

PREDICTION ET GESTION DE L'ECHAUDURE SUPERFICIELLE DE LA POMME

Gaétan Bourgeois, Ph.D., agr., Dominique Plouffe, B.Sc.

Bioclimatologie et modélisation

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec)

et

Jennifer DeEll, Ph.D.

Physiologie post-récolte

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario

Simcoe (Ontario)

L'échaudure superficielle, aussi appelée échaudure d'entrepôt, est un désordre physiologique commun affectant plusieurs cultivars de pomme durant l'entreposage. L'affection est caractérisée par un brunissement diffus de la peau (épiderme), qui peut devenir rugueuse due à la perte d'humidité par les tissus affectés. Cela peut devenir un facteur limitant pour l'entreposage des pommes à long terme, spécialement celles destinées au marché frais, et peut causer des pertes importantes dans leur valeur marchande, puisque les fruits sévèrement atteints ne peuvent être vendus qu'au marché de la transformation.

Les causes probables de l'échaudure sont reliées à l'environnement auquel les pommes sont exposées durant leur croissance et leur développement. Ainsi, la susceptibilité à l'échaudure varie considérablement d'une saison à l'autre, d'une récolte à l'autre durant une même saison et selon les régions (Wilkinson and Fidler, 1973). La température, les heures d'ensoleillement et les précipitations sont proposées comme facteurs importants, mais la relation directe de celles-ci à la susceptibilité à l'échaudure varie aussi selon les cultivars et les régions (Emongor *et al.*, 1994).

Les cultivars Cortland, Délicieuse et McIntosh représentent la majorité de la production pomicole du Québec et de l'Ontario. Malheureusement, ces cultivars sont très sensibles au développement de l'échaudure durant l'entreposage à long terme. À l'heure actuelle, le développement de l'échaudure est contrôlé par traitement des pommes avec un antioxydant synthétique, le diphénylamine (DPA). Cependant, cette procédure est sous surveillance stricte et pourrait être bannie en Amérique du Nord, comme ce fut le cas dans plusieurs pays européens. Actuellement, un composé volatil, appelé 1-Méthylcyclopropène (1-MCP), est en phase d'évaluation et semble très prometteur pour le contrôle de l'échaudure superficielle et la qualité générale de la pomme. 1-MCP est actuellement commercialisé sous le nom "SmartFresh" et est homologué aux États-Unis.

Généralement, l'échaudure est plus sévère les années où les conditions météorologiques sont chaudes et sèches durant les dernières semaines avant la récolte (Smock, 1953). L'exposition à des températures inférieures à 10 °C pour une certaine période de temps avant la récolte tend à réduire le développement de l'échaudure (Merritt *et al.*, 1961; Bramlage and Barden, 1989) et la combinaison d'un indice de maturité avec les températures froides en pré-récolte peut améliorer les prédictions d'échaudure (Morris, 1964). Plus récemment, Blanpied (1991) a démontré que le développement de l'échaudure était sévère quand des pommes Délicieuses de l'état

de New York avaient reçu moins de 70 heures sous 10 °C et que l'échaudure était absente quand il y avait plus de 90 heures sous 10 °C. Cependant, Lougheed *et al.* (1992) ont trouvé peu de relations entre le nombre d'heures sous 10 °C et la sévérité de l'échaudure sur des pommes McIntosh et Délicieuses de l'Ontario. Leurs résultats réitérent la variabilité associée au cultivar et à la région de croissance. Le stress hydrique peut être un facteur plus important, puisqu'il affecte la nature de la peau des pommes et le taux de perte en eau (Emongor *et al.*, 1994).

Dans le cadre de cette étude, deux modèles mathématiques ont été évalués pour prédire les risques d'échaudure, soit celui de Bramlage (1993) et celui de Weis et al (1998). Dr Bill Bramlage (Massachusetts) et Dr Eric Curry (Washington) continuent d'étudier et d'évaluer des modèles prévisionnels du développement de l'échaudure basés sur les conditions météorologiques et/ou la maturité des pommes et autres informations à la récolte. L'utilisation commerciale d'une telle approche permettra à l'industrie pomicole de mieux gérer l'utilisation du DPA ou du 1-MCP selon les risques prédits et la susceptibilité des différentes variétés de pommes.

Expérimentation

La présente étude s'est échelonnée sur une période de trois années. Au Québec, des pommes de la variété Cortland ont été recueillies chez 14 producteurs différents de 1999 à 2001. En Ontario, les pommes provenaient de huit producteurs en 1999, quatre en 2000 et un seul en 2001. À chaque site, un minot de pommes, cueillies sur plusieurs arbres, était ramassé.

À leur arrivée au laboratoire, les pommes en provenance des différentes régions ont été entreposées au réfrigérateur après qu'elles avaient été observées pour détecter toute trace d'échaudure. La température d'entreposage était de 3 °C et l'humidité relative était maintenue entre 95 et 98 % par un arrosage périodique du plancher. L'évaluation de l'échaudure a été faite à huit dates différentes, soit à l'ouverture du réfrigérateur, puis à deux, trois, quatre, cinq, huit, dix et douze jours après l'ouverture en deux répétitions, et ce, pour les trois années d'expérimentation. L'échaudure était évaluée selon une échelle de 0 à 3 où 0 signifiait une absence d'échaudure, 1 une légère coloration brunâtre, 2 un brunissement diffus mais plus prononcé de la peau et 3, des zones bien définies et rugueuses. Le pourcentage d'échaudure a été obtenu en divisant le nombre de pommes de niveaux 2 et 3 sur le nombre total de pommes observées.

Les modèles de Bramlage (1993) et Weis et al (1998) ont été implantés dans un chiffrier électronique (c.-à-d. MS Excel) pour établir les indices de risque en fonction des observations météorologiques. Ces indices de risque ont été comparés avec les pourcentages observés d'échaudure superficielle.

Résultats

Les trois années du projet ont présenté des conditions météorologiques passablement différentes. L'analyse des données météorologiques des trois années nous donne des indices importants sur les facteurs favorisant le développement de l'échaudure.

Durant la saison 1999 au Québec, l'échaudure a varié entre 40 et 100 % des pommes évaluées. Une récolte plus tardive explique, en bonne partie, les pourcentages d'échaudure plus bas dans certaines régions. En effet, les pommes récoltées plus tard dans la saison ont été exposées à plus d'heures fraîches, c'est-à-dire des heures où la température était inférieure à 10 °C.

Pour l'année 2000, on a constaté que l'échaudure était moins sévère qu'en 1999. Les températures beaucoup plus fraîches à l'automne ont contribué à limiter l'apparition de l'échaudure. Sur les 14 sites échantillonnés, quatre ne présentaient aucun pourcentage de pommes affectées par l'échaudure pour les deux répétitions. Pour la première répétition, huit sites ont obtenu 0 % d'échaudure, les autres se situant entre 10 et 50 %. La valeur la plus élevée, soit 80 %, s'explique en partie par le manque de maturité des pommes à la récolte.

Les résultats d'échaudure pour l'année 2001 se situent entre 10 et 95 %. La saison 2001 a été plus chaude que les saisons précédentes et les pommes ont donc accumulé moins d'heures fraîches, essentielles pour diminuer les risques d'échaudure. Cela s'est traduit par un grand nombre de pommes affectées: l'échaudure s'est manifestée sur plus de 60 % des pommes évaluées. Même à l'ouverture des entrepôts, quelques cas d'échaudure de type 3 ont été notés, ce qui n'était pas le cas les autres années.

Les indices de risque obtenus avec le modèle de Bramlage (1993) correspondent relativement bien aux pourcentages observés pour l'échaudure dans l'ensemble des régions. Toutefois, la date de récolte a un impact important sur la valeur finale de l'indice de risque obtenu avec ce modèle. Le modèle de Weis et al (1998) a donné des résultats plutôt décevants. Aucune tendance satisfaisante ne peut être dégagée à la suite de l'analyse des résultats obtenus avec ce dernier modèle.

Conclusions

En résumé, il semble y avoir un effet important des températures moyennes et des précipitations du mois de septembre et une influence moins prédominante mais tout de même significative des températures moyennes du mois d'août. Dans le cas d'un mois de septembre chaud et pluvieux, on peut s'attendre à observer la présence de l'échaudure de façon importante sur les pommes entreposées. Aussi, si le mois d'août enregistre des températures élevées, on observera un accroissement des cas d'échaudure. Ces observations concordent avec celles de Bramlage (1993) qui tient compte de l'importance de l'accumulation des heures fraîches (< 10 °C) pour la diminution des risques d'échaudure. Il serait donc intéressant de bâtir un modèle prévisionnel basé sur les températures, ou cumul des degrés-jours, en août et septembre et les précipitations de septembre, sur le même principe que le modèle de brunissement vasculaire développé par l'équipe de bioclimatologie et modélisation d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Saint-Jean-sur-Richelieu.

Réduction du développement de l'échaudure superficielle

Comme indiqué dans l'introduction, le développement de l'échaudure peut être contrôlé en traitant les pommes avec un antioxydant synthétique, le diphénylamine (DPA), qui est sous surveillance stricte et pourrait être banni en Amérique du Nord. Actuellement, un composé volatil, appelé 1-Méthylcyclopropène (1-MCP), est en

phase d'évaluation et semble très prometteur pour le contrôle de l'échaudure superficielle et la qualité générale de la pomme. Selon les derniers résultats obtenus par l'équipe de recherche en physiologie post-récolte de D^r DeEll, le traitement avec 1-MCP réduit significativement la respiration et la production d'éthylène des pommes entreposées, prolonge leur vie tablette et améliore leur qualité, comparativement à des pommes non-traitées. La pomme retient sa fermeté plus longtemps et l'incidence de l'échaudure superficielle est réduite significativement après plusieurs jours d'entreposage. Dans certains cas, le traitement avec 1-MCP n'est pas toujours efficace, particulièrement pour des pommes récoltées à une maturité inappropriée pour l'entreposage à long terme.

Globalement, l'efficacité de 1-MCP est affecté grandement par la variété, la maturité à la récolte, la température de traitement et les conditions d'entreposage. De plus, ce produit ne doit pas être utilisé comme: 1) un substitut pour le refroidissement rapide, 2) une alternative pour des conditions d'entreposage inappropriées (e.g. température, humidité ou atmosphère contrôlée) ou 3) une mesure corrective pour des méthodes de récolte et d'entreposage inadéquates.

Références

- Blanpied, G.D, W.J. Bramlage, C.L. Chu, M. Ingle, M.M. Kushad, O.L. Lau, and P.D. Lidster. 1991. A survey of the relationships among accumulated orchard hours below 10°C, fruit maturity, and the incidence of storage scald on 'Starkrimson Delicious' apples. *Can. J. Plant. Sci.* 71:605-608.
- Bramlage W.J.. 1993. Preharvest Factors Affecting Scald Development on Apples in the Northeastern United States. *Washington State University Tree Fruit Postharvest Journal*, vol. 4 : 2, p. 6-7.
- Bramlage W.J. and C.L. Barden. 1989. Predictability of scald susceptibility of apples. In: *Proc. 5th Intl. C.A. Res. Conf.*: 137-143.
- Emongor V.E., D.P. Murr and E.C. Lougheed. 1994. Preharvest factors that predispose apples to superficial scald. *Postharvest Biology and Technology*, vol. 4, p. 289-300.
- Lougheed, E.C., K. Wilson, C.L. Chu, L.S. Wiley, R. Tschanz, S. Couling, K. Hustwit, and N. Sutton. 1992. Storage scald of Ontario apples. *Can. J. Plant Sci.* 72:1287-1288.
- Merritt R.H., W.C. Stiles, A. Vaughn Havens and L.A. Mitterling. 1961. Effects of preharvest air temperatures on storage Scald of Stayman Apples. *American society for horticultural science*, vol. 78, p. 24-34.
- Morris J.R.. 1964. The relationship of preharvest air temperature and several maturity indices to storage scald on Stayman and Rome Beauty apples. Ph.D. Diss., Rutgers Univ., New Brunswick, N.J.
- Smock R.M.. 1953. Some Effects of Climate During the Growing Season on Keeping Quality of Apples. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, vol. 62, p. 272-278.

Weis S.A., W.J. Bramlage and W.J. Lord. 1998. An Easy and Reliable Procedure for Predicting Scald and DPA Requirement for New England Delicious Apples. Fruit Notes, vol. 63 : 3, p. 1-8.

Wilkinson B.G. and J.C. Fidler. 1973. Physiological disorders. Pages 67-131 in Fidler J.C., B.G. Wilkinson, K.L. Edney and R.O. Sharples (eds.). The Biology of Apple and Pear Storage. Commonwealth Agricultural Bureaux. East Malling, Kent, England.