

Cartographie de caractéristiques du fruit de melon Canteloup

Pierre Cornillon, François Duprat, Maggy Grotte, Dominique Loonis, Magali Augé

Le développement continu de la production française de melon Canteloup Charentais résulte de l'extension des zones de culture et de l'allongement de la période de production. Ces nouvelles conditions de production supposent la maîtrise, dans un nouvel environnement, des techniques culturales permettant d'obtenir un fruit de qualité quant à l'apparence externe, la valeur alimentaire et la texture. Ce dernier critère apparaît particulièrement important pour la fermeté de l'écorce et surtout pour l'expression de la succulence de la pulpe. La « vitrescence » (altération de la texture de la chair) apparaît d'abord au niveau de la cavité placentaire et se développe ultérieurement de manière discontinue dans la pulpe [1]. Elle résulte d'une déviation du métabolisme du fruit qui semble en relation avec la nutrition en calcium [2]. La « vitrescence » se développe en particulier au printemps, en culture précoce, lorsque la nutrition minérale est difficile à maîtriser dans des conditions édaphiques parfois limitantes pour le développement du melon.

P. Cornillon, F. Duprat, M. Grotte, D. Loonis, M. Augé : INRA, Domaine Saint-Paul, Agroparc, 84914 Avignon cedex 9, France.

Tirés à part : P. Cornillon

Dans ce cadre, nous avons étudié comparativement la répartition spatiale de la matière sèche, du potassium, du calcium et du magnésium dans la pulpe du fruit et nous avons analysé les corrélations entre ces paramètres.

Matériel et méthode

Huit tranches d'environ 1 cm d'épaisseur sont découpées dans le melon perpendiculairement à l'axe pédoncule-tache pistillaire (numérotation en allant de la tranche pédonculaire notée T1, à la tranche pistillaire notée T8). Une grille coupante, avec une ouverture de 1 cm², permet d'échantillonner chaque tranche avec successivement (depuis la tranche 1 jusqu'à la tranche 8) 53, 75, 77, 90, 91, 82, 69 et 71 échantillons de pulpe par tranche.

Une photographie électronique de chaque tranche est réalisée et le centre de chaque échantillon est repéré [3], la cartographie finale étant obtenue par diffusion et lissage graphique.

La teneur en matière sèche a été déterminée par pesée avant et après passage à l'étuve pendant 48 heures à 70 °C. Les cations (potassium, calcium et magnésium) ont été analysés par spectrophotométrie d'absorption atomique après calcination par voie sèche et mise en solution en milieu acide, les résultats étant exprimés en pourcentage par rapport à la matière sèche [4].

Résultats

On observe une corrélation négative entre la teneur en matière sèche de la pulpe du fruit de melon et sa concentration en cations (*figure 1*) ; les tranches 1, 2 et 3 sont riches en cations et relativement pauvres en matière sèche, les autres tranches ayant des caractéristiques opposées.

Le *tableau* donne les caractéristiques moyennes du fruit entier et des 8 tranches pour ce qui est de la matière sèche et des cations : potassium, calcium et magnésium. La teneur en matière sèche varie entre 7,3 % dans la tranche 3 et 15,8 % dans la tranche 4, les tranches 6, 7 et 8 ayant la plus forte teneur moyenne en matière sèche.

En ce qui concerne les cations, la dispersion des valeurs est beaucoup plus large, allant de 1,7 % (tranche 8) à 13,0 % (tranche 2) pour le potassium, de 0,0 % (tranche 6) à 2,4 % (tranche 3) pour le calcium et de 0,0 % (tranche 6) à 1,2 % (tranche 2) pour le magnésium. La valeur moyenne varie entre 0,5 % pour la tranche 1 et 0,3 % pour la tranche 6 dans le cas du magnésium ; en ce qui concerne le calcium ces moyennes varient entre 1,0 % pour la tranche 1 et 0,3 % pour la tranche 6. Les résultats mettent en évidence la très grande hétérogénéité des concentrations en cations (surtout en calcium) avec un facteur supérieur à 200 entre la teneur la plus faible et la teneur la plus élevée.

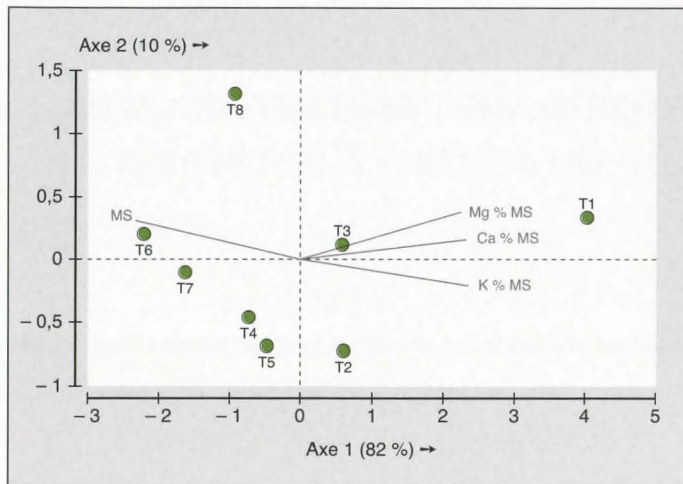


Figure 1. Analyse en composantes principales : représentation sur les deux premiers axes des valeurs moyennes des 8 tranches.

Figure 1. Principal component analysis showing the distribution of means for the 8 slices.

Les figures 2 et 3 visualisent la cartographie des teneurs en matière sèche, en potassium, en calcium et en magnésium pour les tranches équatoriales et pour la tranche polaire calculée. La matière sèche s'accumule préférentiellement autour de la cavité placentaire et dans la zone distale. En revanche, les cations (K et plus particulièrement Ca et Mg) s'accumulent dans la zone proche du pédoncule et au voisinage de l'écorce.

La répartition de la matière sèche autour de la cavité placentaire n'est pas homogène : on observe, au niveau de la paroi externe du placenta, des zones de moindre accumulation (coupes équatoriales ou coupe polaire) suivant la structure de la fleur avec la zone trilobulaire d'insertion des ovaires sur le placenta. L'accumulation du potassium suit un schéma comparable, mais la cartographie est beaucoup moins nette. Les accumulations de calcium et de magnésium se retrouvent surtout au voisinage de l'écorce dans la coupe polaire et dans la coupe équatoriale.

Tableau

Caractéristiques des tranches équatoriales du fruit

		Ca % MS	MS % MF	K % MS	Mg % MS
Fruit	Moyenne	0,50	10,69	5,36	0,36
	Maximum	2,40	15,84	13,06	1,21
	Minimum	0,01	7,32	1,67	0,00
	Écart type	0,47	1,56	1,31	0,22
Tranche 1	Moyenne	1,01	9,80	6,34	0,54
	Maximum	1,89	12,64	8,45	1,08
	Minimum	0,28	8,37	4,60	0,23
	Écart type	0,51	1,04	0,87	0,24
Tranche 2	Moyenne	0,53	10,45	5,85	0,36
	Maximum	1,75	13,73	13,06	1,21
	Minimum	0,08	8,17	2,19	0,09
	Écart type	0,45	1,28	2,00	0,24
Tranche 3	Moyenne	0,85	10,47	5,30	0,36
	Maximum	2,40	13,69	10,82	1,02
	Minimum	0,05	7,32	3,45	0,05
	Écart type	0,55	1,58	1,10	0,22
Tranche 4	Moyenne	0,41	10,64	5,27	0,32
	Maximum	1,83	15,84	9,55	0,99
	Minimum	0,01	8,41	1,98	0,06
	Écart type	0,43	1,71	1,70	0,23
Tranche 5	Moyenne	0,34	10,44	5,34	0,34
	Maximum	1,16	14,21	9,66	0,88
	Minimum	0,02	8,37	2,19	0,03
	Écart type	0,32	1,48	1,30	0,22
Tranche 6	Moyenne	0,29	11,43	5,09	0,29
	Maximum	1,25	14,91	8,43	0,83
	Minimum	0,01	7,96	4,02	0,00
	Écart type	0,33	2,02	0,84	0,19
Tranche 7	Moyenne	0,28	10,92	5,01	0,32
	Maximum	0,87	13,86	6,41	0,72
	Minimum	0,04	8,78	4,22	0,12
	Écart type	0,27	1,31	0,55	0,16
Tranche 8	Moyenne	0,44	11,19	4,95	0,41
	Maximum	1,72	14,04	6,42	0,92
	Minimum	0,05	8,87	1,67	0,08
	Écart type	0,37	1,06	0,72	0,22

Discussion et conclusion

La teneur en matière sèche de la pulpe du melon, constituée par plus de 90 % de sucres totaux [5], apparaît très hétérogène. Elle est élevée près de la cavité placentaire, suite au mouvement centripète des produits de la photosynthèse depuis le système vasculaire (très développé sous l'écorce) vers les graines constituant un puits très puissant pendant la période de maturation. Les zones appauvries près du placenta peuvent correspondre à l'insertion des graines, ce qui crée un flux préférentiel puisqu'elles ont une teneur en matière sèche très élevée comparée aux autres composantes du fruit. Il en est de même en ce qui concerne le potassium, plus concentré dans les graines que dans la pulpe.

La teneur en cations de la pulpe est hétérogène surtout pour le calcium. En ce qui concerne le potassium, les variations de sa teneur, opposées à celle de la matière sèche, peuvent résulter de la régulation de la pression osmotique des cellules, puisque cet élément est présent essentiellement dans le cytoplasme. La très forte hétérogénéité de la teneur en calcium est peut-être liée à la migration de cet élément de la pulpe vers l'écorce au cours de la maturité du fruit [2]. Le magnésium a un comportement similaire, mais

Characteristics of the eight equatorial slices

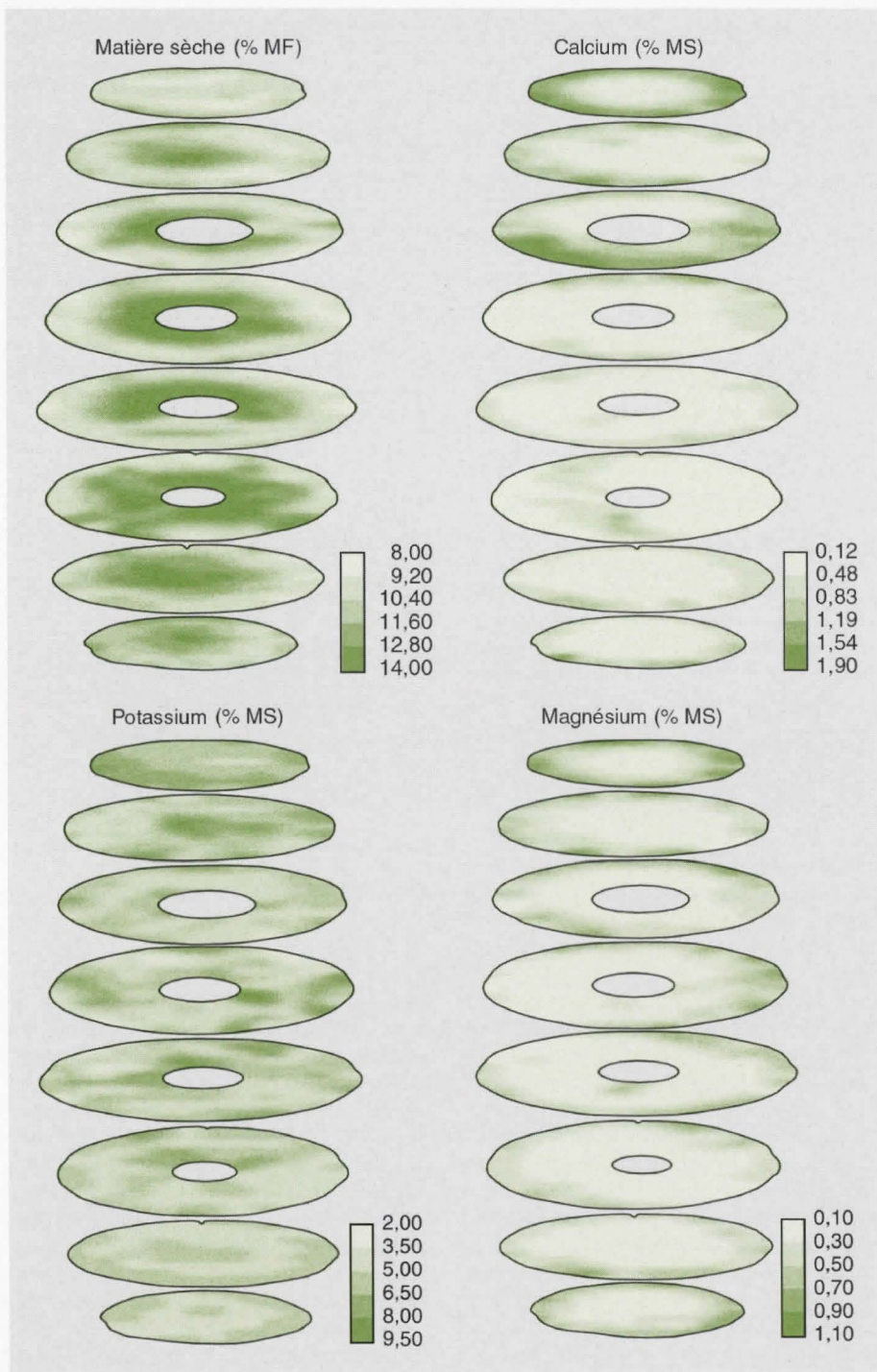


Figure 2. Distribution de la matière sèche, du calcium, du potassium et du magnésium dans le fruit du melon.

Figure 2. Distribution of dry matter, calcium, potassium and magnesium inside the fruit of melon.

on n'a pas noté de migration de cet élément entre la pulpe et l'écorce. Le calcium est absorbé essentiellement pendant la phase de division cellulaire suivant la nouaison et sa migration ultérieure de la

pulpe vers l'écorce s'effectue au moment de la maturation. Les conditions de culture modifiant la durée de la période de maturation du fruit peuvent entraîner un déséquilibre entre la teneur en cal-

Summary

Mapping of cantaloupe melon fruit characteristics

P. Cornillon, F. Duprat, M. Grotte, *et al.*

Melon vitrescence is a critical problem for growers and shippers as it degrades fruit quality and cannot be detected by nondestructive methods. This alteration of the fruit pulp is linked with the distribution of dry matter and cations. Principal component analysis highlighted a difference between dry matter content and cation concentration in fruit pulp (Figure 1). Slices 1, 2 and 3 were found to be cation-rich with low dry matter content, whereas other slices showed contrasting characteristics. We observed that dry matter content ranged from 7.3% to 15.8% of the fresh matter weight (Table 1). As for cations, the range was from 1.7% to 13.0% dry matter for potassium, nil to 0.4% for calcium, and nil to 1.2% for magnesium. Figures 2 and 3 show mapping of dry matter, potassium, calcium and magnesium for equatorial slices and the polar slice. Dry matter was accumulated mainly around the placental cavity and in the distal zone. It was not homogeneously distributed around the placental cavity and reproduced the flower structure to various extents, with the trilocular zone of ovary insertion on the placenta. K and especially Ca and Mg cations accumulated close to the peduncle and near the rind. Vitrescence seemed to be related to the accumulation of dry matter close to the placental cavity and to the lack of calcium in this zone. The extension of the ripening period would further reduce the low calcium content in the placental zone, since calcium migration toward the rind would occur over a longer period, with a possible increase in polygalacturonase activity and modification of wall pectins.

Cahiers Agricultures 2000 ; 9 : 283-6.

cium de la pulpe et celle des sucres dans la cellule. En particulier, au printemps, des températures insuffisantes peuvent allonger excessivement la maturation, ce qui entraînera une migration trop impor-

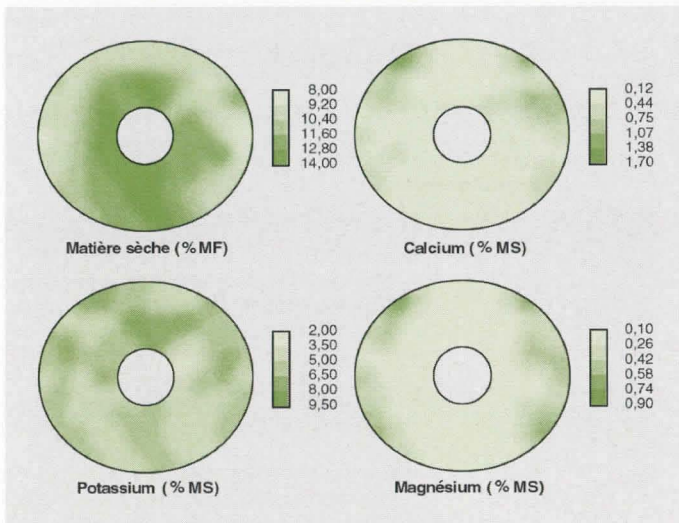


Figure 3. Distribution de la matière sèche, du calcium, du potassium et du magnésium sur la tranche polaire du melon.

Figure 3. Distribution of dry matter, calcium, potassium and magnesium inside the polar slice of melon.

tante du calcium, avec réduction de sa teneur près de la zone placentaire. En culture hydroponique, l'enrichissement de la solution nutritive en calcium par rapport au potassium entraîne une forte réduction de la fermeté de l'écorce et de la pulpe, ce qui montre que l'équilibre entre les éléments minéraux du substrat est essentiel [6].

La matière sèche de la pulpe étant constituée par moins de 10 % de substances pecto-cellulosiques, la concentration en calcium des parois qui les contiennent est beaucoup plus élevée que la concentration globale, mais certaines zones de la pulpe présentent une teneur en calcium particulièrement faible.

La modification des substances pectiques au cours de la maturation joue un rôle important, la teneur en pectines insolubles diminuant tandis que, concomitamment, la teneur en pectines solubles à l'eau augmente dans la pulpe [7]. Ceci peut entraîner un accroissement de l'élasticité des parois favorable à l'accumulation des sucres et une modification de l'activité enzymatique, car la carence en calcium altère les substances pectiques et augmente l'activité de la polygalacturonase dans des racines de concombre [8]. Le rôle du calcium dans la « vitrescence » peut résulter de différents effets sur les substances pectiques. L'activité de la polygalacturonase dépend non seulement de la teneur en calcium des parois mais

encore des types de pectines et de leur accessibilité pour l'enzyme. À la périphérie de la zone placentaire, un appauvrissement trop marqué en calcium peut entraîner un affaiblissement des parois pecto-cellulosiques ; une accumulation excessive de matière sèche qui n'est pas utilisée par les graines se produit dans les cellules, ce qui peut provoquer leur rupture. Il apparaît un contraste marqué entre la matière sèche et le calcium, avec une accumulation centripète de la matière sèche au voisinage du placenta et l'appauvrissement en calcium de cette zone résultant de son mouvement centrifuge.

En conclusion, la cartographie du fruit de melon montre la très grande hétérogénéité spatiale de la composition de la pulpe, avec une opposition marquée entre teneur en matière sèche et teneur en calcium. L'accumulation de la matière sèche, constituée essentiellement par des sucres, s'observe surtout près de la zone placentaire avec l'apparition d'hétérogénéités importantes ; celle du calcium et du magnésium est notée près de l'écorce du fruit vers la zone du pédoncule. Ceci complique l'étude du rôle exact du calcium au cours de la maturation du fruit, d'autant qu'une importante quantité de cet élément migre de la pulpe vers l'écorce au cours de ce processus ; par ailleurs l'action du magnésium est trop souvent négligée en la matière ■

Références

1. Chamont S, Fave C, Thunot S. Vitrescence et variétés de melon en production précoce. *PHM* 1996 ; 367 : 45-8.
2. Cornillon P, Augé M. La qualité du melon. La vitrescence et ses problèmes. *Culture Légumière* 1993 ; 7 : 14-7.
3. Duprat F, Roudot F, Grotte-Nicolas M, Roudot AC. De l'hétérogénéité des fruits. *Sci Aliments* 1991 ; 11 : 613-26.
4. Fellahi A, Cornillon P. Influence of root temperature and growing period on potassium nutrition in young tomato plant. *Adv Hort Sci* 1994 ; 8 : 149-52.
5. Pratt HK. Melons. In : Hulme AC, ed. *The Biochemistry of fruits and their products*. Vol 2. London : Academic Press, 1971 : 207-32.
6. Cornillon P, Aubert S, Duprat F. Influence of calcium nutrition on quality of cantaloupe. Abstracts of contributed papers. 2- Posters. E. Baldini ed, Bologna, *XXIII International Horticultural Congress*, 1990/08/27-09/01. Firenze (Ita), poster ; 4124.
7. Rosa JT. Changes in composition during ripening and storage of melons. *Hilgardia* 1928 ; 3 : 421-43.
8. Konno H, Yamaya T, Yamasaki Y, Matsumoto H. Pectic polysaccharide breakdown of cell walls in cucumber roots grown with calcium starvation. *Plant Physiol* 1984 ; 76 : 633-7.

Résumé

La cartographie du fruit de melon a mis en évidence l'hétérogénéité de la pulpe, tant pour la matière sèche (constituée essentiellement de sucres) que pour les cations. La matière sèche s'accumule de façon hétérogène autour de la cavité placentaire et dans la zone distale, tandis que les cations K, Ca et Mg se retrouvent dans la zone proche du pédoncule et au voisinage de l'écorce, surtout pour le calcium et le magnésium. La vitrescence paraît associée à l'accumulation de matière sèche au voisinage de la cavité placentaire et à l'appauvrissement trop marqué de cette zone en calcium. Lors de la maturation, la teneur en calcium de la pulpe diminue tandis que cet ion migre vers l'écorce.