

Comprendre le stress oxydatif

Quand une plante est soumise à un environnement oxydant

L'équilibre rédox d'une plante résulte d'un côté de la production de déchets oxydants inhérents à la photorespiration et de l'autre de la production d'antioxydants. Ils ont pour rôle de neutraliser en permanence les déchets de photorespiration, et de protéger directement la plante contre des stress oxydatifs inéluctables en système cultivé.

« Le stress oxydatif est l'ensemble des agressions causées par des molécules dérivant de l'oxygène », peut-on lire comme définition universelle. Assez bien comprise et admise dans le domaine de la santé humaine, cette notion peine à prendre pied en agronomie. On parle plus facilement de stress biotiques ou abiotiques, c'est-à-dire d'agressions par des organismes ou par le climat, ou qui ont pour origine des déséquilibres nutritifs, des carences ou des excès toxiques.

Pourquoi une agression biologique ou abiotique va-t-elle provoquer une oxydation ?

Parce qu'il respire et consomme de l'oxygène et du glucose, le vivant produit des déchets de respiration, comme du CO₂ (gaz carbonique), de l'eau, et des produits « imparfaits » de ces réactions biochimiques qu'on retrouve sous forme d'espèces chimiques d'oxygène dégradées et que l'on nomme les radicaux superoxydes (ROS). Dans la littérature chimique, ces formes d'oxygène sont représentées avec un point, tel que HO·, RO·, O₂·, etc. Le point signifie que ces formes d'oxygène disposent d'un électron libre, on parle d'entité radicalaire. La conséquence de cet électron baladeur est l'extrême réactivité de ces ROS, ce qui les rend extrêmement toxiques dans le milieu cellulaire. Ils sont connus pour dégrader l'ADN, la membrane lipidique des cellules et finalement altérer le bon fonctionnement métabolique de la cellule vivante.

Chez l'homme et l'animal, la principale source d'émission de ROS se situe au niveau du siège de la respiration, soit la mitochondrie, cet organe cellulaire à partir duquel l'être vivant tire son énergie. Et chez la plante, au niveau des chloroplastes, cet autre organe cellulaire siège de la photosynthèse et de la photorespiration.

Un arsenal pour neutraliser l'oxydation

Fort heureusement, le vivant a tout prévu et en particulier de neutraliser ces déchets oxydants de la respiration. Et la cellule vivante dispose d'un arsenal pour neutraliser en permanence ces ROS : avec des stratégies enzymatiques comme la glutathion-réductase, et non enzymatiques

comme les vitamines, l'acide ascorbique, le tocophérol appelé aussi vitamine E, les carotènes, ou les fameux polyphénols comme les tanins. La vitamine C ou le glutathion sont des molécules communes entre les animaux et les plantes. Mais ces dernières ont la faculté de produire une classe supplémentaire de composés antioxydants : les polyphénols. Leur capacité antiradicalaire est bien connue à travers notamment le « french paradox », ce régime alimentaire qui améliore les capacités de vieillissement.

Une balance entre oxydants et antioxydants

Tout se passe donc dans le stress oxydatif comme ci il y avait d'un côté cette production d'oxydants et de l'autre les antioxydants, à l'image d'une balance entre la production de ROS et d'antioxydants. Le stress intervient quand la balance penche du côté des oxydants. Mais la cellule tente en permanence d'entretenir cet équilibre que l'on appelle l'homéostasie. Et comme nous parlons d'oxydation, cet équilibre ou déséquilibre se mesure avec le potentiel rédox. Au-delà d'une plage d'équilibre entre 400-450 mVolts, la cellule est dans un état oxydé. Pour les agriculteurs et viticulteurs, un appareil arrive sur le marché pour mesurer ce potentiel rédox. Il s'agit du spectromètre portable Senseen qui effectue par simple balayage lumineux sur la plante un spectre et en déduit par intelligence artificielle le potentiel rédox.

Il se trouve que cet équilibre rédox est la résultante de l'état rédox principalement de deux couples oxydo-réducteurs à fort pouvoir réducteur : le glutathion (omniprésent dans les cellules, plus particulièrement dans le cytosol, c'est-à-dire le liquide cellulaire, et notamment dans le foie chez l'homme) et l'ascorbate (de 20 à 300mM (milli-molaire) dans les chloroplastes), plus communément appelé vitamine C (Noctor, 2006).

Quels enseignements pour la viticulture ou l'agriculture ?

Chez l'humain, des praticiens proposent d'évaluer le statut oxydatif d'un patient à partir de 80 paramètres (Dr Michel Brack, 2014), on y retrouve toute une série de



L'analyseur par spectrophotométrie Senseen donne une valeur instantanée du potentiel rédox grâce à de l'intelligence artificielle. Ce qui va permettre de mieux comprendre l'impact oxydant des pratiques en agriculture, et agir avec plus d'élégance dans la gestion agronomique. © DL

marqueurs comme les vitamines, le glutathion, des oligoéléments, bref des acteurs de « la protection antioxydante ». Mais chez la plante ? Les antioxydants neutralisent les radicaux superoxydes, mais ils peuvent également être directement sollicités par ailleurs en tant que substances de défenses naturelles par exemple pour détoxifier la plante d'une substance étrangère. Citons l'exemple du complexe Glutathion-Atrazine, où le glutathion est engagé dans la détoxification de l'herbicide... Dans ce cas, c'est du glutathion qui n'est donc plus disponible pour l'homéostasie. On comprend alors que le désherbant fait pencher la balance du mauvais côté... Mais il peut y avoir d'autres sources de stress oxydatif faisant pencher la balance du côté oxydatif comme les UV, les carences minérales, les stress hydriques, les multiples pollutions, l'ozone, la proximité d'une ligne haute tension, le cuivre qui est un métal de transition et facilite donc les réactions oxydatives.

Des stress inéluctables en système cultivé

En réalité, les stress oxydatifs cumulés tout au long du cycle végétatif sont inéluctables quand on domestique et cultive une plante. La vigne ou l'arbre fruitier sont taillés et doivent cicatriser en utilisant leurs polyphénols pour faire « du bois » à l'endroit des cicatrices. Dans d'autres situations de stress, un sol tassé modifie l'alimentation minérale et la régulation hydrique d'une plante. Alors les carences ou excès toxiques de nutriments minéraux altèrent la photosynthèse et en

particulier la production de polyphénols qui viennent à manquer pour les défenses naturelles et l'homéostasie. Les recherches sur la biosynthèse des polyphénols ont montré une extraordinaire plasticité de cette biosynthèse par les plantes. Elles adaptent leur production en différents polyphénols en fonction des conditions environnementales. Leur objectif étant de se protéger par rapport à des agressions oxydantes. Par exemple des plantes vont sécréter des amertumes répulsives en présence d'herbivores. Elles vont produire des écrans UV en cas de forte exposition. Elles vont neutraliser des molécules toxiques exogènes si besoin. Ou encore, elles vont émettre des polyphénols fongistatiques en cas d'attaque. La plante est donc capable de réorienter ses flux de carbones de photosynthèse vers tel ou tel polyphénol pour limiter un stress oxydant.

L'agriculture moderne qui cherche à agir avec de plus en plus d'élégance sur le vivant en utilisant des techniques les moins oxydantes possibles, fait considérablement évoluer ses pratiques et diminue la toxicité de ses intrants. L'outil Senseen de mesure de potentiel rédox permettra d'apprécier l'impact rédox des pratiques. Et de plus en plus d'opérateurs de l'agriculture réfléchissent leurs intrants par cette approche. (Lire en page 33 de ce dossier).

D. Lefebvre

Sources : Travaux de Richard Dixon, John Kempf, Fida Khater, Laurent Hoffmann, DR Michel Brack.

en bref

Quivogne Une herse de décompactage de prairie



La nouvelle herse de prairie est spécialement conçue pour les prairies ayant des problèmes de tassement. Pour pallier à la compaction et au tassement, Quivogne propose une herse équipée d'une rangée de disques ouvreurs, afin de couper le tissu racinaire sur les cinq premiers centimètres, dans le but d'éviter l'arrachage du couvert. Suivi de deux rangées de dents couteaux, qui scarifient, aèrent et ameublissent le sol grâce à leur effet vibratoire ; de deux rangées de dents niveleuses, qui ébousent et nivellent les buttes, elles sont indépendantes pour éviter l'effet chasse-neige ; et de la herse à peignes Ø 7 mm, double rangée, qui émousse et repartisse les résidus. La herse de prairie HRP est - grâce à la combinaison de 3 ou 4 outils de travail différents - apte à éliminer les compactages du sol sans endommager les prairies. Cette configuration assure un travail optimum sans abimer la prairie et sans arracher le couvert.

Dernière minute L'Anses engage le retrait du marché du S-Métolachlore

« Afin de préserver la qualité des ressources en eau, l'Anses engage la procédure de retrait des principaux usages des produits phytopharmaceutiques à base de s-métolachlore », indique un communiqué de l'agence nationale, paru mercredi 15 février. Pour engager ce retrait, elle s'appuie sur une « évaluation des concentrations estimées de trois métabolites du métolachlore (ESA, OXA et NOA) dans les eaux souterraines, supérieures à la limite de qualité fixée par la législation européenne en la matière ». Bien soluble dans l'eau et avec un faible coefficient d'adsorption sur les sols, cette substance fait l'objet d'une surveillance très rapprochée (lire aussi en page 27 de notre dossier).

Herbicide racinaire, le s-métolachlore est utilisé seul ou associé, du pré-semis à la post-levée précoce sur maïs, tournesol, betterave, sorgho, soja, millet-moha, haricot et plantes porte graines mineurs (courgette, potiron, coloquinte). En remplacement, les techniques de désherbage mécanique sont envisageables, mais pas partout. Et, contre les salissements importants en graminées, pour remplacer le s-métolachlore, d'autres substances actives anti-graminées sont utilisables en pré-levée comme le dmta-p (Isard/Spectrum), l'association dmta-p + pendiméthaline (Dakota-p). Ces associations sont réputées efficaces contre panics, sétaires, digitaires, pâturin, vulpin et dans une moindre mesure sur le ray-grass.

Profitez des conditions MORTE - SAISON sur la gamme QUIVOGNE

matériels disponibles

Sàrl TROMPETER et Fils Artzenheim - Tél. 03 89 71 62 38