

Revue des Œnologues n° 172 Juillet 2019

Page(s) : 9 à 11

Nature chimique herbicide

Le potentiel des substances naturelles en agriculture

Bastien Nay, Wei Zhang

Laboratoire de synthèse organique – CNRS – École polytechnique

Institut polytechnique de Paris – Palaiseau – France

La chimie des substances naturelles est une discipline très active consistant en la recherche de nouvelles molécules d'intérêt à partir d'organismes vivants, généralement des plantes, des micro-organismes ou des organismes marins. Elle est à l'origine de la découverte de nombreux médicaments utilisés en médecine, par exemple comme antibiotiques ou anticancéreux. En effet, ces substances naturelles, façonnées par l'évolution pour interagir avec les composants de la matière vivante de manière souvent ciblée, peuvent être riches de propriétés biologiques. La raison est simple : pour survivre dans un environnement où la compétition pour l'espace et les nutriments est très importante, de nombreux organismes vivants ont développé des mécanismes de défense chimique pour éloigner leurs compétiteurs, surtout lorsqu'ils sont sessiles ou peu mobiles. En conséquence, de nombreuses substances naturelles possèdent aussi des activités toxiques, parfois même fatales, et leur utilisation devra donc être parfaitement réglementée, comme toute autre molécule chimique.

En agriculture, la problématique des pesticides d'origine purement synthétique suscite à l'heure actuelle de nombreuses controverses et un débat passionné dans l'opinion publique. Une alternative potentielle et compatible avec l'agriculture biologique serait l'utilisation de molécules naturelles. Il existe de nombreux pesticides naturels et selon une étude statistique réalisée en 2012 [1], on estime que 35,7 % des pesticides brevetés entre 1997 et 2010 sont constitués par des substances naturelles, sans compter les pesticides biologiques (micro-organismes utilisés dans le biocontrôle) qui constituent une autre catégorie. Les substances naturelles constituent donc une importante source d'innovation.

Pourtant, en matière d'herbicides, la part des substances naturelles s'effondre dramatiquement avec, sur la même période, aucune molécule naturelle brevetée et seulement 8,1 % de nouvelles molécules de synthèse inspirées de molécules naturelles. Il s'agit des tricétones (mésotrione, topramézone, tembotrione) basées sur la leptospermone isolée de la plante *Callistemon citrinus* ou rince-bouteille, qui inhiberaient l'enzyme p-hydroxyphenylpyruvate dioxygénase. La leptospermone

avait été découverte à la fin des années 1970, après avoir observé que le rince-bouteille inhibait la croissance d'autres plantes dans son environnement, signalant la présence d'une substance aux propriétés allélopathiques. Parmi d'autres molécules naturelles ayant inspiré la synthèse de nouveaux herbicides commerciaux, citons l'isocinéole, un autre terpène trouvé dans la cardamome ou certaines variétés de poivre, qui a inspiré la cinméthylène, un herbicide qui inhiberait la tyrosine aminotransférase. L'endothall est également un herbicide de synthèse inspiré de la cantharidine, une puissante toxine de défense produite par des insectes, qui inhiberait des protéine-phosphatases chez les plantes.

Chimie Herbicide Pesticide Radulanine A Agriculture Substance naturelle Molécule Molécule de synthèse Molécule végétale

### TRANSLATION

Review Winemakers No. 172 July 2019

Page (s): 9 to 11

Herbicide chemical nature

The potential of natural substances in agriculture

Bastien Nay, Wei Zhang

Laboratory of organic synthesis - CNRS - École Polytechnique Polytechnic

Institute of Paris - Palaiseau - France

The chemistry of natural substances is a very active discipline consisting in the search for new molecules of interest from living organisms, usually plants, micro-organisms or marine organisms. She is at the origin of the discovery of many medicines used in medicines, for example as antibiotics or anticancer. Indeed, these natural substances, shaped by evolution to interact with the components of living matter in often targeted way, can be rich in biological properties. The reason is simple: to survive in an environment where competition for space and nutrients is very important, many living organisms have developed chemical defense mechanisms to keep their competitors away, especially when they are sessile or not very mobile.

In agriculture, the issue of pesticides of purely synthetic origin is currently generating a great deal of controversy and a passionate debate in public opinion. A potential alternative and compatible with organic farming would be the use of natural molecules. There are many natural pesticides and

according to a statistical study conducted in 2012 [1], it is estimated that 35.7% of pesticides patented between 1997 and 2010 are made of natural substances, not counting the biological pesticides (micro-organisms used in biocontrol), which is another category. Natural substances are therefore an important source of innovation.

However, in terms of herbicides, the share of natural substances collapses dramatically with, over the same period, no patented natural molecule and only 8.1% of new synthetic molecules inspired by natural molecules. These are the tricetones (mesotrione, topramezone, tembotrione) based on leptospermone isolated from the plant *Callistemon citrinus* or bottle rinses, which inhibit the enzyme p-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. Leptospermone was discovered in the late 1970s after observing that the bottle rinse inhibited the growth of other plants in its environment, signaling the presence of a substance with allelopathic properties. Among other natural molecules that have inspired the synthesis of new commercial herbicides, isocineole, another terpene found in cardamom or some varieties of pepper, which inspired cinmethyline, a herbicide that would inhibit tyrosine aminotransferase. Endothall is also a synthetic herbicide based on cantharidin, a potent insect-borne defense toxin that inhibits protein phosphatases in plants.