

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde = Bulletin suisse de mycologie  
**Herausgeber:** Verband Schweizerischer Vereine für Pilzkunde  
**Band:** 73 (1995)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Résidus de pesticides dans les champignons cultivés sur de la paille = Giftrückstände in Pilzen, die auf Stroh gezüchtet werden  
**Autor:** Stijve, T.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-936578>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 24.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Résidus de pesticides dans les champignons cultivés sur de la paille

### Introduction et présentation du problème

Il est bien connu que les plantes céréalières comme le blé, le seigle, l'avoine, etc. sont intensivement traitées avec certains produits phytosanitaires (surtout des fongicides et des régulateurs de croissance), souvent encore peu de temps avant la récolte. Bien que les résidus de pesticides dans les grains soient pratiquement toujours négligeables, la présence de quantités élevées de ces substances dans la paille est loin d'être une exception. Ceci se reflète dans les limites maximales pour les résidus de pesticides: les limites pour la paille sont généralement 5 à 10 fois plus élevées que pour les graines. Pourtant, la paille est de plus en plus utilisée comme substrat pour la culture de champignons, tels les Pleurotes (*Pleurotus ostreatus*), le Shiitake (*Lentinus edodes*) ou encore les Strophaires (*Stropharia rugoso-annulata*). On s'est par conséquent posé la question de savoir dans quelle mesure ces champignons pourraient adsorber ou même accumuler les résidus de pesticides présents dans la paille.

Pour y répondre, les chercheurs allemands Siebers, Wulf et Lundehn ont fait des cultures expérimentales de Pleurotes coquilles-d'huître sur la paille de blé, normalement traitée avec des pesticides (cf. Tableau I).

La paille fut pressée en bottes de 40×50×85 cm. Après avoir soigneusement arrosé ces bottes avec de l'eau et après les avoir égouttées pendant 24 heures, on procéda à l'inoculation de chacune d'elles (14 trous par botte), en utilisant le blanc de *Pleurotus ostreatus*, fourni par la maison Neudorff. Les bottes ainsi inoculées furent incubées à une température de 20 °C et une humidité relative de 75%.

La récolte des champignons commença environ 4 semaines après l'inoculation. A partir de ce moment, des échantillons furent prélevés trois fois par semaine pendant 6 mois. On préleva aussi des échantillons de paille: au moment de la récolte du blé, au début de la croissance des champignons et à la fin de l'expérience.

Les résultats rapportés dans le Tableau II montrent que seuls le chlorméquat et l'anilazine entrent en ligne de compte. Les autres pesticides avaient déjà disparu au moment de la récolte du blé. Le Tableau II montre que la teneur en chlorméquat et en anilazine dans la paille diminue progressivement au cours de l'expérience. La diminution initiale s'explique aussi par l'humidification de la paille avant l'inoculation: non seulement le substrat devient plus lourd, mais il est aussi possible que l'arrosage ait éliminé une partie des pesticides qui sont solubles dans l'eau.

Toutefois, la plus grande partie de chlorméquat fut bel et bien trouvée dans les Pleurotes, dont le rendement moyen se situa entre 1 et 3 kg par botte. Les teneurs les plus élevées furent mesurées dans les premières récoltes, mais même après 60 jours une dernière volée contenait encore une quantité appréciable de chlorméquat (cf. Tableau III)!

L'anilazine n'a pas pu être détectée, malgré l'utilisation d'une méthode très sensible.

### Résidus de chlorméquat dans les champignons cultivés du commerce

Pendant l'automne 1993, nous avons acheté dans trois villes de Suisse romande des Pleurotes cultivés, non seulement *P. ostreatus*, mais aussi *P. citreo-pileus*. Sur 6 échantillons analysés, une seule barquette de Pleurotes en forme d'huître, achetée dans un supermarché, a donné des résultats positifs, c'est à dire que ces champignons contenaient 0,75 mg/kg de chlorméquat. Des Shiitake et des Strophaires achetés sur le marché de Vevey (VD) s'avéraient exempts de résidus. La limite de détermination de la méthode employée était de 0,1 mg/kg.

### Interprétation des résultats

Les travaux cités des auteurs allemands indiquent une lacune dans la législation sur les résidus de pesticides dans les denrées alimentaires. En effet, on n'a pas prévu le phénomène des résidus dans les champignons cultivés sur de la paille (ou sur d'autres substrats) contaminée par des pesticides. Selon la loi allemande, ces résidus sont inacceptables, puisque la législation préconise moins de 0,1 mg/kg de chlorméquat dans les aliments d'origine végétale non spécifiés («andere pflanzliche Lebensmittel»), dont les champignons font également partie. Par conséquent, la vente de champi-

gnons contenant des résidus de chlorméquat est illégale. Pour éviter de telles contaminations, les auteurs recommandent d'indiquer sur les étiquettes des pesticides mentionnés contenant du chlorméquat la mise en garde suivante:

*«Ne pas employer la paille des céréales traitées pour la culture des champignons.»*

Pour mieux apprécier une telle mesure, il convient d'analyser les risques éventuels pour les consommateurs. Depuis plus de 30 ans le chlorméquat (aussi connu sous le nom de chlorocholine) est presque exclusivement utilisé sur le blé, l'orge, l'avoine et le seigle. Le traitement rend les tiges plus épaisses et plus fortes, entraînant par là même une meilleure résistance contre les averses qui, souvent, aplatissent les plantes non traitées. Ainsi est assurée une meilleure récolte.

Des études biochimiques et toxicologiques ont montré que le chlorméquat est très peu toxique. L'estimation des «doses sans effet» sur les animaux d'expérience a permis d'établir une dose journalière admissible de 0,05 mg/kg de poids corporel. En d'autres termes, une personne de 60 kg peut quotidiennement ingérer  $60 \times 0,05 = 3$  mg de chlorméquat pendant toute sa vie sans effet sur sa santé. En tenant compte de cette faible toxicité et des teneurs rencontrées dans la pratique, le Comité du Codex sur les résidus de pesticides a recommandé des limites maximales pour le chlorméquat dans quelques denrées alimentaires (Tableau IV).

Le lecteur remarquera que la limite la plus basse a été fixée pour le lait. En effet, comme le chlorméquat ingéré avec la paille par des ruminants ne passe pas dans le lait, cet aliment ne devrait théoriquement pas en contenir. C'est pourquoi cette limite de 0,1 mg/kg est égale à la limite de détermination analytique. Pour les céréales qui occupent une place importante dans l'alimentation, la limite a été fixée à 5 mg/kg, ce qui reflète la faible toxicité du chlorméquat. Puisque la consommation des champignons est beaucoup moindre, il serait souhaitable d'établir une limite raisonnable, par exemple aussi 5 mg/kg, une mesure au demeurant plus réaliste qu'une interdiction d'emploi de la paille traitée.

T. Stijve, Nestec S. A., Centre de Recherche, C. P. 44, CH-1000 Lausanne

*Référence bibliographique* J. Siebers, A. Wulf & J. R. Lundehn. Untersuchungen zum Übergang von Pflanzenschutzmittelrückständen aus Getreidestroh in Pilze. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 43: 95–97 (1991).

*Tab. I: Pesticides utilisés dans la culture du blé et leurs résidus dans la paille  
Bei der Aufzucht von Weizen eingesetzte Pflanzenschutzmittel und deren Rückstände in Stroh*

| Nom commercial<br>Handelsname    | Ingrédient actif<br>Wirkstoff | Type de produit<br>Wirkung                     | Quantité en kg/ha<br>Aufwand in kg/ha | Résidus dans la paille* en mg/kg<br>Rückstand in Stroh* in mg/kg |
|----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Cycocel                          | Chlorméquat                   | Régulateur de croissance<br>Wachstumsregulator | 1,07                                  | 5,3                                                              |
| Cerone                           | Ethephon                      | idem                                           | 0,48                                  | < 0,05                                                           |
| Dyrène liquide<br>Dyrene flüssig | Anilazine<br>Anilazin         | fongicide<br>Fungizid                          | 1,92                                  | 0,76                                                             |
| Corbel                           | Fenpropimorph                 | idem                                           | 0,75                                  | < 0,05                                                           |
| Afugan                           | Pyrazophos                    | idem                                           | 0,59                                  | 0,05                                                             |

\* au moment de la récolte / bei der Ernte

Tab. II: *Résidus de pesticides (en mg/kg) dans la paille; mesures effectuées pendant la culture des champignons*  
*Pflanzenschutzmittelrückstände im Stroh, während der Pilzzucht gemessen (in mg/kg)*

| Pesticides<br>Pestizide | Récolte de blé<br>Weizenernte<br>9.8.88 | Premier échantillonnage de champignons<br>Beginn des Pilzwachstums<br>20.9.88 | Fin de l'expérience<br>Versuchsende<br>1.2.89 |
|-------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Chlormequat             | 5,3                                     | 1,3                                                                           | 0,16                                          |
| Anilazin(e)             | 0,76                                    | 0,36                                                                          | 0,09                                          |
| Autres/Andere           | < 0,05                                  | < 0,05                                                                        | < 0,05                                        |

Tab. III: *Résidus de pesticides (en mg/kg) dans les Pleurotes cultivées sur paille contaminée*  
*Pflanzenschutzmittelrückstände (in mg/kg), in auf verseuchtem Stroh gezüchteten Austernseitlingen*

| Pesticides/Pestizide | Jours après l'inoculation/Tage nach Beimpfung |        |        |        |       |
|----------------------|-----------------------------------------------|--------|--------|--------|-------|
|                      | 30-36                                         | 56-64  | 94-101 | 126    | 160   |
| Chlormequat          | 4,9                                           | 5,5    | 0,70   | 1,0    | 1,7   |
| Anilazin(e)          | < 0,01                                        | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | –     |
| Autres/Andere        | n. d.                                         | n. d.  | n. d.  | n. d.  | n. d. |

n. d. = non détectable / nicht nachweisbar

Tab. IV: *Recommandations relatives aux limites maximales de résidus de chlorméquat (FAO/OMS)*  
*Empfehlungen über Höchstwerte von Chlormequatrückständen (FAO/WHO)*

| Denrées<br>Lebensmittel                                                           | Limites maximales en mg/kg<br>Höchstwerte in mg/kg |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Paille d'orge et aliment sec pour bétail/<br>Gerstenstroh und Vieh-Trockennahrung | 50                                                 |
| Paille d'avoine/Haferstroh                                                        | 50                                                 |
| Lait et produits laitiers/Milch und Milchprodukte                                 | 0,1                                                |
| Avoine/Gerste                                                                     | 10                                                 |
| Blé/Weizen                                                                        | 5                                                  |
| Paille de blé sèche/Weizenstroh, trocken                                          | 50                                                 |
| Seigle/Roggen                                                                     | 5                                                  |
| Paille de seigle sèche/Roggenstroh, trocken                                       | 50                                                 |
| Poires/Birnen                                                                     | 3                                                  |
| Raisins de table/Weintrauben                                                      | 1                                                  |
| Raisins secs/Rosinen                                                              | 1                                                  |

## Gift-Rückstände in Pilzen, die auf Stroh gezüchtet werden

### Einführung und Darlegung des Problems

Es ist allgemein bekannt, dass Getreidepflanzen wie Weizen, Roggen, Hafer usw. oft noch kurz vor der Ernte intensiv mit Pflanzenschutzmitteln (besonders pilztötende und wachstumsregulierende Substanzen) behandelt werden. Obwohl die Rückstände dieser Pestizide in den Getreidekörnern in den meisten Fällen vernachlässigbar sind, sind dagegen höhere Rückstände im Stroh keine Seltenheit. Das widerspiegelt sich in den Höchstgrenzen für Rückstände solcher Pestizide: die Grenzen für das Stroh sind 5–10mal höher als diejenigen für das Getreide. Doch bei der Aufzucht von Pilzen wie Seitlinge (*Pleurotus ostreatus*), Shiitakepilz (*Lentinus edodes*) oder auch Träuschlinge (*Stropharia rugosoannulata*) wird heute vermehrt Getreidestroh als Wuchsunterlage verwendet. Mit Recht hat man sich deshalb die Frage gestellt: Wie stark können diese Pilze die im Stroh vorhandenen Pestizidrückstände aufnehmen oder gar anhäufen?

Um diese Frage zu beantworten, haben die deutschen Forscher Siebers, Wulf und Lundehn Versuche mit Austernseitlingen auf Weizenstroh durchgeführt, das normal mit Pflanzenschutzmitteln behandelt worden war (siehe Tabelle I auf Seite 61).

Das Stroh wurde zu Ballen von  $40 \times 50 \times 85$  cm gepresst. Nachdem diese Strohballen sorgfältig gewässert worden waren und anschliessend während 24 Stunden abtropfen konnten, begann man mit der Beimpfung jedes einzelnen Ballens (14 Impflöcher pro Ballen). Zur Impfung verwendete man Impfgut von *Pleurotus ostreatus*, das von der Firma Neudorff geliefert worden war. Die so geimpften Ballen wurden bei einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 75% bebrütet.

Vier Wochen nach der Beimpfung kann schon die erste Ernte eingefahren werden. Von diesem Zeitpunkt an wurden während 6 Monaten, jeweils dreimal pro Woche, Pilzproben genommen. Man entnahm auch Strohproben: im Zeitpunkt der Ernte des Strohs, zu Beginn des Erscheinens der ersten Zuchtpilze und beim Abschluss der Versuche.

Die in Tabelle II (Seite 62) zusammengetragenen Resultate zeigen auf, dass nur Chlormequat und Anilazin berücksichtigt werden müssen. Die übrigen Pestizide waren im Zeitpunkt der Ernte des Strohs bereits nicht mehr vorhanden. Die Tabelle II zeigt auf, dass der Gehalt an Chlormequat und an Anilazin im Verlaufe der Versuche immer mehr abnimmt. Die Abnahme gleich zu Beginn der Versuche kann auf die Bewässerung des Strohs vor der Beimpfung zurückgeführt werden: das Substrat wird durch das Wässern nicht nur schwerer, sondern es wäre auch möglich, dass durch das Wässern eine gewisse Menge der Pestizide, die im Wasser lösbar sind, ausgewaschen wurden. Dennoch wurden der grösste Teil an Chlormequat in den Seitlingen wieder gefunden. Die Ernte beträgt 1–3 kg Pilze pro Strohballen. Die höchsten Werte wurden bei den zuerst geernteten Pilzen gemessen; aber auch noch nach 60 Tagen enthielt eine letzte Ernte immer noch eine beträchtliche Menge an Chlormequat (siehe Tabelle III, Seite 62)!

Anilazin konnte trotz einer sehr empfindlichen Analysenmethode nicht nachgewiesen werden.

### Chlormequat – Rückstände bei Pilzen im Handel

Im Herbst 1993 haben wir in 3 Städten der französischen Schweiz Zucht-Seitlinge, nicht nur *P. ostreatus*, sondern auch *P. citreo-pileus*, im öffentlichen Handel gekauft. Von 6 untersuchten Proben wies nur eine Handvoll Austernseitlinge, in einem Supermarkt eingekauft, positive Resultate auf. Diese Pilze enthielten 0,75 mg/kg Chlormequat. Shiitakepilze und Träuschlinge, die wir auf dem Markt von Vevey einkauften, waren unverseucht. Die Genauigkeit unserer Untersuchungsmethode beträgt 0,1 mg/kg.

### Auswertung der Versuchsergebnisse

In den erwähnten Arbeiten machen die deutschen Forscher auf eine Lücke in der Gesetzgebung über Pestizid-Rückstände in Lebensmitteln aus Getreide aufmerksam. Tatsächlich hat man das Phänomen von Rückständen in auf Stroh oder andern mit Pestiziden verseuchten Substraten aufgezogenen Pilzen nicht erkannt. Gemäss den deutschen Gesetzen sind solche Giftrückstände nicht zulässig. Die deutsche Gesetzgebung lässt nur einen Wert von weniger als 0,1 mg/kg Chlormequat für



Nahrungsmittel auf pflanzlicher Basis zu, und dazu gehören auch die Pilze. Aus diesem Grund ist der Verkauf von Pilzen, die Chlormequat enthalten, ungesetzlich. Um solche Verseuchungen zu vermeiden, empfehlen die erwähnten Autoren, dass auf den Etiketten der Pflanzenschutzmittel, die Chlormequat enthalten, folgender Hinweis aufgedruckt wird:

*«Das Stroh des behandelten Getreides darf für die Aufzucht von Pilzen keine Verwendung finden.»*

Um eine solche Massnahme besser beurteilen zu können, sind die eventuellen Risiken für den Pilz-Verzehrer zu untersuchen. Seit über 30 Jahren bereits wird das Chlormequat beim Weizen, bei der Gerste, beim Hafer und beim Roggen angewendet. Diese Anwendung verleiht dem Getreide dickere und kräftigere Halme, wodurch eine bessere Widerstandsfähigkeit gegen Platzregen erzielt wird. Die Platzregen walzen die nicht behandelten Halme oft erbarmungslos nieder. Die Anwendung dieses Mittels erlaubt demnach eine höhere Ernte.

Biochemische und toxikologische Studien haben aufgezeigt, dass Chlormequat nur wenig giftig ist. Die Abschätzung der Wirkung auf die Versuchstiere mittels sogenannter «Dosen ohne Wirkung» erlaubte es, eine tägliche zulässige Dosis von 0,05 mg/kg Körpergewicht festzulegen. Anders ausgedrückt: eine Person von 60 kg Körpergewicht kann während ihres ganzen Lebens eine tägliche Dosis von  $60 \times 0,05 = 3$  mg Chlormequat zu sich zu nehmen, ohne gesundheitliche Schäden befürchten zu müssen. Unter Berücksichtigung dieser schwachen Giftigkeit und der in der Praxis vorkommenden Giftwerte hat das Komitee für den Kodex über Pflanzenschutzmittel-Rückstände Empfehlungen für Höchstgrenzen beim Chlormequat in Lebensmitteln aus Getreide aufgestellt. (Tabelle IV, Seite 62).

Der interessierte Leser wird festgestellt haben, dass die niedrigsten Werte für die Milch festgelegt wurden. Da bei Wiederkäuern das durch das Stroh als Futter aufgenommene Chlormequat tatsächlich in der Milch nicht wieder auftaucht, sollte dieses Lebensmittel theoretisch keine Spur davon aufweisen. Aus diesem Grunde stimmt die Höchstgrenze von 0,1 mg/kg auch mit der Grenzwertempfindlichkeit der Analyse überein. Für das Getreide, das in den Lebensmitteln eine wichtige Stelle einnimmt, wurde die Höchstgrenze auf 0,05 mg/kg festgelegt, was für die geringe Giftigkeit von Chlormequat spricht. Da der Genuss von Speisepilzen gegenüber anderen Lebensmitteln doch recht selten erfolgt, wäre es zweckmässig, auch hier eine vernünftige zulässige Höchstgrenze, z. B. 5 mg/kg, festzulegen, was vernünftiger wäre als ein Verbot der Verwendung von behandeltem Stroh als Aufzuchtsubstrat.

T. Stijve, Nestec S. A., Centre de Recherche. C. P. 44, CH-1000 Lausanne

(Übers. R. Hotz)

**Kurse + Anlässe**

**Cours + rencontres**

**Corsi + riunioni**

### **Sessions micromycètes parasites des plantes 1995**

A l'initiative et sous la conduite du Professeur Chevassut, de Montpellier, et de son équipe, des sessions ont lieu chaque année depuis 1986, dont le but est l'étude des micromycètes, c'est à dire des champignons qui parasitent les organes des plantes vertes. Occasion rêvée d'associer la Botanique et la Mycologie. En 1995 auront lieu trois sessions, de 3 jours chacune, l'une tout à l'Ouest de la France (départ. des Deux-Sèvres), la seconde dans le Jura suisse et la troisième dans les Alpes de l'Isère. Organisation classique: en matinée, herborisation et observations sur le terrain, l'après-midi étude en salle (loupe binoculaire et microscope indispensables), en soirée projections ou travail en salle. Une chose encore: ces sessions s'adressent à la fois aux débutants, qui bénéficieront