

Les apports de la physiologie à l'élaboration de la qualité chez la tomate

Le terme de "qualité", concernant les fruits charnus comme la tomate, recouvre une grande diversité de caractères ; pour le producteur, la régularité de la production, en termes qualitatif et quantitatif, est essentielle. Le fruit doit être commercialisable, ce qui implique une certaine fermeté, ainsi qu'une forme et une coloration répondant aux besoins de la grande distribution. Les consommateurs d'aujourd'hui recherchent quant à eux des produits de bonne qualité gustative. Enfin, les responsables de la santé publique souhaitent que les fruits, comme d'autres produits d'origine végétale, apportent des fibres, des vitamines et, depuis peu, des substances à effets protecteurs tels qu'anthocyanes et caroténoïdes, bénéfiques pour la santé. Au sein de cette vaste problématique, les connaissances en physiologie apportent les bases scientifiques nécessaires à la compréhension du fonctionnement de la plante, et donc à celle de l'élaboration de la qualité du fruit.

Les recherches en physiologie participent à l'amélioration de la qualité des fruits en fournissant des informations sur les processus biologiques qui interviennent dans son élaboration. La croissance et la composition biochimique des fruits dépendent d'une part des gènes présents dans la variété et d'autre part des conditions de culture. Les apports de la physiologie se réalisent donc à deux niveaux :

- les programmes de sélection des plantes peuvent bénéficier des connaissances acquises en physiologie, en utilisant comme marqueurs les gènes correspondant aux processus physiologiques impliqués dans la variabilité des caractères qualitatifs ;
- l'optimisation des conditions de culture dans un objectif de qualité demande des connaissances sur le fonctionnement des plantes.

Biochimie et biologie moléculaire du fruit

Les phases du développement du fruit vont de la mise à fruit, déclenchée par la fécondation, à la maturation. L'étude des phases précoces du développement a longtemps été négligée, mais elle est importante car c'est au cours de ces étapes que se déterminent plusieurs critères de qualité. D'une part, le calibre du fruit dépend à la fois du nombre de cellules, qui est fixé dans les premiers jours suivant la fécondation, et de leur croissance, qui cesse avant la maturation. D'autre part, un fruit de bonne qualité gustative est à la fois riche en sucres et en acides ; ceci conditionne souvent sa richesse en arômes synthétisés au moment de la maturation. Or les accumulations de sucres, d'acides et de certains précurseurs d'arômes se produisent avant la maturation.

Les recherches développées concernent donc :

- les mécanismes biochimiques et moléculaires qui déterminent l'accumulation des sucres, des acides organiques et des caroténoïdes ;

- l'identification des gènes qui contrôlent la mise à fruit (transition fleur-fruit), la division cellulaire et la croissance du fruit ;

- l'effet de la nutrition carbonée de la plante et des substances de croissance (auxine) sur l'expression de ces gènes.

L'objectif est de caractériser les différentes phases du développement précoce des fruits de tomate, d'isoler des gènes intervenant dans les processus développementaux potentiellement associés aux critères de qualité des fruits (synthèse d'acides organiques, métabolisme et transport des sucres...), et de déterminer la fonction des plus intéressants de ces gènes.

Les apports de la génomique

La caractéristique des méthodes les plus utilisées actuellement est que les gènes sont étudiés un à un, et donc en nombre limité. Ces méthodes sont en voie d'être remplacées par les méthodes de génomique dites "à haut débit", plus exhaustives, permettant de suivre simultanément l'expression de plusieurs milliers de gènes.

Les moyens techniques associés au développement de la génomique (micro-réseaux d'ADN, aussi appelés "puces à ADN" ou "DNA chips", lecteurs de micro-réseaux, logiciels permettant de traiter les données...) sont disponibles commercialement, et se développent rapidement, ce qui va révolutionner la recherche en biologie.

Ces méthodes permettent d'augmenter l'efficacité de la comparaison des variétés, ou, pour une variété donnée, de comparer des stades de développement, d'étudier l'effet des conditions environnementales sur le développement.

Ces méthodes très puissantes ne résoudront cependant pas tous les problèmes. En raison de nombreuses régulations dites post-transcriptionnelles, un gène peut en effet être exprimé sans que le processus auquel il participe soit engagé. Pour aboutir, ces travaux réclament une approche pluridisci-

plinaire où la physiologie de la plante entière, la génétique, l'écophysiologie, et la bioinformatique doivent intervenir.

Caractérisation biochimique des phases du développement de la tomate

Les dosages biochimiques de différents sucres (glucose, fructose, saccharose, amidon), des acides malique et citrique, et des acides aminés ont permis de distinguer quelques phases du développement en fonction d'évènements métaboliques majeurs.

Caractérisation moléculaire des phases précoces du développement de la tomate : isolement de gènes associés aux différentes phases

Plusieurs des gènes actuellement isolés sont associés à la phase de division cellulaire, d'autres sont des marqueurs de la phase de grandissement cellulaire : il s'agit de gènes codant pour des protéines régulatrices de l'activité cellulaire, comme la division cellulaire ou la croissance, ou d'enzymes du métabolisme, notamment des sucres, des acides et des caroténoïdes.

Caractérisation fonctionnelle des gènes isolés

La caractérisation des gènes isolés est réalisée par un ensemble de méthodes qui contribuent à établir leur validité comme marqueurs d'étapes du développement et à élucider leur fonction dans le développement du fruit (étude de l'expression des gènes, de la régulation de leur expression par analyse fonctionnelle du promoteur, obtention de plantes transformées présentant une expression variable du gène étudié - étude des différences entre les plantes transformées et les plantes témoins).

Les gènes exprimés sont des indicateurs de la réponse de la plante à des stimuli, ou des indicateurs de phases de développement. Dans ce domaine, la génomique ouvre de nouvelles perspectives.

Conduite de la culture et qualité de la tomate sous serre

Quel est l'impact de la conduite des cultures de tomate sous serre sur l'élaboration de la qualité du fruit ? Les informations disponibles sont encore partielles et souvent empiriques. Différentes équipes de l'INRA ont investi récemment ce domaine de recherche. Leurs travaux visent en particulier à identifier les modifications de nutrition carbonée, hydrique et minérale qui ont un impact sur la qualité du fruit, et à déterminer leurs modalités d'action.

Des études conduites sur différentes espèces (pomme, pêche et plus récemment tomate) montrent qu'en situation de forte compétition pour les assimilats produits par la plante, la teneur en matière sèche et singulièrement en glucides solubles des fruits tend à diminuer. Autrement dit, quand un arbre ou une plante porte un grand nombre de fruits, ceux-ci

sont plus petits et légèrement moins riches en sucre.

Mais c'est l'alimentation hydrique du fruit qui semble affecter le plus significativement et de différentes manières sa qualité. C'est ainsi que des conditions de léger stress hydrique liées à une faible hygrométrie de l'air et/ou à une concentration élevée en sels minéraux dans l'environnement racinaire entraînent une réduction du flux d'eau vers le fruit et une augmentation de la teneur en matière sèche et en glucides solubles du fruit. Ces conditions sont donc plutôt favorables à la qualité du fruit en termes de composition. Elles peuvent se révéler défavorables si cette diminution du flux d'eau vers le fruit limite le transport de calcium avec pour conséquence l'apparition de la pourriture apicale. Des à-coups climatiques associés à des apports d'eau élevés et à une faible transpiration entraînent des microfissures et dans certains cas l'éclatement du fruit, ce qui pénalise son aspect, favorise l'installation de maladies et réduit sa durée de conservation.

Même dans des conditions de nutrition azotée pléthorique, les fruits de tomate n'accumulent pas de nitrate. Cette accumulation se produit éventuellement dans les organes végétatifs qui ne sont pas consommés chez la tomate. La nutrition minérale a donc plutôt un effet sur la qualité par action sur la concentration en sels minéraux de l'environnement racinaire.

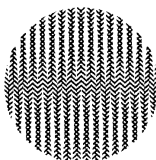
On dispose donc d'un ensemble d'indications convergentes qui montrent que différentes composantes de la qualité du fruit de tomate dépendent des modalités de conduite de l'environnement (climat, irrigation, fertilisation) et de la plante (densité de végétation, charge en fruit), à travers leurs effets sur la nutrition carbonée, hydrique et minérale du fruit. Mais les connaissances sont encore insuffisantes pour optimiser la conduite de l'environnement et de la plante dans un objectif de qualité. Le déterminisme de plusieurs composantes de la qualité, comme la couleur, la fermeté, la teneur en arômes, qui dépendent des conditions de culture, demeure mal connu ; il fait l'objet de collaborations entre physiologistes, généticiens et agronomes.

Laboratoires INRA concernés

- Biochimie et biologie moléculaire du fruit - UMR Physiologie Biotechnologie Végétales sur le Développement des Fruits. I.B.V.M. - Bordeaux
- Conduite des cultures - Unité de Bioclimatologie - Avignon
- Domaine du Mas Blanc - Alenya - Avignon

Contact

- Alba Balestri, chargée de communication du Centre INRA d'Avignon - Tél : 04 90 31 60 00
- Jean-Claude Meymerit, chargé de communication du Centre INRA de Bordeaux - Tél : 05 56 84 32 77



INRA