

ORGANIC GROWING MEDIA AND ORGANIC FERTILIZER'S CHEMISTRY DRIVE MICROBIAL CATABOLIC FUNCTIONS IN SOILLESS HORTICULTURE

Les substrats et les engrais organiques orientent les fonctions cataboliques microbiennes en horticulture hors-sol



Louise Paillat^{a,b,*}, Patrice Cannavo^a, Lydie Huché-Thélier^c, Fabrice Barraud^b, René Guénon^a

^a EPHOR, AGROCAMPUS OUEST, 49045 Angers, France

^b PREMIER TECH GHA SAS, Le Ciron, 49680 Vivy, France

^c IRHS, INRA, AGROCAMPUS-Ouest, Université d'Angers, SFR 4207 QUASAV, 42 rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé cedex, France

Le consommateur est soucieux de la qualité des aliments qu'il consomme et des impacts environnementaux de leur production. Le sujet est sensible en horticulture, en particulier en production hors-sol consommatrice en ressources (eau et intrants). Les producteurs s'orientent ainsi vers des pratiques agro-écologiques comme la fertilisation organique et l'élaboration de substrats de culture à partir de matériaux organiques renouvelables, dans un esprit d'économie circulaire [1].

En production hors-sol conventionnelle (culture en pots et conteneurs), la plante se développe dans un volume fini de substrat de culture avec un pouvoir tampon limité (eau, température notamment). Les professionnels ont une bonne maîtrise des propriétés physico-chimiques des substrats permettant le pilotage de l'irrigation et de la fertilisation minérale. Cependant, contrairement aux engrais de synthèse directement assimilables par les plantes, les engrais organiques doivent être d'abord minéralisés par le microbiote du substrat de culture. Si les processus de minéralisation sont bien documentés en sciences du sol, ils sont moins bien compris et décrits dans les substrats horticoles. Par ailleurs, peu d'études se sont attachées à caractériser les communautés microbiennes des substrats organiques horticoles [2] ; encore moins à lier ces communautés aux dynamiques de minéralisation des engrais organiques [3]. Mieux comprendre le rôle du microbiote dans la mise à disposition des nutriments aux racines pour assurer la croissance de la plante permettrait de rendre les productions hors-sol plus éco-efficentes [4].

L'objectif de cette étude est de mieux comprendre l'effet de la fertilisation organique sur les fonctions cataboliques du microbiote des substrats organiques de culture. Il s'agit d'évaluer l'aptitude des microorganismes à dégrader des molécules organiques plus ou moins complexes, et donc, in fine, leur capacité à dégrader des engrais organiques. Il est reconnu que les biotransformations de la matière organique (MO) sont régies par les équilibres stœchiométriques. Les microorganismes minéralisent la MO en premier lieu pour répondre à leurs propres besoins, aussi certains éléments pourraient ne pas être disponibles pour la plante, immobilisés dans la biomasse microbienne. La disponibilité des nutriments est ainsi dépendante du métabolisme du microbiote. La connaissance de l'efficacité des microorganismes à utiliser différentes sources de carbone (C) et/ou de nutriments permettrait d'apporter des éléments de compréhension sur la demande des microorganismes en éléments, pour répondre à leurs propres besoins dans différents couples substrats-engrais organiques.

Matériels et Méthodes

Dans cette expérimentation, nous avons testé 3 engrais organiques : la corne broyée (13.6-2.6-0.2 NPK), d'origine animale et deux engrais granulés d'origine végétale mais de composition bien différente (F1, 6-1.3-3.3 NPK, et F2, 2-0.2-2.1 NPK). Nous avons mélangé ces engrais (300 mg N L⁻¹ de substrat) à trois substrats organiques, la tourbe, la fibre de coco et des écorces compostées. Chaque couple substrat-engrais, ainsi qu'un témoin sans apport par substrat, ont été incubés pendant 56 jours à 25°C. Chaque modalité a été répétée 3 fois.

Nous avons évalué la diversité des fonctions cataboliques avec la méthode normalisée MicrorespTM [5]. Un échantillon de chaque modalité est prélevé. Chaque échantillon est mis en contact avec différentes molécules plus ou moins complexes, du monosaccharide aux composés aromatiques, et sources de C, N ou P. Au bout de 6h d'incubation à 25°C, nous avons mesuré le dégagement de CO₂ par colorimétrie. Le taux de CO₂ émis correspond ainsi à la respiration induite par l'ajout des différentes molécules.

Principaux résultats et discussion

La réalisation des profils cataboliques à l'état initial (sans apport) permet de définir l'état physiologique du microbiote de chaque substrat. La respiration est plus forte dans les écorces compostées, ce qui indique une activité du microbiote de base plus importante dans ce substrat. Pour tous les substrats, la respiration est plus forte suite à un apport d'azote sous forme d'urée et acides aminés. Ceci laisse supposer que les microorganismes sont limités par l'azote et donc ne peuvent augmenter leur activité qu'avec un apport de N « facilement » assimilable.

Aux termes de 7 jours d'incubation avec engrais, trois profils cataboliques différents se distinguent, correspondant aux trois substrats. La respiration augmente fortement dans les fibres de coco et la tourbe mélangés aux engrais F1 et F2. Elle est principalement induite par l'apport de molécules carbonées simples, ne contenant pas de N ou de P, comme le glucose. L'activité microbienne serait donc limitée par la disponibilité en carbone dans ces situations. La réponse respiratoire aux ajouts de sources C, N, P est moins intense dans les écorces compostées. Dans ce substrat, la respiration induite est néanmoins plus forte en présence de corne, qui est un engrais protéique récalcitrant (*i.e.* connu pour sa résistance aux biodégradations du fait de sa biochimie). Ce résultat suggère que le microbiote de ce substrat serait apte à dégrader des molécules plus complexes.

Après 56 jours d'incubation, la respiration induite dans les modalités avec l'engrais F2 est plus forte comparés aux deux autres engrais, quel que soit le substrat, avec des pics pour les sources de N et P. Le C disponible de cet engrais présentant les plus haut ratio C :N et C :P permettrait au microbiote de métaboliser le N et le P nouvellement apporté. Le besoin en P du microbiote semble particulièrement important dans la fibre de coco, où un pic de respiration induite par l'acide phytique est observable dès 7 jours.

Globalement, la fertilisation affecte moins les profils cataboliques à 56 jours qu'à 7 jours. Ces profils tendent à ressembler aux profils cataboliques initiaux, indiquant un retour à l'état physiologique des communautés.

Ce qu'il faut retenir ...

- ✚ L'évaluation des profils cataboliques a permis de mieux comprendre l'efficacité d'utilisation du C, du N et du P par le microbiote des substrats. Tous les substrats sont initialement limités par l'azote.
- ✚ Le microbiote des écorces compostées est initialement plus actif que ceux des deux autres substrats et semble capable de dégrader efficacement un engrais récalcitrant comme la corne
- ✚ Les microbiotes de la tourbe et de la fibre de coco réagissent plus fortement à la fertilisation.
- ✚ L'engrais organique F2 induit le plus fort catabolisme du microbiote pour l'accès aux nutriments dont il a besoin pour sa croissance.
- ✚ Les réponses contrastées obtenues soulignent l'importance des fonctions du microbiote dans les processus de minéralisation des engrais organiques.

Remerciements

Ce travail a été financé par Premier Tech GHA et l'Association Nationale de la Recherche et de la Technologie (ANRT ; convention CIFRE n°2017/0752). Nous souhaitons remercier également M. Sautel, E. Le Romancer, Y. Barraud-Roussel, and C. Mazzega pour leur aide au laboratoire.

Références

- [1] Barrett et al. (2016). *Scientia Horticulturae* 212, 220–234. DOI: 10.1016/j.scienta.2016.09.030
- [2] Montagne et al. (2017). *Environmental Chemistry Letters* 15, 537–545. DOI: 10.1007/s10311-017-0628-0
- [3] Grunert et al. (2016). *Microb Biotechnol* 9, 389–399. DOI: 10.1111/1751-7915.12354
- [4] Treadwell et al. (2007). *HortTechnology* 17, 461–466.
- [5] Campbell et al. (2003). *Applied and environmental microbiology* 69, 3593–3599. DOI: 10.1128/AEM.69.6.3593-3599.2003