

Moutarde cultivée pour la biofumigation

La biofumigation consiste à supprimer les ravageurs et les maladies du sol en utilisant des végétaux qui produisent des substances chimiques inhibitrices, aussi appelés métabolites secondaires. La plupart du temps, ces végétaux biofumigants sont broyés et incorporés au sol pour qu'ils puissent libérer leurs substances inhibitrices. La moutarde est un biofumigant bien connu. Ses propriétés assainissantes sont étudiées depuis un certain nombre d'années, et les scientifiques ont conçu une méthode pour en tirer le meilleur parti. En effet, la moutarde et la plupart des plantes de la famille des brassicacées produisent des substances chimiques appelées « glucosinolates ». Lorsque les glucosinolates entrent en contact avec l'eau et une famille d'enzymes, les myrosinases, que renferment les cellules végétales, ils sont transformés en un autre groupe de composés appelés « isothiocyanates ». Ce sont ces isothiocyanates qui confèrent à la moutarde son pouvoir de biofumigation. Les isothiocyanates sont également responsables du goût amer, piquant et épicé des brassicacées. L'isothiocyanate produit par la moutarde est appelé isothiocyanate d'allyle (AITC). L'AITC est un composé très semblable à celui que l'on retrouve dans l'insecticide fumigène commercial Vapam^{MD}.



Photo fournie par la Division de la recherche des Fermes Cavendish

Contrôle des ravageurs

Pour utiliser la moutarde ou toute autre culture comme biofumigant, il est important de connaître le ou les ravageurs visés et leur cycle de vie. Le matériel végétal servant de biofumigant doit être incorporé au sol lorsqu'il y a présence du ravageur dans la couche supérieure du sol (à une profondeur de 15 à 20 cm). La date d'ensemencement doit donc être planifiée en conséquence pour que la culture ait atteint sa pleine production de biomasse et de métabolites secondaires au moment de son incorporation. La moutarde s'avère efficace pour contrôler divers ravageurs du sol, notamment *Verticillium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Sclerotinia* spp., la gale commune de la pomme de terre et divers nématodes. Son utilisation comme biofumigant permet également de réduire les dommages causés par le ver fil-de-fer.

Variétés

Il existe de nombreuses variétés de moutarde, mais elles ne sont pas toutes efficaces pour la biofumigation. Certaines variétés produisent plus de glucosinolates que d'autres. En fait, certaines variétés ont été sélectionnées précisément pour la biofumigation, comme le groupe de variétés « Caliente ». En général, les variétés de moutarde qui sont issues de la « moutarde orientale » (*Brassica juncea*) ont tendance à produire des glucosinolates en plus grande quantité.

Variété de moutarde	Taux de semis	Description
Caliente 199	10-12,3 kg/ha (9-11 lb/acre)	Variété à croissance rapide, habituellement utilisée au printemps ou à la fin de l'été, sélectionnée spécifiquement pour la biofumigation puisqu'elle renferme une teneur <u>très élevée</u> en glucosinolates.
Caliente 61	5,6-7,8 kg/ha (5-7 lb/acre)	Variété tolérant la sécheresse et la chaleur. Elle ne fleurie pas prématurément en présence de stress; contient moins de glucosinolates que la Caliente 199; peut produire plus de biomasse en photopériode plus longue l'été.
Caliente 119	10-12,3 kg/ha (9-11 lb/acre)	Variété utilisée lors d'essais dans le Maine; l'une des toutes premières variétés « Caliente ».
Nemat/ Caliente	5,6-7,8 kg/ha (5-7 lb/acre)	Variété pouvant être semée au printemps; conçue pour améliorer la suppression des nématodes; les exsudats racinaires de <i>Eruca sativa</i> attirent les nématodes dans la couche supérieure du sol; <i>E. sativa</i> est également une plante indicatrice de nématodes.

Tableau 1 : Description des variétés Caliente et taux de semis proposé

Date d'ensemencement

La moutarde peut être ensemencée, avec semoir ou à la volée, en tout temps du printemps à l'automne, pourvu que le sol soit assez humide pour permettre une germination rapide. Cela dit, un ensemencement au milieu et à la fin de l'été produit généralement un peuplement clairsemé et irrégulier en raison des conditions sèches qui prévalent. Si les semis sont faits à la volée, il est important de tasser le sol au rouleau pour mieux faire adhérer les semences au sol et assurer une germination rapide et vigoureuse. La date d'ensemencement dépend du ravageur visé. La moutarde doit être ensemencée environ 60 jours avant que le ravageur ne soit présent dans le champ puisqu'elle doit être incorporée au sol avant qu'elle ne commence à produire des graines. Selon la variété et les conditions de croissance, il faut environ 60 à 70 jours pour obtenir une production de biomasse optimale.

Fertilisation

Pour obtenir les meilleurs résultats possibles, le pH du sol doit être d'au moins 5,5. Si le champ présente un pH inférieur à 5,5, le processus de biofumigation pourrait ne pas être efficace. Pour un résultat optimal, le pH du sol doit s'approcher le plus possible de 7. La biomasse et les glucosinolates sont au cœur d'une biofumigation réussie. Il est donc essentiel d'ajouter de l'engrais aux cultures de moutarde parce que l'azote joue un rôle important dans la production de la biomasse et le soufre, dans celle des glucosinolates. L'engrais doit être épandu à la volée avant d'ensemencer la moutarde. L'application de l'azote se fait à une dose variant de 84 kg/ha (75 lb/acre) à 140 kg/ha (125 lb/acre), selon l'historique du champ. La dose de soufre doit être ajustée en fonction de la dose d'azote choisie, selon un ratio de 6 pour 1. Par exemple, si on choisit d'appliquer une dose de 112 kg/ha (100 lb/acre) d'azote, la quantité de soufre qu'il est suggéré d'appliquer sera de 19 kg/ha (17 lb/acre).

Incorporation au sol

La croissance de la moutarde doit être surveillée à mesure que la saison avance. La moutarde doit être incorporée au sol avant sa pleine floraison et avant qu'elle ne produise des semences, et ce, pour les raisons suivantes : 1) la moutarde qui produit des graines viables risque de poser un problème de mauvaises herbes la saison suivante; 2) la teneur en glucosinolates diminue rapidement dès que les plantes de moutarde se mettent à produire des semences. Idéalement, la moutarde doit donc être incorporée au sol avant sa pleine floraison (environ 2 semaines après le début de la floraison). Pour que la biofumigation soit réussie, il faut suivre la procédure suivante **à la lettre**.

1. L'incorporation au sol doit se faire avant que les cultures de moutarde n'aient atteint leur pleine floraison.
2. L'incorporation au sol doit se faire le matin ou le soir. Il faut éviter les journées chaudes et ensoleillées.
3. L'incorporation au sol doit se faire lorsque le sol présente un bon taux d'humidité. Il ne faut pas incorporer la moutarde lorsque le sol est sec.
4. Avant l'incorporation, il est essentiel de hacher et de broyer le plus possible les matières végétales pour que les cellules végétales puissent libérer le fumigant. Cette étape peut se faire à l'aide d'une faucheuse à fléaux.

5. La moutarde doit être incorporée au sol **IMMÉDIATEMENT** après le fauchage, puisque 80 % des gaz fumigants seront libérés au cours des 20 minutes suivantes.
6. Pour une incorporation optimale, il faut utiliser un outil qui permet de mettre le plus de matières végétales dans les 15 à 20 premiers centimètres du sol. Il ne faut pas utiliser de charrue pour faire cette tâche.
7. Si possible, après l'incorporation, il faut tasser le champ au rouleau pour emprisonner le gaz fumigant dans le sol. S'il s'agit d'une production à petite échelle et lorsque c'est possible, il serait bon de couvrir la zone de bâches à cette fin. L'effet de la biofumigation en sera ainsi amélioré.
8. Enfin, une fois la procédure d'incorporation terminée, il faut laisser le champ intact pendant 14 jours pour que toutes les matières végétales puissent se détériorer. L'ensemencement de nouvelles cultures avant la fin de cette période de 14 jours risque de causer d'importants dégâts aux cultures et d'empêcher la germination. Si la température du sol est inférieure à 10 °C, il peut être nécessaire d'accorder une plus longue période de repos au champ pour permettre aux matières végétales de se détériorer.

Conclusion

Gérées convenablement, les cultures de moutarde offrent aux producteurs une autre façon de lutter contre les ravageurs et les maladies du sol. L'utilisation de la moutarde comme biofumigant est particulièrement intéressante pour les producteurs biologiques. Il est important de respecter à la lettre les pratiques culturales établies si on veut profiter des propriétés fumigantes de la moutarde. Le broyage adéquat des matières végétales et leur incorporation au sol sont de la toute première importance. Même si la moutarde est un biofumigant remarquable, elle offre les mêmes avantages qu'il est possible de s'attendre de toute autre plante de couverture, notamment prévenir l'érosion du sol, recycler les éléments nutritifs du sol, améliorer la structure du sol et retenir les matières organiques qui s'y trouvent. La moutarde peut également servir à repousser de nombreux insectes (ver fil-de-fer) et ravageurs et, de ce fait, prévenir plusieurs problèmes pouvant survenir au champ. Fait intéressant, certaines autres cultures peuvent également présenter un effet de biofumigation, notamment, mais sans s'y limiter, le sarrasin, le millet perlé, l'hybride sorgho et herbe du Soudan, le colza et le radis oléagineux.