction de trois dates de récoltes en 2002. Les valeurs correspondent à la moyenne de cinq vergers selon les variantes d'atmosphère, les dates de récoltes et les contrôles.

En revanche, le brunissement du cœur, la principale maladie observée en entreposage, s'est manifestée dans ces essais. Au premier contrôle de février, les dégâts étaient rares et discrets. En mai, le brunissement du cœur était en général important dans la variante AC, tandis que la variante ULO a permis de réduire de manière significative la proportion et l'intensité des symptômes (fig. 5). La maladie, même si elle touchait toutes les variantes de récolte en mai 2003, a été bien maîtrisée en condition ULO, à l'exception du verger de Saxon (tabl. 5). L'importante proportion de fruits de la récolte 2002 touchés peut s'expliquer par l'âge des arbres entre trois et cinq ans. Comme c'est souvent le cas pour les variétés sensibles, la

production d'arbres jeunes ou peu chargés ne se prête pas à un stockage de longue durée.

Saison 2003-2004

En 2003, l'essai a été reconduit avec deux dates de récoltes uniquement, l'expérience de l'année précédente ayant permis de mieux cibler les cueillettes par rapport aux valeurs de la fenêtre optimale de maturité. Les résultats à la récolte des différents vergers sont présentés dans le tableau 4. La grande majorité de ces derniers se situent dans les limites de la fenêtre optimale de maturité. Les analyses, effectuées après stockage en février et mai, ont donné

des résultats en tous points semblables à ceux obtenus en 2002, à savoir une meilleure fermeté, une teneur en acide malique supérieure dans la variante ULO et peu de différence de teneur en sucres. Comparativement à 2002, les résultats de 2003 montrent que peu de fruits sont touchés par les maladies de conservation. Celles-ci dépassent rarement le seuil d'acceptabilité de 8% et la différence de résultats entre les deux conditions d'atmosphère n'est pas significative.

Saison 2004-2005

En 2004, le dégât de brunissement du cœur s'est à nouveau manifesté dans des proportions importantes, notamment dans les vergers de Saxon, Saint-Prex et Conthey DSP. Les résultats de cette saison confirment ceux obtenus en 2002 (tabl. 4). Les conditions d'atmosphère ULO ont à nouveau réduit considérablement le pourcentage de dégâts et l'intensité des symptômes. Les analyses qualitatives n'ont pas mis en évidence des différences entre les variantes d'atmosphère; par contre, la perte de fermeté durant l'entreposage a été importante comparée aux années précédentes. La fermeté moyenne des fruits a été inférieure à celle de 2002 et 2003 de près de 1 kg en moyenne, alors qu'à la récolte, elle était analogue. Cette perte de fermeté durant le stockage des fruits de la récolte 2004, anormalement élevée, a été observée également sur d'autres variétés comme Gala, Golden Delicious et Maigold. Ce problème de fermeté est probablement dû aux conditions climatiques de l'année.

Recommandations pour la pratique

La fenêtre optimale de maturité de récolte testée dans cet essai fournit une aide déterminante pour cueillir la marchandise au stade idéal pour l'entreposage. L'arboriculteur dispose en général de sept à dix jours pour effectuer ses récoltes dans les limites de la fenêtre. Les conditions d'atmosphère AC et ULO, comparées durant trois ans, montrent que les fruits de la variante ULO gardent une meilleure qualité gustative, notamment sur le plan de la fermeté et de l'acidité. A cela s'ajoute un développement réduit de la maladie du brunissement du cœur dans les fruits au mois de mai. Ces conditions d'entreposage seront donc intégrées dans la liste des recommandations proposées chaque automne aux entrepositaires.

Tableau 5. Dégâts de brunissement du cœur de la pomme Mairac® le 9 mai 2003.

Variantes récolte	1 ^{re} récolte	2 ^e récolte	3 ^e récolte	1 ^{re} récolte	2 ^e récolte	3 ^e récolte	Moyennes par verger
Variantes AC	AC			ULO			
Saxon	40,0%	24,0%	48,0%	14,0%	6,0%	28,0%	26,7%
Prangins	10,0%	26,0%	38,0%	2,0%	4,0%	6,0%	14,3%
St-Prex	57,8%	32,5%	40,0%	4,4%	7,5%	2,5%	24,1%
Conthey 614	30,0%	28,0%	48,0%	0,0%	6,0%	6,0%	19,7%
Saxon bio	34,0%	14,0%	28,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,7%
Conthey DSP	57,1%	48,6%		5,7%	8,6%		30,0%
Moyennes	38,2%	28,8%	40,4%	4,4%	5,3%	8,5%	20,9%

Conclusions

- ❑ Les limites de la fenêtre optimale de maturité de récolte utilisées dans cet essai ont fait leurs preuves; elles constituent une aide précieuse pour l'arboriculteur et une sécurité pour l'entrepositaire.
- ❑ Les conditions d'atmosphère ULO (1,5% de CO₂ et 1% d'O₂) permettent de réduire la part de fruits atteints par le brunissement du cœur en fin de période de stockage et de diminuer la gravité des symptômes.
- ❑ La fermeté de la chair ainsi que la teneur en acide malique sont supérieures en conditions ULO. Les qualités gustatives sont ainsi mieux préservées pour le consommateur.
- ❑ En conditions ULO, la durée de l'entreposage est possible jusqu'au mois de mai; en AC, la limite se situe en mars.

Bibliographie

- Guerra W. & Österreicher J., 2004. La Flamboyante-Mairac®. *Obstbau-Weinbau* **41** (11), 347-349.
- Rapillard Ch., Darbellay Ch. & Schürch Andréas, 2003. Mairac, nouvelle variété de pomme suisse. *Revue suisse de Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (2), 87-90.
- Sansavini S., Belfanti E., Costa F. & Donati F., 2005. European apple breeding programs turn to biotechnology. *Chronica Horticulturae* **45** (2), 16-19.

Summary

Cold storage of Mairac® apples in controlled atmosphere CA and ULO

The cold storage of Mairac® apples was tested from 2002 to 2004. The objective was to compare the cold storage in controlled atmosphere CA and ULO (Ultra Low Oxygen) and to determine the optimal harvest period.

The cold storage of Mairac® apples in ULO gave the best results. Quality parameters such as firmness and malic acid content of the fruits were better and the propagation and intensity of core browning was reduced. The cold storage of Mairac® apples in ULO conditions allows maintaining the quality and reducing the brown heart disease till the month of May.

Key words: storage, ULO, apples, controlled atmosphere, core browning, quality.

Zusammenfassung

Kühlagerung vom Mairac® Äpfeln in kontrollierter- und ULO- Atmosphäre

Ein Kühlagerungsversuch mit Mairac® Äpfeln wurde während 2002 bis 2004 durchgeführt. Das Ziel war die KA- und die ULO-Kühlagerung zu vergleichen, sowie den optimalen Erntezeitpunkt zu bestimmen. Die ULO-Kühlagerung erwies sich als das bessere Verfahren. Qualitätsbestimmende Parameter wie Fleischfestigkeit und Apfelsäuregehalt der Früchte wurden besser beibehalten. Weiter konnte mit der ULO-Kühlagerung die Ausbreitung und die Intensität der Kernhausbräune signifikant reduziert werden. Bei optimalem Erntezeitpunkt kann mit einer ULO-Kühlagerung die Qualität von Mairac® Äpfeln bis in den Monat Mai erhalten und das Auftreten von Krankheiten beschränkt werden.

Riassunto

Prova di conservazione frigorifera della mele Mairac® in atmosfera controllata AC e ULO

Una prova di frigoconservazione della mela Mairac® (La Flamboyante) è stata realizzata sulla durata di tre anni.

L'obiettivo era di comparare le condizioni di atmosfera controllata AC e ULO (*Ultra Low Oxygen*) e di definire i valori della finestra ottimale di maturità per la raccolta. La variante ULO è risultata la migliore sul piano qualitativo, i frutti restano più sodi e più acidi: Lo sviluppo della malattia dell'imbrunimento del cuore è fortemente ridotto così come l'intensità dei sintomi. La conservazione in condizioni di atmosfera controllata mantiene la qualità delle mele e limita l'apparizione della malattia fino a maggio.