

# Production de framboises sur substrat: choix du volume du pot et du type de substrat

André ANÇAY et Christoph CARLEN, Agroscope, 1964 Conthey

Renseignements: André Ançay, e-mail: andre.ancay@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 481 35 50, www.agroscope.ch



## Introduction

Près de 20 % des surfaces de framboises sont cultivées sur substrat en Suisse (FUS 2015) et ce mode de production est en pleine expansion. Un de ses principaux avantages est de permettre de programmer les cultures et de prolonger ainsi la période de production (Kriehoff 2011) – notamment de la variété Tulameen – pour répondre à la demande du marché. De plus, la culture sur substrat permet de s'affranchir des problèmes liés au plein champ, comme les maladies et la qualité des sols, de réduire les risques de gel et de garantir la stabilité du rendement (FUS 2007). La production annuelle de framboises sur substrat permet également d'améliorer le débourrement, le potentiel de rendement et le

calibre des fruits ainsi que la vitesse de cueillette. Toutefois, cette technique a des coûts de production élevés et exige de très bonnes connaissances techniques (Linnemannstöns 2008).

La production se déroule en deux phases. La première année, les plants sont élevés en pépinière (phase végétative) pour obtenir des tiges de 180 à 200 cm dites «long canes» avec des entre-nœuds les plus courts possible. Cette phase d'élevage a lieu chez le producteur ou chez des pépiniéristes spécialisés. Durant le courant de novembre, les plants sont préparés pour l'hivernage, qui s'effectue soit au frigo à températures négatives ( $-2^{\circ}\text{C}$ ), soit directement en pépinière. Dans ce cas, les plantes doivent être protégées du gel (Koester et Pritts 2004). La deuxième année, les plants sont mis en

culture, sous tunnel généralement, et la récolte intervient de mi-mai à fin août selon l'itinéraire de production choisi (FUS 2012).

La réussite économique de la production sur substrat dépend de la qualité des cannes utilisées, mais aussi du volume et de la qualité du substrat. Du point de vue pratique et économique, le producteur pourrait opter pour des pots plus petits, qui nécessitent moins de substrat et sont plus légers à déplacer. Toutefois, un volume de substrat réduit augmente le risque de stress hydrique.

La stabilité et la grande capacité de rétention d'eau de la tourbe en font le principal composant des substrats pour les petits fruits (Lieten *et al.* 2003). Cependant, son défaut est d'être non renouvelable et l'exploitation des tourbières constitue un problème écologique lié à une perte de biodiversité. Des alternatives à la tourbe ont ainsi été développées. Pour la framboise, des substrats à base d'écorces de pin ou de fibres de coco existent depuis plusieurs années sur le marché. Plus récemment, d'autres ont été développés à base de compost.

Agroscope a mis en place deux essais: le premier visait à déterminer le volume idéal des pots et le deuxième à évaluer l'impact des différents substrats sur le potentiel de rendement, la qualité et le calibre des fruits. Les substrats testés ont été choisis en tenant compte de leur coût et de l'impact écologique de leur production.

## Matériel et méthodes

### Production de framboises sur substrat

Les différents essais ont été mis en place au centre de recherche d'Agroscope à Conthey sous serre plastique.

La variété Tulameen a été choisie pour ses qualités agronomiques et gustatives, qui en font la référence pour la production de framboises sur substrat (Kempfer *et al.* 2001). Les plants pour les essais ont été produits par nos soins à Conthey: des plants mottés ont été mis en place en pépinière à mi-juin selon les directives du *Guide des petits fruits* (FUS 2012).

La fertilisation et l'irrigation sont assurées par deux goutteurs autorégulés d'un débit de 2 l/h. La fréquence des irrigations a été gérée par solarimètre, à raison de une à dix irrigations de deux à huit minutes par jour en fonction du volume des pots, du type de substrat, du développement des plantes et des conditions climatiques. Pour permettre aux substrats de se ressuyer et garantir ainsi une bonne aération des racines, les irrigations sont stoppées en fin de journée à partir de 18h et reprennent le matin à 7h. La fumure est identique

**Résumé** Ces dernières années, la production de framboises sur substrat s'est fortement développée en Suisse. Cette technique a un fort potentiel de production, mais sa réussite économique dépend de la qualité des plants et d'une gestion optimale de la culture. Le choix d'un substrat adapté et un bon volume des pots sont ainsi des facteurs déterminants. Les résultats d'Agroscope montrent que le rendement par pot et le calibre des fruits augmentent avec le volume de substrat à disposition des plantes. Dans cet essai, les pots de 10 l se sont révélés les plus adaptés à la production de framboises sur substrat. À côté des critères économiques, l'origine et l'impact environnemental de la production des substrats jouent un rôle déterminant dans le choix du producteur. Les essais ont montré que la tourbe ou les fibres de coco peuvent être remplacées sans péjorer le rendement et la qualité des fruits. En particulier, un substrat issu du compostage de débris de végétaux, de fibres de bois et de coco, produit en Suisse, semble très prometteur.

dans toutes les variantes, seule la fréquence et la durée des irrigations ont été adaptées afin d'avoir, dans tous les cas, un taux de drainage de 15 %. La fertigation en système ouvert est conduite selon les recommandations pour la culture des framboises sur substrat (FUS 2012). Pour l'essai sur le volume des pots, le substrat utilisé, spécifique pour la framboise, est à base de tourbe (< 50 %), de compost d'écorces, de fibres de bois et de coco.

Les plants pour ces essais ont été hivernés dans le tunnel pépinière à la fin de novembre, avec les tiges couchées sur les pots et recouvertes d'une double couche d'Agryl P17.

Début mars, les pots ont été placés dans le tunnel de production. Une densité de 3 pots/m linéaire a été adoptée dans le but d'avoir 6 tiges/m linéaire, la densité recommandée par Linnemannstøns (2009a) pour garantir un rendement optimal en gardant une vitesse de récolte élevée. La densité des tiges est identique en pépinière et en phase de production.

### Dispositif expérimental et statistique

#### Volume des pots

Le coût élevé des «long canes» est un facteur prépondérant dans les coûts de production de framboises sur

substrat. Si le producteur achète ses plants «long canes», leur prix dépend de l'origine, du mode d'hivernage et du volume du pot. Généralement, les plants sont livrés en pots de 2 l chez les producteurs au printemps. Sur le site de production, les plantes sont transplantées dans des pots de 10 l. Kopp *et al.* (2015) estiment les coûts engendrés par cette opération à 1 franc par pot. Pour les réduire, certains pépiniéristes proposent des «long canes» cultivées directement dans des pots de 3 ou 5 l qui n'auraient plus besoin d'être transplantées pour la production. Lorsque le producteur produit ses plants, le volume des pots agit sur le coût du substrat et les frais de manutention. Dans ce cas, le choix se porte plutôt sur des pots de 7,5 ou 10 l. Afin d'étudier le potentiel de production des «long canes» dans différents volumes de substrat, le rendement obtenu avec des pots de 3, 5, 7,5 et 10 l a été comparé, avec deux variantes pour le pot de 10 l: dans la première, les plantes ont été plantées directement dans le pot de 10 l et dans la seconde, des «long canes» élevées dans des pots de 2 l ont été transplantées dans les pots de 10 l. Les modalités détaillées de l'essai sont présentées dans le tableau 1.

**Tableau 1 | Dispositif expérimental de l'essai volume des pots**

| Volume des pots          | Nombre de tiges par pot | Nombre de pots au m <sup>2</sup> | Durée irrigation (secondes) | Déclenchement solarimètre (wh/m <sup>2</sup> ) |
|--------------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------|--|
| 3 l                      | 2                       | 1,35                             | 120–240                     | 1600–750                                       |
| 5 l                      |                         |                                  | 120–360                     | 1600–850                                       |
| 7,5 l                    |                         |                                  | 120–420                     | 1600–950                                       |
| 10 l                     |                         |                                  | 120–480                     | 1600–1050                                      |
| Pots de 2 l puis de 10 l |                         |                                  | 120–480                     | 1600–1050                                      |



**Figure 1 | Substrat standard à base de tourbe.**

### Type de substrat

Dans cet essai ont été testés les principaux substrats commerciaux adaptés à la production de framboises. Les racines du framboisier étant très sensibles à l'asphyxie (Edin *et al.* 1999), seuls les substrats les plus drainants ont été pris en compte. Les substrats à base de tourbe blonde sont les plus utilisés pour la production de framboises en Suisse et en Allemagne; nous avons pris un substrat à base de tourbe de la firme Oekohum comme standard (fig. 1) dans notre essai. Le substrat à base de fibres de coco (fig. 2) a été retenu comme substrat le plus utilisé aux Pays-Bas. Comme il peut être compressé, il présente également l'avantage d'être plus économique pour le transport. Le substrat à base d'écorces de pin (fig. 3), très utilisé en France, est intéressant pour ses caractéristiques physico-chimiques et son prix. Les deux substrats sans tourbe à base de compost ont été choisis pour valoriser des produits élaborés dans la région.

Le tableau 2 présente les principales caractéristiques physico-chimiques des différents substrats. Pour cet essai, la durée et la fréquence des irrigations ont été modulées selon la capacité de rétention en eau des différents substrats, suivant les consignes présentées dans le tableau 3.



**Figure 2 | Substrat à base de fibres de coco.**



**Figure 3 | Substrat à base d'écorces de pin.**

Le dispositif expérimental des deux essais comportait quatre répétitions (bloc aléatoire complet).

Les différences des effets des procédés ont été calculées par analyse de variance (SigmaStat, SPSS), en utilisant le test de Fischer (LSD) lorsqu'elles étaient significatives.

### Mesures et observations

#### Rendement

Les fruits ont été récoltés trois fois par semaine et triés par appréciation visuelle sur leur aspect extérieur: couleur hétérogène, problèmes sanitaires, déformation. Les fruits déclassés ont été pesés et inscrits dans les déchets. Seuls les fruits commercialisables ont été pris en compte pour le calcul du rendement. Les fruits ont été récoltés en barquettes de 250g. Le poids moyen des fruits a été mesuré chaque semaine sur la récolte du mercredi, en pesant séparément 25 fruits prélevés au hasard.

#### Qualité analytique

Les paramètres qualitatifs analysés étaient la teneur en sucres et en acidité, mesurées dans des jus de framboises préparés au mixer. La teneur en sucres (exprimée en °Brix) a été évaluée au réfractomètre. L'acidité titrable (exprimée en g acide citrique/l) a été déterminée sur un échantillon de 10g à un pH final de 8,1 avec une solution 0,1 N de soude (NaOH) à l'aide du titrateur.

#### Qualité organoleptique

L'incidence des différents types de substrat sur les paramètres organoleptiques a été évaluée lors de dégustations organisées en 2014, à l'aide du test «2 sur 5» qui permet de détecter des différences avec un nombre restreint de dégustateurs (Lespinasse *et al.* 2002) et de déterminer de manière fiable les différences entre les variantes. Une assiette avec cinq framboises est déposée devant le dégustateur. Trois de ces fruits font partie d'une variante et les deux autres d'une autre variante. Le dégustateur doit trouver quelles framboises appartiennent à quel groupe.

## Résultats et discussion

#### Volume des pots

Le volume des pots a une incidence significative sur le rendement par pot (tabl.4) et sur le poids moyen des fruits (tabl.5).

De manière générale, le rendement et le poids des fruits augmentent avec le volume du substrat. Parmi les quatre variantes de pots comparées en 2012 et 2013, ceux de 3 et 5l ont fourni des rendements (tabl.4) et un calibre des fruits (tabl.5) significativement plus faibles que ceux de 7,5 ou 10l. Les rendements des pots de 3 et 5l étaient similaires et de 30 % inférieurs à ceux des pots de 10l pour les deux années d'essai. Boonen *et al.* (2012) ont observé la même tendance en culture

Tableau 2 | Caractéristiques physico-chimique des substrats testés

| Variante   | Composition du substrat   |
|--|---|
| Standard: substrat pour baies type framboisiers (Ækohum) | Substrat de référence pour la framboise en Suisse, composé de tourbe blonde (50 %), d'écorces de bois compostées (25 %), de fibres de coco et de perlite. Capacité de rétention de l'eau de 600 ml/l, pH de 5,5 et salinité de 0,3 mS/cm                      |
| Fibres de coco (Nucea)                                   | Fibres de noix de coco originaire du Sri Lanka. Renouvelable par son origine naturelle. Capacité de rétention de l'eau de 540 ml/l, pH de 5,8 et salinité de 0,3 mS/cm  |
| Ecorces de pin (Dumona)                                  | Ecorces de pin compostées de fraction 0–10 mm. Capacité de rétention de l'eau de 650 ml/l, pH de 5,1 et salinité de 0,2 mS/cm   |
| Substrat baies sans tourbe type I                        | Ecorces de conifères et débris de végétaux compostés (32 %), fibres de coco (38 %), fibres de bois (18 %) avec faible apport d'argile expansée concassée. pH de 6,0 et salinité de 0,4 mS/cm. Disponibilité en eau de 470 ml/l de substrat                    |
| Substrat baies sans tourbe type II                       | Ecorces de conifères et débris de végétaux compostés (30 %), fibres de coco (23 %), fibres de bois (21 %) avec apport de sable d'argile expansée et de glumes de riz. pH de 6,0 et salinité de 0,4 mS/cm. Disponibilité en eau d'environ 520 ml/l de substrat |

Tableau 3 | Dispositif expérimental de l'essai comparatif de substrats

| Variante    |                     | Nombre de tiges par pot/sac | Nombre de pots/sacs au m <sup>2</sup> | Durée irrigation (secondes) | Déclenchement solarimètre (wh/m <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|--|
| Pot de 10 l | Standard            | 2                           | 1,35                                  | 120–480                     | 1600–1050                                      |
|             | Fibres de coco      |                             |                                       | 120–240                     | 1600–7500                                      |
|             | Ecorces de pin      |                             |                                       | 120–420                     | 1600–9500                                      |
|             | Sans tourbe type I  |                             |                                       | 120–420                     | 1600–950                                       |
|             | Sans tourbe type II |                             |                                       | 120–400                     | 1600–900                                       |
| Sac de 10 l | Sac fibres de coco  |                             |                                       | 120–60                      | 1600–850                                       |

forcée de Tulameen aux Pays-Bas, avec un rendement de 1880 g par pot de 10 l contre 1661 g avec des pots de 5 l. La différence de rendement entre les pots de 7,5 litres et de 10 l a été significative trois années sur quatre (tabl. 4). Entre les deux variantes en pot de 10 l, le rendement de 1745 g obtenu avec les plants élevés en pots de 2 l en pépinière puis en pots de 10 l équivaut à celui obtenu par les plants en pots de 10 l. En moyenne des quatre années d'essai, les pots de 10 l ont permis un gain de rendement de 180 g par pot, une différence qui permet facilement de compenser le supplément de

coût du substrat, de l'ordre de 20 ct. par pot. Ce résultat confirme les observations de Poldervaart (2007), qui montrait que si l'on réduisait trop le volume des pots, le rendement et le calibre des fruits diminuaient.

Les rendements moyens des quatre années d'essai de 2,5 kg/m<sup>2</sup> pour la variante en pots de 10 l coïncident avec ceux de Krieghoff (2011), qui mentionne des rendements de 2,3 à 2,7 kg/m<sup>2</sup> selon les itinéraires de production.

Les différents volumes des pots n'ont pas influencé les paramètres qualitatifs des fruits que sont le taux de sucres ou l'acidité.

**Tableau 4 | Rendement en fruits commercialisables (g/pot) des différents volumes de pots selon l'année**

| Volume des pots          | Rendement par pot (g) |                    |                   |                   |                    |
|--------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                          | 2012                  | 2013               | 2014              | 2015              | Moyenne            |
| 3 l                      | 946 <sup>b</sup>      | 1480 <sup>c</sup>  | –                 | –                 | 1213 <sup>c</sup>  |
| 5 l                      | 924 <sup>b</sup>      | 1510 <sup>c</sup>  | –                 | –                 | 1217 <sup>c</sup>  |
| 7,5 l                    | 1227 <sup>a</sup>     | 1920 <sup>b</sup>  | 1755 <sup>b</sup> | 1705 <sup>b</sup> | 1627 <sup>b</sup>  |
| 10 l                     | 1424 <sup>a</sup>     | 2128 <sup>a</sup>  | 1839 <sup>a</sup> | 1841 <sup>a</sup> | 1808 <sup>a</sup>  |
| Pots de 2 l puis de 10 l | 1414 <sup>a</sup>     | 2016 <sup>ab</sup> | –                 | –                 | 1715 <sup>ab</sup> |

Les valeurs suivies de la même lettre ne se distinguent pas significativement à P < 5% (Fischer LSD).

**Tableau 5 | Poids moyen des fruits (g/fruit) des différents volumes de pots selon l'année**

| Volume des pots          | Poids des fruits (g) |                   |                  |      |                   |
|--------------------------|----------------------|-------------------|------------------|------|-------------------|
|                          | 2012                 | 2013              | 2014             | 2015 | Moyenne           |
| 3 l                      | 4,0 <sup>b</sup>     | 4,2 <sup>bc</sup> | –                | –    | 4,1 <sup>b</sup>  |
| 5 l                      | 4,0 <sup>b</sup>     | 4,1 <sup>c</sup>  | –                | –    | 4,1 <sup>b</sup>  |
| 7,5 l                    | 4,2 <sup>a</sup>     | 4,4 <sup>ab</sup> | 4,1 <sup>b</sup> | 4,2  | 4,2 <sup>ab</sup> |
| 10 l                     | 4,2 <sup>a</sup>     | 4,6 <sup>a</sup>  | 4,4 <sup>a</sup> | 4,3  | 4,4 <sup>a</sup>  |
| Pots de 2 l puis de 10 l | 4,2 <sup>a</sup>     | 4,5 <sup>a</sup>  | –                | –    | 4,3 <sup>a</sup>  |

Les valeurs suivies de la même lettre ne se distinguent pas significativement à P < 5% (Fischer LSD).

**Tableau 6 | Rendement en fruits commercialisables (g/pot) et poids moyen des baies (g/fruit) des différents substrats selon l'année**

| Variante types de substrat | Rendement par pot (g) |                   |                   | Poids des fruits (g) |                   |                   |
|----------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
|                            | 2014                  | 2015              | Moyenne           | 2014                 | 2015              | Moyenne           |
| Standard                   | 1775 <sup>a</sup>     | 1763 <sup>a</sup> | 1769 <sup>a</sup> | 4,3 <sup>b</sup>     | 4,5 <sup>ab</sup> | 4,4 <sup>b</sup>  |
| Fibres de coco             | 1325 <sup>c</sup>     | 1521 <sup>b</sup> | 1423 <sup>b</sup> | 3,9 <sup>c</sup>     | 4,0 <sup>c</sup>  | 4,0 <sup>c</sup>  |
| Ecorces de pin             | 1595 <sup>b</sup>     | 1922 <sup>a</sup> | 1758 <sup>a</sup> | 4,2 <sup>b</sup>     | 4,1 <sup>c</sup>  | 4,2 <sup>bc</sup> |
| Sans tourbe type I         | 1514 <sup>b</sup>     | 1791 <sup>a</sup> | 1653 <sup>a</sup> | 4,5 <sup>a</sup>     | 4,0 <sup>c</sup>  | 4,3 <sup>b</sup>  |
| Sans tourbe type II        | 1726 <sup>a</sup>     | 1868 <sup>a</sup> | 1797 <sup>a</sup> | 4,5 <sup>a</sup>     | 4,7 <sup>ab</sup> | 4,6 <sup>a</sup>  |
| Sac fibres de coco         | 1644 <sup>ab</sup>    | 1761 <sup>a</sup> | 1656 <sup>a</sup> | 4,4 <sup>a</sup>     | 5,0 <sup>a</sup>  | 4,7 <sup>a</sup>  |

Les valeurs suivies de la même lettre ne se distinguent pas significativement à P < 5% (Fischer LSD).

### Comparaison de substrat

Sur les deux années d'essai, la composition des substrats a peu influencé le potentiel de rendement (tabl. 6). Seul le substrat à base de fibres de coco a eu en moyenne des deux années un rendement significativement plus bas, avec 1423 g par pot. Des deux substrats à base de compost, le type II (fig. 4) offre le rendement le plus intéressant, avec 1797 g en moyenne des deux années d'essai, soit le même rendement que le substrat standard, mais avec un calibre des fruits significativement plus élevé. Le rendement de la variante écorces de pin était significativement plus bas que la variante standard en 2014 mais, en moyenne des deux années, les différences s'estompent et ne sont plus significatives. En 2014, les variantes compost sans tourbe type I avec 1514 g et écorces de pin avec 1595 g se sont montrées significativement moins productives que la variante standard (1775 g) ou compost sans tourbe type II (1726 g). La variante avec fibres de coco en sac a eu un rendement significativement supérieur à la variante fibres de coco en pot mais, avec une moyenne de 1656 g sur la durée de l'essai, un rendement légèrement inférieur à celui de la variante standard de 1762 g, cette différence n'étant pas significative. Comparés aux différentes variantes de substrat en pot, les sacs de fibres de coco présentent plusieurs avantages: plus faciles à

manipuler et plus rapides à mettre en place, ils sont aussi moins volumineux, car les fibres sont compressées. Ils sont également plus intéressants si les «long canes» sont hivernées au frigo, car ils prennent moins de place dans les palox. Par contre, ce système est moins drainant que les pots, moins stable et risque donc plus facilement de verser en pépinière. Les sacs sont aussi un peu plus coûteux et plus difficiles à vider que les pots après la culture, des frais supplémentaires venant encore s'ajouter pour le recyclage du plastique.

Linnemannstöns (2009b) indique dans son étude économique que, pour que la production de framboises sur substrat soit rentable, le rendement doit être au minimum de 1300g par plante. Il mentionne, dans les différentes régions de production d'Allemagne, des rendements de 1200 à 1900g par plante (2 tiges par plante) en fonction des systèmes de culture. Les résultats obtenus avec les différentes variantes dans nos essais se situent dans cette fourchette.

Sur la moyenne des deux ans d'essai, les sacs de fibres de coco sont ceux qui ont produit les fruits les plus gros (tabl. 6), avec un poids moyen de 4,7g, suivis de la variante compost type II, avec 4,6g. Les fruits des autres variantes ont un calibre significativement plus faible, les plus petits provenant du substrat à base de fibres de coco en pot.

Les différents types de substrat n'ont pas influencé significativement les paramètres qualitatifs des fruits que sont le taux de sucres ou l'acidité (tabl. 7). Toutefois, les fruits produits sur fibres de coco tendent à être légèrement plus acides que les autres et ceux produits sur le substrat standard et compost type II ont tendance à être plus sucrés.

En 2014, au milieu de la période de récolte, 17 personnes ont participé à une dégustation de framboises produites sur les différents types de substrat. Cette dégustation, basée sur le test «2 sur 5», a montré que les différents substrats n'avaient aucune incidence sur la qualité gustative des framboises.



Figure 4 | Substrat sans tourbe à base de compost de type II.

La gestion de la fertigation, quant à elle, n'a pas posé de problèmes avec les différents substrats, car la durée et la fréquence des irrigations étaient adaptées à la capacité de rétention en eau des différents substrats. Les relevés d'électro-conductivité effectués dans les pots ou les sacs au niveau du drainage n'ont pas montré de différences significatives entre les différents procédés.

## Conclusions

- Les pots de 10l sont ceux qui conviennent le mieux à la production de framboises sur substrat.
- Les pots de 3, 5 et 7,5l sont trop petits et ont une incidence négative sur le rendement et le calibre des fruits.
- L'utilisation de substrats sans tourbe et renouvelables, tels que des fibres de coco, du compost, des fibres de bois ou des écorces de pin, n'a pas d'effet significatif sur le rendement et la qualité des fruits.
- Les substrats à base de compost sans tourbe constituent une alternative intéressante aux substrats à base de tourbe, en particulier le type II, qui a eu une incidence positive sur le calibre des fruits. ■

## Remerciements

L'auteur remercie les firmes Oekohum et Palmeco pour la mise à disposition des différents substrats, ainsi que M. Reto Rutishauser pour la planification des essais, de même que M<sup>mes</sup> Eliane Filliez, Marilou Epiney, Dominique Pavillard et Lucia Da Col Christen ainsi que Christophe Auderset pour leur précieuse collaboration aux très nombreuses mesures nécessaires à la réalisation de ce travail.

## Bibliographie

- Boonen M., Bylemans D. & Vandeput M., 2012. Proeftuin aardebeien en houtig kleinfruit «Jaarverslag 2012 Houtig kleinfruit» Sint-Truiden, 162 p.
- Edin M., Gaillard P. & Massardier Ph., 1999. Le framboisier. Editions Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Paris, 208 p.
- FUS, 2007. Guide des petits fruits. Fruit Union Suisse, Zug, 137 p.
- FUS, 2012. Guide des petits fruits. Fruit Union Suisse, Zug, 149 p.
- Linnemannstöns L., 2008. Viability of the "Long canes" production of raspberries. *Fruiteelt nieuws* 21 (24), 20–21.
- Linnemannstöns L., 2009a. Terminkultur mit Long Canes im geschützten Anbau. 5. Bundesbeerenobstseminar 27.28.01.2009, Weinsberg Tagungsband, 67–70. ➤

Tableau 7 | Types de substrat et paramètres qualitatifs des fruits teneur en sucres et acidité. Moyenne de deux analyses par année

| Variante types de substrat | Teneur en sucres des fruits (°Brix) |      |         | Acidité (g acide citrique/l) |      |         |
|----------------------------|-------------------------------------|------|---------|------------------------------|------|---------|
|                            | 2014                                | 2015 | Moyenne | 2014                         | 2015 | Moyenne |
| Standard                   | 11,6                                | 10,6 | 11,1    | 22,4                         | 20,6 | 21,5    |
| Fibres de coco             | 10,6                                | 10,7 | 10,6    | 20,3                         | 16,9 | 18,6    |
| Ecorces de pin             | 10,6                                | 10,7 | 10,6    | 20,7                         | 17,6 | 19,1    |
| Sans tourbe type I         | 10,5                                | 10,3 | 10,4    | 23,0                         | 17,2 | 20,1    |
| Sans tourbe type II        | 10,8                                | 11,5 | 11,1    | 20,3                         | 19,8 | 20,1    |
| Sac fibres de coco         | 11,1                                | 11,3 | 11,2    | 21,6                         | 21,7 | 21,7    |

**Summary**

**Raspberry production on substrate: Influence of pot volume and substrate**

These days the raspberry production on substrate has grown strongly in Switzerland due to its high production potential. The economic success depends on the quality of seedlings and on optimal management of the crop. In this context, the use of a suitable substrate and an adapted pot volume are important factors. The results obtained in this project showed that the pot volume was very important for the berry yield and fruit size. For the raspberry production on substrate the assumed optimal pot volume is of 10 liters. For choosing a substrate, in addition to economic criteria, the origin and the environmental impact of its production has to be considered. Based on the tests carried out, alternatives exist to the use of peat or coconut fibers, without affecting negatively the yield and fruit quality. In particular, a substrate manufactured in Switzerland consisting of composted plant residues, wood and coconut fibers is very promising.

**Key words:** fruit weight and quality, raspberry, *Rubus idaeus* L., substrate production, yield.

**Zusammenfassung**

**Himbeerproduktion auf Substrat: Einfluss des Topfvolumens und des Substrats**

In den letzten Jahren hat die Himbeerproduktion auf Substrat in der Schweiz stark an Bedeutung gewonnen, da diese Produktionstechnik ein hohes Produktionspotenzial aufweist. Der wirtschaftliche Erfolg hängt von der Qualität der Setzlinge und einer optimalen Kulturführung ab. In diesem Zusammenhang spielt die Wahl eines geeigneten Topfvolumens und des Substrats eine entscheidende Rolle. Die in diesem Projekt erhaltenen Ergebnisse zeigen, dass das Topfvolumens für den Beerenertrag und die Fruchtgrösse von grösster Bedeutung ist. Für die Himbeerproduktion auf Substrat kann von einem optimalen Topfvolumen von 10l ausgegangen werden. Bei der Wahl der Substrate sind neben wirtschaftlichen Kriterien, auch die Herkunft und die Umweltauswirkungen bei deren Herstellung zu berücksichtigen. Aufgrund der durchgeführten Tests kann geschlossen werden, dass Alternativen zur Verwendung von Torf oder Kokosfasern bestehen, ohne den Ertrag und die Fruchtqualität negativ zu beeinflussen. Insbesondere ein in der Schweiz hergestelltes Substrat bestehend aus kompostierten Pflanzenresten, Holz- und Kokosfasern ist sehr vielversprechend.

**Riassunto**

**Produzione di lamponi su substrato: scelta del volume del vaso e del tipo di substrato**

Negli ultimi anni la produzione di lamponi su substrato in Svizzera si è fortemente sviluppata. Questa tecnica di produzione ha un importante potenziale di produzione, ma la sua riuscita economica dipende dalla qualità delle piante e da una gestione ottimale della coltura. In quest'ambito la scelta di un substrato adattato al giusto volume del vaso sono dei fattori determinati. I risultati ottenuti da Agroscope mostrano che più ampio è il volume di substrato a disposizione delle piante, più la resa per vaso e il calibro dei frutti sono elevati. Da questa prova scaturisce che i vasi del volume di 10 litri sono i più idonei per la produzione di lamponi su substrato. Per il produttore, al di là dei criteri economici, l'origine e l'impatto ambientale della produzione di substrati ricoprono un ruolo determinante nella scelta dello stesso. Le prove realizzate a Agroscope Conthey hanno mostrato che esistono delle alternative all'utilizzo della torba o delle fibre di cocco che non peggiorano la resa e la qualità dei frutti. In particolare il substrato prodotto in Svizzera, ottenuto dal compostaggio di scarti vegetali, di fibre di legno e di cocco, sembra essere molto promettente.

- Linnemannstons L., 2009b. Wirtschaftlichkeit der Produktion von Himbeeren mit "Long Canes". *Obstbau* 6, 338–340.
- Kempler C., Harding B. & Ehret D., 2002. Out-of-season raspberry production in British Columbia. *Acta Horticulturae* 585, 629–632.
- Koester K. & Pritts M., 2003. Greenhouse Raspberry Production Guide. Cornell University, Departement of Horticulture, Publication 23, 38 p.
- Kopp M., Ançay A., Berthod N., Dietiker D., Gilg R., Sandrini F., Schibli H., Thoss H. & Tischhauser M., 2014. Beerenkost 2014. Produktionskostenberechnung für Erd- und Strauchbeeren. Agridea 2015, Fichiers Excel sur CD.

- Kriehoff G., 2011. Himbeeranbau im Foliengewächshaus. *Schriftenreihe des LFULG* 21, 29 p.
- Poldervaart G., 2007. Effect of container size on production of raspberries. *Fruiteelt (den Haag)* 97 (15), 9–10
- Sonstebly A., Myrheim U., Heiberg N. & Heide O., 2009. Production of high yielding red raspberry long canes in a Northern climate. *Scientia Horticultura* 121, 289–297.