

Traitement des cultures maraîchères de grande taille sous serre: vers un modèle de dosage

Jacob Rüegg¹, René Total¹, Mauro Jermini², Sebastiano Scettrini², Ronald Wohlhauser³, Stefan Wolf³ et Graham Sanderson³

¹Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 8820 Wädenswil

²Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil, Centre de Cadenazzo, 6594 Contone

³Syngenta Crop Protection AG, Groupe Technique d'application (Gruppe Applikationstechnik), 4002 Bâle

Renseignements: Jacob Rüegg, e-mail: jacob.rueegg@acw.admin.ch, tél. 044 783 64 28 / 079 777 26 17



Figure 1 | Aubergines variété Madonna, distance interligne 2 mètres. 14 jours après la plantation: hauteur de la haie foliaire 53 cm, surface calculée de la haie foliaire 5340 m² par ha, surface foliaire obtenue environ 2800 m² par hectare (A). 121 jours après la plantation: hauteur de la haie foliaire 227 cm, surface calculée de la haie foliaire 22 710 m² par ha, surface foliaire obtenue environ 65 000 m² par hectare (B).

Introduction

Maintenir les maladies et les ravageurs en-dessous du seuil de tolérance est un des facteurs-clé de réussite des cultures sous serre de tomates, de concombres, d'aubergines et de poivrons. Les insectes nuisibles et les acariens sont principalement tenus en échec par l'utilisation de leurs antagonistes biologiques; l'application d'insecticides et d'acaricides a nettement reculé ces dernières années, mais ceux-ci restent occasionnellement nécessaires dans les cas de multiplication rapide et critique des ravageurs. Dans les serres modernes, l'expansion des maladies fongiques peut être fortement contenue par une bonne conduite du climat, mais elle ne peut pas toujours être suffisamment contrôlée. Les traitements fongicides à base de différents groupes de matières actives

sont généralement répétés et menés à titre préventif. Il n'existe en effet pas de modèles fiables pour le pronostic des principales maladies fongiques attaquant les cultures sous serre, et il est donc impossible d'appliquer un traitement approprié au moment propice sur la base d'un pronostic. On attend d'une protection des plantes moderne que les agents phytosanitaires soient utilisés de manière à la fois appropriée, efficace et économique. Une protection phytosanitaire adaptée aux cultures comprend deux éléments: a) il faut adapter la dose du produit sélectionné et le volume d'eau à la culture en question et à sa croissance et b) le dispositif d'application doit permettre de répartir le produit autant que possible régulièrement et sur la totalité de la culture. Dans la plupart des cas, il faut traiter tout le feuillage de la culture. Mais selon l'agent pathogène et le stade de culture, il faut traiter

seulement certaines parties du feuillage. Pour la protection de l'utilisateur et de l'environnement ainsi que pour des raisons financières, il faut aspirer à un taux de récupération maximal, c'est-à-dire qu'un pourcentage aussi élevé que possible de la quantité totale de matière active épanchée (60 – 85 %) devrait se retrouver sur la culture. Les exigences en matière d'adaptation de la protection phytosanitaire aux conditions de culture ne sont pas faciles à satisfaire. Avec les appareils habituels, on constate souvent une répartition assez irrégulière des produits phytosanitaires sur l'ensemble des cultures, la face inférieure des feuilles, notamment, n'étant que peu, voire jamais atteinte. En collaboration avec l'industrie, ACW évalue actuellement les dispositifs existants et nouveaux pour les traitements phytosanitaires. Le travail présenté ici se penche également sur le problème de l'adaptation de la dose de produit et du volume d'eau à la surface foliaire de la culture considérée, aspect qui n'a pas encore trouvé de réponse satisfaisante. Un premier pas important est d'arriver à mieux cibler la surface foliaire à traiter et à la caractériser correctement au moyen d'une valeur de référence aussi simple que possible.

Matériel et méthodes

Entre 2009 et 2010, ACW a procédé à des mesures répétées dans ses propres cultures de tomates, de concombres, d'aubergines et de poivrons, ainsi que dans des exploitations du sud et du nord de la Suisse (fig. 1 à 3). A des intervalles d'une à trois semaines, la hauteur et la largeur de la haie foliaire ont été mesurés pour dix plants représentatifs, et le nombre de feuilles par plant a été compté. Des échantillons représentatifs de feuilles ont été prélevés et la projection de leur surface a été déterminée électroniquement (planimètres de la maison LI-COR Inc. Lincoln, Nebraska USA; modèle stationnaire LI-3100A et modèle portable LI-3000A; fig. 3a). Le nombre de plants par hectare a pu être déterminé à partir des intervalles entre les plants dans les lignes et des distances entre les lignes. Avec ces données, la surface foliaire par plant et par hectare a été calculée.

Pour les plants d'aubergine (fig. 1a, 1b), de concombre (fig. 2a, 2b) et de poivron, l'augmentation hebdomadaire de la surface de la haie foliaire et de la surface du feuillage était assez variable. La surface ciblée par le traitement phytosanitaire se modifiait fortement au cours de la croissance, les résultats obtenus n'étant pas les mêmes pour toutes les cultures. Les données disponibles jusqu'ici devront être complétées par des mesures supplémentaires pour pouvoir livrer une image plus complète de la croissance du feuillage. >

Résumé ■ Actuellement, les praticiens ne savent pas exactement comment adapter le dosage des fongicides, insecticides et acaricides à la croissance des cultures maraîchères de grande taille sous serre (tomates, concombres, aubergines et poivrons). Dans la plupart des cas, les produits de lutte contre les ravageurs et les champignons doivent être appliqués sur le feuillage. Des mesures préliminaires montrent que la surface du feuillage des cultures d'aubergine, de concombre et de poivrons, peut être estimée indirectement et avec suffisamment de précision via la surface de la haie foliaire, elle-même simple à déterminer. Pour les tomates, des mesures complémentaires sont nécessaires en raison de la diversité des formes de cultures et des variétés. Un modèle de travail est proposé provisoirement à partir de l'hypothèse suivante: une haie foliaire de 20 000 m² par hectare correspond à la quantité de base de produit, calculée à partir du volume de base d'eau de 1000 litres par hectare et de la concentration d'application autorisée. Tout comme en arboriculture, en viticulture et dans les cultures de baies, le volume de bouillie à concentration simple pourrait alors être adapté de manière linéaire à la hausse ou à la baisse, en fonction de la surface de la haie foliaire. Ce modèle provisoire de dosage devra être validé par des mesures et des essais supplémentaires. De plus, d'autres améliorations doivent être réalisées au niveau des outils d'application afin que le volume de bouillie puisse être réparti autant que possible régulièrement sur la totalité de la culture traitée.



Figure 2 | Concombres variété Loustik, distance interligne 2 mètres. 16 jours après la plantation: hauteur de la haie foliaire 80 cm, surface calculée de la haie foliaire 8100 m² par ha, surface foliaire obtenue environ 3000 m² par hectare (A). 56 jours après la plantation: hauteur de la haie foliaire 332 cm, surface calculée de la haie foliaire 33 200 m² par ha, surface foliaire obtenue environ 22 500 m² par hectare (B).

Résultats et discussion

Comme expliqué brièvement, la détermination de la surface du feuillage d'une culture est une procédure compliquée. Il est donc logique de rechercher une référence qui permette de décrire la surface du feuillage simplement, rapidement et avec une précision acceptable. La hauteur de la haie foliaire, soit la distance entre la feuille la plus basse et le sommet de la tige, est simple et facile à déterminer. Le producteur connaît la distance entre les lignes de par les modalités de plantation, et c'est aussi une valeur est aisément vérifiable. A partir de ces deux

valeurs simples à mesurer, il est facile de calculer par hectare la surface de la haie foliaire des deux côtés des lignes de plantation et pour toutes les lignes. La figure 4 présente, à l'exemple de l'aubergine, les mensurations nécessaires et le calcul qui en résulte. De manière analogue, il est possible de déterminer rapidement et à tous les stades de croissance la surface de la haie foliaire pour les concombres, les poivrons et les tomates. Les figures 5 et 7 montrent, pour l'aubergine et le concombre, l'évolution de la surface de la haie foliaire et de la surface effective du feuillage pendant la croissance de ces cultures.



Figure 3a | Projection de la surface foliaire d'un nombre représentatif de feuilles par plant de poivron – la surface foliaire est mesurée électroniquement au moyen d'un planimètre mobile. Chaque instant de mesure repose sur un échantillon de dix plants.



Figure 3b | Poivrons variété Derby, distance interligne 2,2 mètres. 57 jours après la plantation, hauteur de la haie foliaire 102 cm; surface calculée de la haie foliaire 9309 m² par ha, surface foliaire obtenue environ 11 500 m² par hectare.

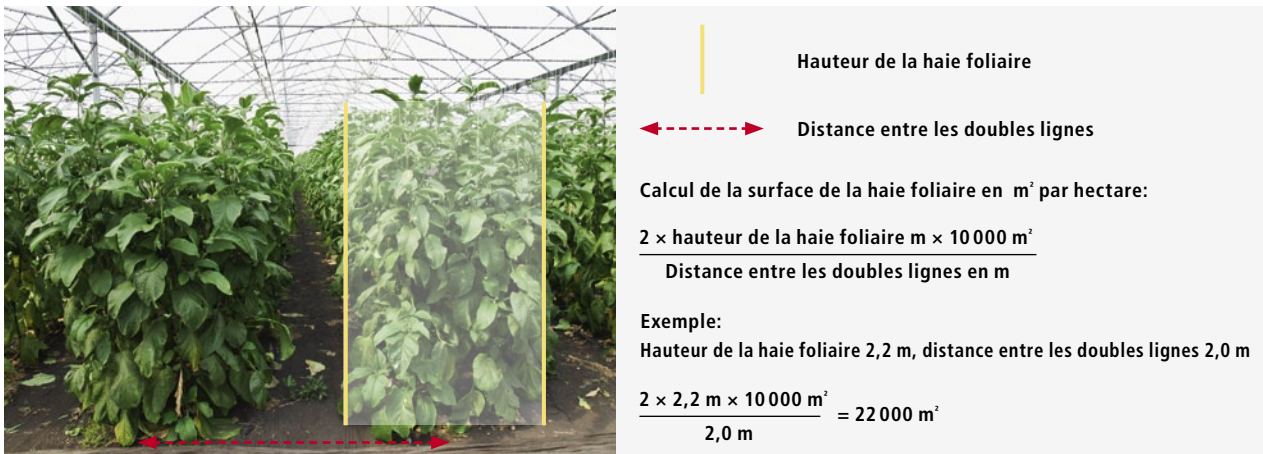


Figure 4 | Calcul de la surface de la haie foliaire à l'exemple d'une culture d'aubergines.

La surface de la haie foliaire, paramètre facile à déterminer, est-elle cependant une référence appropriée pour la description de la surface effective du feuillage? Des calculs de régression (fig. 6 et 8) montrent qu'il existe réellement une association valable entre les deux surfaces. Concrètement, la surface approximative du feuillage peut être déduite de la surface de la haie foliaire. Pour les cultures de poivrons aussi, les mesures effectuées jusqu'ici (fig. 9) montrent que la surface de la haie foliaire, rapide et simple à déterminer, peut être prise indirectement comme référence pour la détermination de la surface foliaire totale. Nous présumons que

pour les tomates, malgré les différences inter-variétés, la surface de la haie foliaire est une valeur appropriée pour la caractérisation de la surface du feuillage.

Sur la base des mesures déjà effectuées, nous partons provisoirement de l'hypothèse que la surface de la haie foliaire permet d'estimer avec suffisamment de précision la surface du feuillage, et donc la surface à cibler par les traitements fongicides, insecticides et acaricides des cultures d'aubergines, de concombres, de tomates et de poivrons. La prochaine étape est de savoir comment la valeur «surface de la haie foliaire» peut être traduite en prescriptions de dosage.

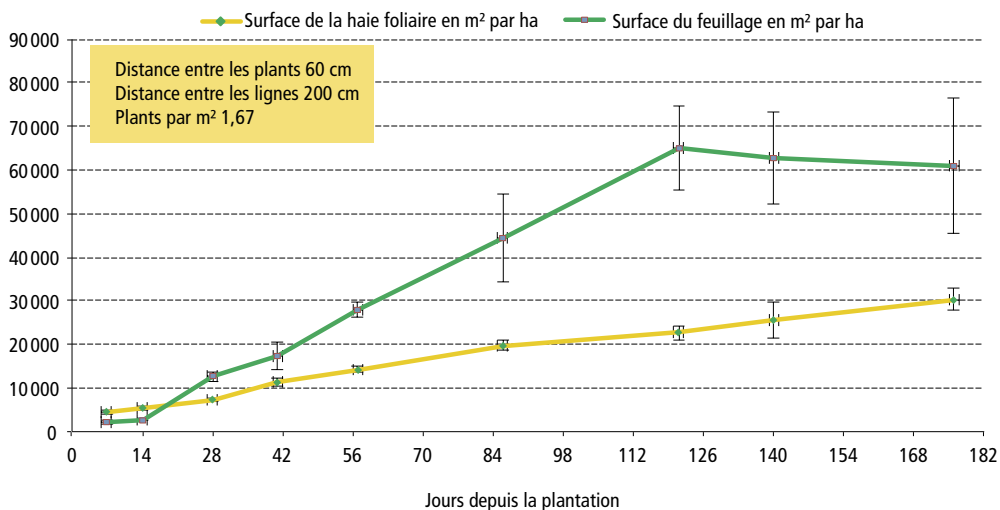


Figure 5 | Évolution de la surface de la haie foliaire et de la surface foliaire effective d'une culture d'aubergines de la variété Madonna, du 7^e au 176^e jour après la plantation.

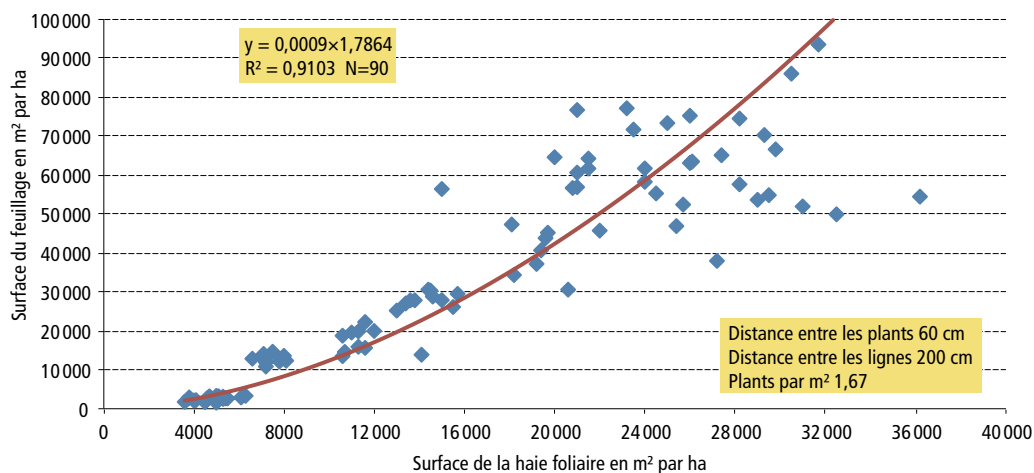


Figure 6 | Lien entre la surface de la haie foliaire et la surface du feuillage pour les aubergines de la variété Madonna.

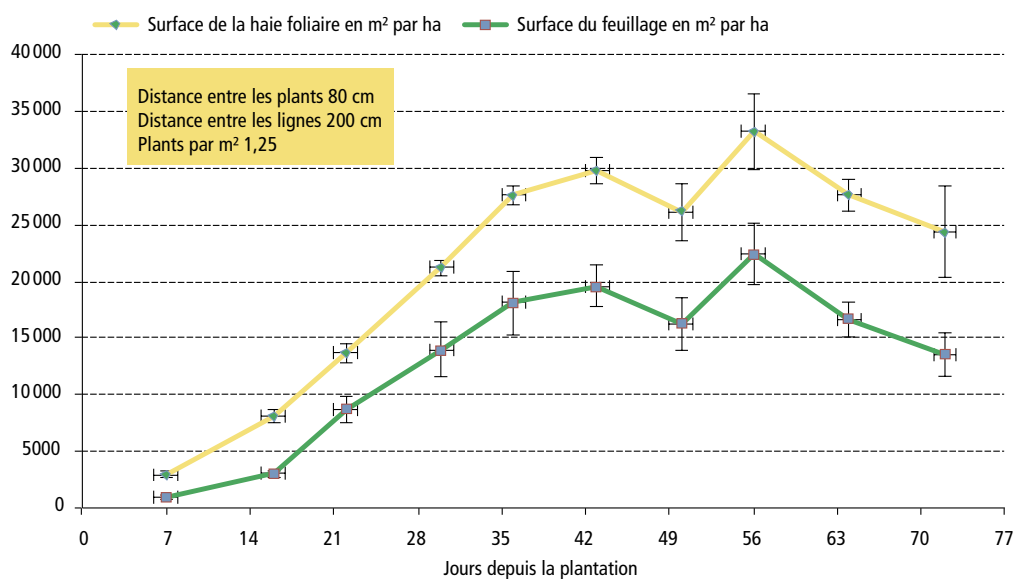


Figure 7 | Évolution de la surface de la haie foliaire et de la surface foliaire effective d'une culture de concombres de la variété Loustik, du 7^e au 77^e jour après la plantation.

Conclusions

En Suisse, la plupart des autorisations de produits phytosanitaires destinés à être épandus en serre préconisent une certaine concentration d'utilisation (voir information dans l'encadré). L'utilisateur sait quelle concentration le produit doit avoir dans la bouillie, mais la quantité de bouillie, et donc de produit, à appliquer sur la

culture en question reste vague. ACW et le groupe Technique d'application de l'entreprise Syngenta Crop Protection AG entretiennent depuis de nombreuses années une bonne collaboration dans le domaine de l'arboriculture, de la viticulture et de l'horticulture. Ils ont analysé les données actuellement disponibles en Suisse et à l'étranger sur les cultures maraîchères conduites sous serre. Un modèle de travail provisoire est actuellement

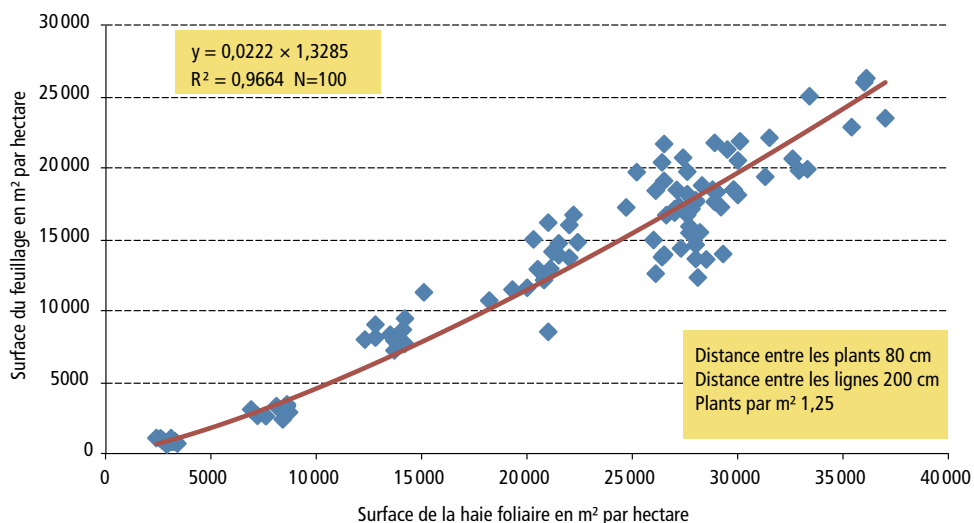


Figure 8 | Lien entre la surface de la haie foliaire et la surface du feuillage pour les concombres de la variété Loustik.

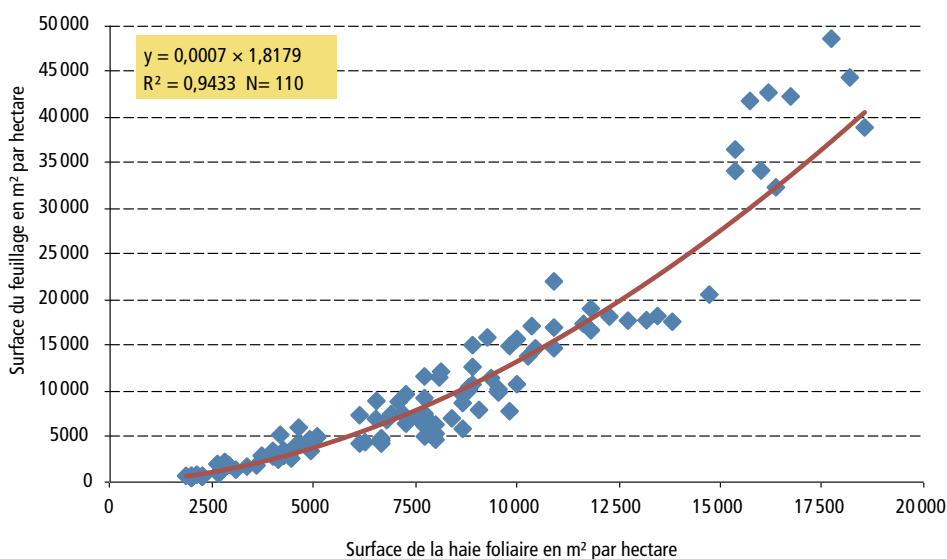


Figure 9 | Lien entre la surface de la haie foliaire et la surface du feuillage pour les poivrons des variétés Derby, Golden Summer et Selmabel.

en discussion, qu'il s'agira encore de vérifier et de compléter avec des données supplémentaires, puis de valider. Ce modèle se base sur l'hypothèse selon laquelle la quantité de base de produit, calculée à partir de la concentration d'application autorisée et de la quantité de base d'eau de 1000 litres par hectare, doit se référer à une surface de la haie foliaire de 20 000 m² par hectare. Si, pour une culture, on obtient une surface de haie

foliaire de 15 000 m²/ha, le volume de bouillie, moyennant une concentration inchangée, serait abaissé à 750 l/ha. Inversement, pour une surface de haie foliaire de 30 000 m²/ha, le volume de bouillie serait augmenté à 1500 l/ha. Dans la pratique, il faudrait donc calculer la surface de la haie foliaire et la diviser par 20 pour obtenir le volume de bouillie à la concentration simple autorisée du produit phytosanitaire. Ce modèle de travail est

maintenant en discussion dans le contexte européen, en arboriculture, en viticulture comme en horticulture. Moyennant des adaptations éventuelles aux différentes cultures maraîchères, il devra être validé par d'autres essais et mesures quant à son effet et aux résidus. Toutefois, pour pouvoir être appliqué avec succès dans la pratique, il est nécessaire de travailler avec des outils d'application qui dispersent bien la bouillie dans la culture, y compris sur la face inférieure des feuilles. Des instruments bien conçus et adaptés à la culture devraient assurer un taux de récupération aussi élevé que possible.

Les travaux et discussions menés jusqu'ici avec des collègues en Europe permettent d'espérer que nous nous trouvons sur une voie prometteuse. Il y a certes encore un certain travail à faire jusqu'à l'établissement de recommandations solides, valables pour la pratique, en Suisse comme dans nos pays voisins en Europe. On peut cependant tabler sur l'élaboration de solutions concrétisables pour les importantes cultures sous serre que sont la tomate, le concombre, l'aubergine et le poivron, à l'instar des modèles de dosage valables et de bons instruments sont déjà appliqués en horticulture (Rüegg J. et Viret O. 1999; Rüegg J. *et al.* 1999), en viticulture (Siegfried W. *et al.* 2007) et dans les cultures de baies (Rüegg J. et Neuweiler R. 2003). ■

Dosage des produits phytosanitaires

Pour la plupart des fongicides, des insecticides et acaricides, les autorisations de produits phytosanitaires actuellement en vigueur en Suisse se contentent d'indiquer une concentration en % pour la préparation de la bouillie destinée aux cultures sous serre. Dans d'autres pays européens, on indique souvent la quantité de produit par 100 litres de bouillie. La quantité de produit par hectare est habituellement calculée pour une quantité de base d'eau de 1000 litres par hectare. Un dosage uniforme par hectare fait toutefois peu de sens parce que les plantes grandissent, raison pour laquelle une adaptation à la croissance de la culture serait souhaitable (Rüegg J. *et al.* 2007; Albert R. *et al.* 2009).

Riassunto
Sulla via verso una protezione fitosanitaria adattata alla coltura di ortaggi a crescita indeterminata in serra

Attualmente per i produttori non è molto chiaro come adattare il dosaggio di fungicidi, insetticidi e acaricidi alla crescita delle colture a crescita indeterminata in serra come pomodori, cetrioli, melanzane e peperoni. Nella maggior parte dei casi l'obiettivo nell'uso dei prodotti contro parassiti e malattie fungine deve essere orientato alla superficie fogliare della coltura. Misurazioni preliminari mostrano che la superficie fogliare delle colture di melanzane, cetrioli e peperoni può essere stimata indirettamente e in modo sufficientemente preciso mediante il semplice rilevamento della superficie della parete fogliare. Nel pomodoro, a causa dei diversi sistemi di coltura e delle numerose varietà, è necessario eseguire ulteriori misurazioni. Proponiamo come modello di lavoro provvisorio, una superficie fogliare di 20 000 m²/ha come base di riferimento per una poltiglia di 1000 l/ha contenente il prodotto alla concentrazione omologata. Come per la coltivazione di frutti, uva e bacche la poltiglia aumenterà, o diminuirà, linearmente a dipendenza della superficie della parete fogliare presente. Questo modello di dosaggio provvisorio dovrà essere validato attraverso ulteriori misure e prove. Per quanto concerne le irroratrici, bisognerà migliorare la loro capacità di distribuzione della poltiglia in modo da ottenere una copertura la più completa possibile della coltura.

Bibliographie

- Rüeegg J. & Viret O., 1999. Determination of the tree row volume in stone fruit orchards as a tool for adapting the spray dosage. *EPPO Bulletin* **29**, 95–101.
- Rüeegg J., Siegfried W., Holliger E., Viret O. & Raisigl U., 1999. Anpassung der Menge des Pflanzenschutzmittels an das Baumvolumen der Kern- und Steinobstbäume. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **9**, 237–240.
- Rüeegg J. & Neuweiler R., 2003. Massgeschneiderter Pflanzenschutz in Beerenkulturen. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **4**, 1–12.

Summary
Crop-adapted crop protection measures in high-growing greenhouse vegetables

Currently the grower of glasshouse crops such as tomatoes, cucumbers, eggplants or sweet pepper does not have a clear guidance on how to adapt the dosage of fungicides, insecticides or acaricides to his growing crops. In most cases the total leaf area of the crop represents the target area for the application of crop protection products against diseases and pests. Preliminary measurements on eggplants, cucumbers and sweet pepper show that the total leaf area can be adequately estimated by the leaf wall area which is easy and quick to determine. More measurements will be necessary for tomatoes since the many varieties and forms of cultivation complicate matters here considerably. As a tentative model to estimate the total leaf area the leaf wall area is suggested whereby a leaf wall area of 20 000 m² per hectare would correspond to a single strength spray broth volume of 1000 liters per hectare. Similarly to models used in fruit-, berry- and grape production, the dose of the crop protection product would be increased or decreased linearly in relation to a greater or smaller leaf wall area. This tentative model must be tested and verified through further experiments and measurements. In addition to better crop adapted dosage of crop protection products current spray equipment used in glasshouses must be improved so as to achieve an even spray deposit on the entire canopy and a high rate of product recovery on the crop.

Key words: leaf area model, dosage, crop protection products, vegetables, glasshouse, eggplant, cucumber, sweet pepper, tomato, crop adapted spraying.

- Rüeegg J., Heller W., Baur R., Krauss R. & Neuweiler R. 2007. Pflanzenschutzmittel im Gemüsebau: Dosierung und Wasservolumen. *Der Gemüsebau* **5**, 9.
- Siegfried W., Viret O., Huber B. & Wohlhauser R., 2007. Dosage of plant protection products adapted to leaf area index in viticulture. *Crop Protection* **26**, 73–82
- Albert R., Luedtke H. & Merz F., 2009. Pflanzenschutz im Erwerbsgemüsebau 2009. Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), 76227 Karlsruhe, Baden-Württemberg.