

L'utilisation de stimulateurs de défenses naturelles des plantes en cultures légumières, DEFILég

Marie Torres

Mail : torres@ctifl.fr



Responsables des équipes impliquées

- Ade Céline, CTIFL, Carquefou
- Maisonneuve Brigitte et Pitrat Michel, Génétique et Amélioration des Fruits et Légumes, INRA Avignon
- Bellvert Floriant, CNRS- UMR 5557, Lyon
- Guerrand Jérôme et Hallier Sonia, Vegenov-BBV Saint-Pol-de-Léon
- Werbrouk Dominique et Vasseur Ludovic, Pôle Légumes Région Nord, Lorgies
- Burlet Alexandre, SERAIL, Brindas
- Lavigne Daniel, CEFEL, Tarn-et-Garonne, Montauban
- Guigal Lucille, CEHM, Languedoc Roussillon, Marsillargues

Mots clefs

Stimulateurs de défense des plantes, conditions d'utilisation, mécanismes d'action, effet du génotype, stratégies de protection.

Le projet DEFILég, labellisé par le GIS PIClég, a permis de mieux appréhender entre 2010 et 2013 les conditions d'action des Stimulateurs de Défense des Plantes (SDP) pour lutter contre le mildiou de la laitue et l'oïdium du melon. Associant des partenaires avec des compétences complémentaires, ce projet a permis de tester l'efficacité de différents SDP en conditions contrôlées, de déterminer l'influence du génotype et de stress abiotiques sur la réactivité aux SDP, de mieux appréhender les mécanismes d'action des SDP et de tester l'intégration de ces produits au sein de stratégies de protection en conditions de culture.

Ces trois années d'expérimentation ont permis de mettre en évidence des efficacités très intéressantes de quelques substances présentant réellement une action de stimulation des défenses. Même si leurs mécanismes d'action ne sont pas entièrement décryptés, il ressort de ces expérimentations que l'efficacité des produits reste intimement liée aux contextes d'emploi de ceux-ci, puisque les conditions biotiques (génotype de la plante et souche du pathogène pour chaque couple hôte/pathogène) et abiotiques (irrigation, nutrition) ont un impact sur les résultats.

Contexte et Objectifs

La réduction drastique des moyens de protection chimique classique, conjuguée à la demande sociétale d'une meilleure prise en compte de l'environnement et de la santé, a amené un regain d'intérêt des producteurs pour les techniques alternatives de protection des plantes contre les agents pathogènes. Parmi ces techniques alternatives, les SDP, substances naturelles ou chimiques, induisent une mise en alerte des mécanismes de défense des plantes et permettent un contrôle des attaques de pathogènes et ravageurs. Or, de nombreux paramètres restent à étudier pour comprendre les mécanismes d'action de ces produits avant de les intégrer au sein de stratégies de protection. C'est dans cet objectif que les participants du projet DEFILég se sont fixés pour but :

- d'acquérir des connaissances sur le fonctionnement et les modes d'action des SDP (efficacité, effets des stress abiotiques...),
- d'identifier les marqueurs traduisant l'activité de défense des plantes,
- de déterminer l'influence du génotype sur l'activation des mécanismes de défense des plantes (réactivité aux SDP) en criblant des ressources génétiques (l'objectif était d'identifier des génotypes très réactifs, intéressants à intégrer dans des programmes de sélection),
- de tester l'intégration de SDP au sein de stratégies de protection classique en les substituant aux produits phytopharmaceutiques,
- de tester l'utilisation de SDP dans le cas d'impasses techniques engendrées par les bactérioses.

...

... Méthodes

Le projet s'est articulé autour de 5 grands axes complémentaires :

Axe 1 : un large screening de produits revendiquant une action de type « SDP » a été réalisé au début du projet afin de sélectionner des produits non biocides et efficaces contre les agents pathogènes ciblés.

Axe 2 : l'influence de stress abiotiques (stress hydriques et nutritifs) a été mesurée afin de déterminer les conditions optimales d'utilisation des SDP.

Axe 3 : l'efficacité des SDP retenus dans l'axe 1 a été évaluée sur une large gamme d'accessions des deux espèces choisies, melon et laitue.

Axe 4 : les SDP retenus dans l'axe 1 ont été testés, en conditions de culture, sur des génotypes dont la réactivité avait été évaluée dans l'axe 3.

Axe 5 : les SDP ont été testés contre des bactérioses pour les deux pathosystèmes.

Tout au long de ces essais, une compréhension des mécanismes de défense mis en place par les plantes (activité enzymatique et métabolites secondaires) et une détermination des biomarqueurs corrélés à la stimulation des voies de défense ont été réalisées.

Principaux résultats obtenus et applications envisageables, lien au plan Écophyto

Efficacité des SDP

Vingt-trois produits de natures diverses revendiquant une action de type SDP ont été testés sur les deux pathosystèmes oïdium/melon et mildiou/laitue. Ces produits étaient très fortement soutenus par les firmes, qui avaient pour but de déposer à moyen terme une autorisation de mise sur le marché (AMM). Cinq produits ont été écartés car ils présentaient aussi une action biocide directe et neuf produits ont été écartés car ils présentaient un niveau d'efficacité trop faible. Les analyses ont permis de sélectionner quatre produits intéressants à étudier dans les autres actions, dont deux retenus pour les deux pathosystèmes.

Recherche de marqueurs traduisant l'activation des mécanismes de défense des plantes

Un dosage enzymatique a été effectué tout au long du projet et les activités glucanase et peroxydase, connues pour être impliquées dans les mécanismes de défense des plantes, ont été évaluées. Par ces deux marqueurs d'activité, il a été difficile de mettre en évidence une induction significative des voies de défense. Etudiés seuls, ces deux marqueurs d'activité enzymatique ne permettaient pas de suivre l'induction des systèmes de défense, d'où une approche métabolique complémentaire réalisée par le CNRS.

Une analyse des métabolites secondaires par profil chromatographique a permis de déterminer que le suivi des teneurs en flavonoïdes dans les feuilles de melon permet de détecter la mise en œuvre des défenses des plantes. La détermination d'un marqueur n'a pas été mise en évidence pour le pathosystème mildiou/laitue.

Influence des stress abiotiques

Pour les deux pathosystèmes, un grand nombre de stress a été testé : des stress hydriques ou nutritifs, simples ou combinés, en conditions contrôlées ou en conditions de culture. L'influence du stade de développement de la plante au moment de l'inoculation a également été testée.

Alors que les résultats pour le pathosystème mildiou/laitue n'ont pas permis de mettre en évidence l'effet du stress hydrique, les résultats obtenus sur le pathosystème oïdium/melon permettent de comprendre le rôle de stress abiotiques sur l'efficacité des produits.

Il semble en effet qu'un stress hydrique ou nutritif modéré augmente les efficacités des SDP par rapport à une utilisation en conditions optimales, alors que l'efficacité des produits chute en cas de stress trop intense.

Chaque SDP réagit spécifiquement cependant à chaque stress ; cela signifie qu'un SDP peut bien réagir à un stress hydrique, alors qu'un autre réagira mieux à un stress nutritif. Ceci complique d'autant plus l'interprétation des résultats obtenus lors de l'utilisation de SDP.

Influence des génotypes

Le criblage des ressources génétiques, sur 455 accessions de laitues et 600 accessions de melon, a mis en évidence que la réactivité des plantes à un SDP varie suivant le génotype. D'une part, une majorité des accessions testées sont non réactives aux trois quarts des produits testés sur chaque pathosystème (Acibenzolar-S-méthyl, extrait de levure, extraits d'algues, Calcium+ nitrate de zinc). D'autre part, parmi les accessions réactives, une majorité est bien protégée par l'un des produits ([l'Acibenzolar-S-méthyl]). Les trois autres SDP sont soit non efficaces sur melon, soit peu efficaces sur laitue. Enfin, pour certaines accessions, la protection dépend de la souche du pathogène, que ce soit pour l'oïdium du melon ou pour le mildiou de la laitue. Quelques accessions ont été identifiées comme étant potentiellement très intéressantes en tant que géniteurs très réactifs aux SDP.

Une validation de ces résultats a été réalisée en conditions de culture mais des différences de résultats apparaissent. Il est possible que cette divergence de résultats soit due à une différence de souches, de dose d'inoculum ou de stimuli extérieurs.

Période	Traitements							MARQUEURS
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	
2012	x	x	x	x	x	x	x	Témoin non traité / témoin eau
	OR	OR	SF	SF	SF	SF	SF	Référence chimique
3	ASM	OR	ASM	SF	ASM			ASM alternance
4	Laminarine	OR	Laminarine	SF	Laminarine			Laminarine alternance
5	Ca+ nitrate de zinc	OR	Ca+ nitrate de zinc	SF	Ca+ nitrate de zinc			Ca+ nitrate de zinc alternance
6		OR		SF		SF		Témoin de vraisemblance SDP alternance
7	x	x	x	x	x	x	x	Témoin non traité / témoin eau
8	x	OR	OR	SF	SF	SF	SF	Référence chimique
9	x	ASM	ASM	ASM	SF	SF	SF	ASM séquence
10	x	Laminarine	Laminarine	Laminarine	SF	SF	SF	Laminarine séquence
11	x	x	x	x	SF	SF	SF	Témoin de vraisemblance SDP séquence
12	ASM	ASM	ASM	ASM	SF	SF	SF	ASM séquence + pépinierre
13	ASM	ASM	OR	ASM	SF	ASM	SF	ASM alternance + pépinierre
14	x	x	OR	x	SF	x	SF	Témoin de vraisemblance ASM alternance

Tableau 1 : Stratégies de protections testées contre l'oïdium du melon, 2012 et 2013

Intégration des SDP au sein des itinéraires techniques

Les expérimentations menées en 2012 et 2013 avaient pour but d'inclure au sein des stratégies de protection, les SDP qui présentaient la meilleure efficacité (Acibenzolar-S-Methyl ; laminarine et produits à base de calcium et nitrate de zinc). Différentes stratégies ont été évaluées dans le but de déterminer la stratégie de protection la plus efficace (application en pépinière, traitements en alternance avec des produits phytopharmaceutiques classiques, traitements précoces...).

Alternés avec des substances actives couramment utilisées, certains SDP se montrent très efficaces pour réduire les dégâts, parfois même mieux que les produits phytopharmaceutiques employés seuls. La Figure 1 représente pour chaque date les niveaux d'efficacité de chaque stratégie obtenus au CEHM en 2012. Nous observons notamment en fin de notation, au 8 août, une diminution significative du pourcentage de feuilles de melon présentant des symptômes d'oïdium pour la modalité à base de traitements ASM. Parmi les SDP testés en culture de melon, deux d'entre eux permettent de diminuer la maladie. Pour le produit le plus efficace (ASM), sur les 12 fois où des stratégies à base de ce produit ont été testées, 11 ont été efficaces (en prenant en compte les différences significatives et les tendances). L'intérêt des SDP dans la lutte contre l'oïdium du melon est donc avéré. Cependant, les efficacités sont variables selon les cas et les expérimentations menées n'ont pas permis de

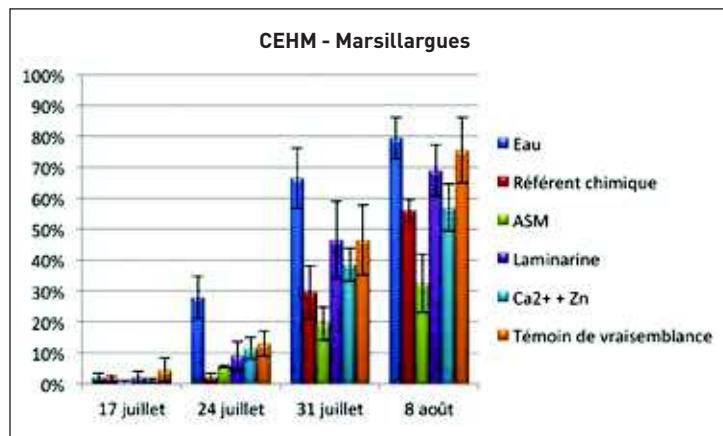


Figure 1 : Pourcentage de feuilles de melon présentant des dégâts d'oïdium à chaque date d'observation (résultats CEHM, 2012)

définir une stratégie unique à préconiser pour maximiser l'efficacité des SDP. De plus, des phytotoxicités ont pu être observées en 2012 dans certains essais et une prudence s'impose donc lors de l'utilisation de certains SDP. Dans le cas de la laitue, l'efficacité de ces stratégies est insuffisante pour protéger correctement les cultures contre le mildiou. Une absence totale de pathogène est en effet demandée en laitue, produit pour lequel l'aspect esthétique est primordial. Des problèmes de sélectivité ont par ailleurs pu être observés. ■

Conclusions et perspectives

Les SDP sont des produits de composition diverse, ayant un mode d'action complexe puisqu'ils peuvent induire des modifications physiologiques (épaississement de la paroi cellulaire) ou métaboliques, locales ou systémiques.

Ce projet a permis de mieux appréhender les mécanismes d'action des produits de type SDP et de comprendre l'impact de différents stress, biotiques ou abiotiques (stress hydrique, nutritif, génotype, souche de pathogène) sur l'efficacité des SDP. Les résultats de ces travaux pourraient par exemple permettre aux sélectionneurs de travailler sur des variétés réactives aux SDP.

Il a ainsi été mis en avant que l'efficacité des produits est très variable en fonction du contexte dans lequel ils sont appliqués. Néanmoins, ce projet a permis de montrer qu'une utilisation de ces produits est possible et que leur efficacité est non négligeable, lorsque ceux-ci sont utilisés en complément de produits phytosanitaires classiques. Enfin, ce projet a permis de mettre au point une méthode de suivi de l'activation des mécanismes de défense des melons par le dosage des flavonoïdes totaux, mais la méthode n'a pas pu être développée en laitue.

L'apparition constante de nouveaux produits et de nouveaux outils de détermination des mécanismes d'action des SDP laisse présager que leur utilisation comme méthode alternative de contrôle des maladies pourrait bientôt être étendue. Cependant, les SDP sont des produits agissant sur le métabolisme de la plante avec un impact sur un large spectre de ravageurs et pathogènes. Cet aspect mérite d'être pris en compte lors de l'homologation de telles substances.

Références bibliographiques

- > Bellvert F., 2012. Flavonoids investigation: a tool to develop elicitor on *Cucumis melo* for sustainable agriculture. Colloque Natural products, Perpignan
- > Hamzaoui J., 2012. Profiling of phenylpropanoid compounds in lettuce leaves after treatment with elicitor. Colloque Natural products, Perpignan
- > Brachet ML., 2012. Trois essais pour évaluer les stimulateurs de défenses naturelles des plantes. Vaucluse agricole n° 2312 pp5
- > Torres M., 2013. Use of elicitors to protect melon crops (*Cucumis melo*) against *Podosphaera xanthii*: A multisite field experiment. IOBC-WPRS Bulletin Vol. 89, 2013 pp. 409-414
- > Maisonneuve B., Allen-Aubouard C., Pitrat M., 2013. Effect of plant genotype on the efficacy of stimulators of plant defences in two horticultural pathosystems. IOBC-WPRS Bulletin Vol. 89, 2013 pp. 327-331

