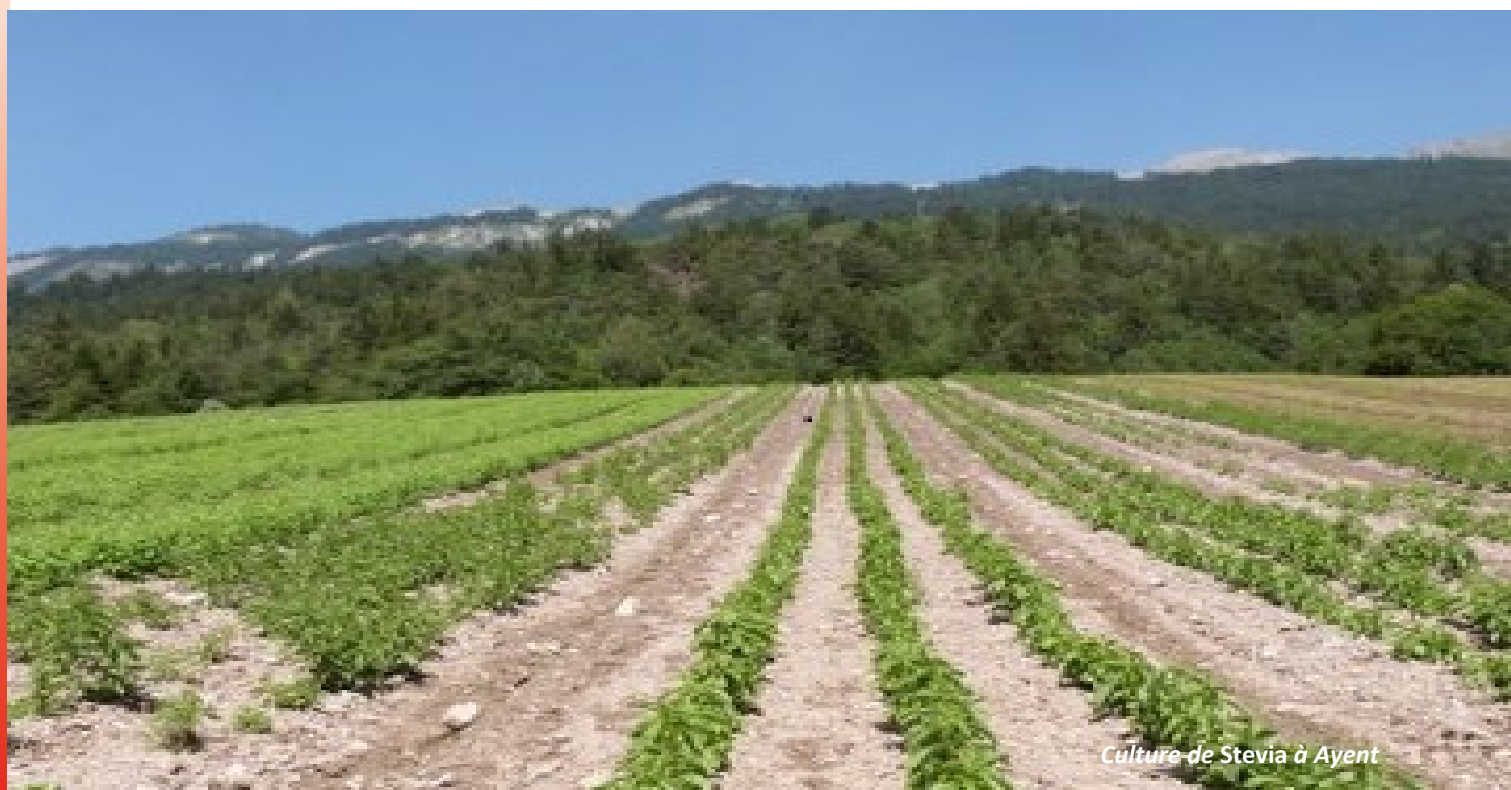


Plantes  
Agroscope Transfer | N° 107/2016



*Culture de Stevia à Ayent*

## Rapport annuel | Jahresbericht 2015

### Plantes médicinales et aromatiques Medizinal- und Aromapflanzen

#### Auteurs

C.A. Carron, J. Vouillamoz, C. Baroffio



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,  
de la formation et de la recherche DEFR  
**Agroscope**

## Impressum

---

Éditeur:	Agroscope Centre de recherche Conthey Route des Eterpys 18 1964 Conthey <a href="http://www.agroscope.ch">www.agroscope.ch</a>
Renseignements:	<a href="mailto:catherine.baroffio@agroscope.admin.ch">catherine.baroffio@agroscope.admin.ch</a>
Rédaction:	C.-A Carron, J. Vouillamoz, C Baroffio
Mise en page:	B. Demierre
Copyright:	© Agroscope 2015
ISSN:	2296-7230

---

## Equipe / Team

Agroscope, Institut des Sciences en Production Végétale IPV  
**Groupe PMA - Plantes Médicinales et Aromatiques**  
Centre de recherche Conthey  
Route des Eterpys 18, CH-1964 Conthey (VS)  
Tél.: +41 (0)58 481 35 11 – Fax.: +41 (0)58 481 30 17  
Site internet: [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

## Responsables / Verantwortliche



Catherine Baroffio  
Biologiste, cheffe de groupe Baies et PMA  
[catherine.baroffio@agroscope.admin.ch](mailto:catherine.baroffio@agroscope.admin.ch)



Dr José Vouillamoz,  
Biologiste, domestication, sélection  
[jose.vouillamoz@agroscope.admin.ch](mailto:jose.vouillamoz@agroscope.admin.ch)

## Collaborateurs / Mitarbeiter



Claude-Alain Carron  
Technicien, sélection,  
technique de culture  
[claude-alain.carron@agroscope.admin.ch](mailto:claude-alain.carron@agroscope.admin.ch)



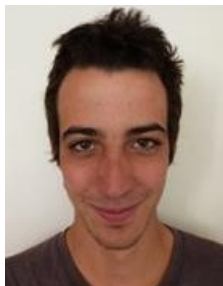
Dr Vincent Michel  
Agronome, protection  
des végétaux, maladies  
[vincent.michel@agroscope.admin.ch](mailto:vincent.michel@agroscope.admin.ch)



Charly Mittaz  
Technicien, protection  
des végétaux, ravageurs  
[charly.mittaz@agroscope.admin.ch](mailto:charly.mittaz@agroscope.admin.ch)



Bénédicte Bruttin  
Auxiliaire technique  
Laboratoire  
[benedicte.bruttin@agroscope.admin.ch](mailto:benedicte.bruttin@agroscope.admin.ch)



David Farquet  
Apprenti horticulteur  
«plantes vivaces»  
[david.farquet@agroscope.admin.ch](mailto:david.farquet@agroscope.admin.ch)



Loic Corvasce  
Apprenti horticulteur  
«plantes vivaces»  
[loic.corvasce@agroscope.admin.ch](mailto:loic.corvasce@agroscope.admin.ch)

## Liste des publications et colloques / Liste der Publikationen und Vorträge

### Publications / Publikationen

- Baroffio C. (2015). Pyrrolizidines dans les plantes, est-ce un danger ? Agroscope fiche technique no 22, mars 2015.
- Carlen C. (2015). Breeding and germplasm preservation. In : Medicinal and Aromatic Plants of the World, Springer, Volume 1 : 113-130.
- Carron C.-A. (2015). Densité de semis et date de récolte: effet sur le rendement et la qualité de *Pimpinella peregrina* L. Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture 47 (5) : 280-288.
- Michel V. (2015). Green Manures and cover crops to reduce the pressure of soil-borne diseases in annual crops. In: Final report - Focus Group on Soil-borne diseases. October, Publ. EIP-AGRI, European Union. 2015, 1-5
- Michel V. (2015). Success and failures of grafting against soil-borne pathogens. Final report - Focus Group on Soil-borne diseases. October, Ed. EIP-AGRI, European Commission. 2015, 1-5
- Michel V. (2015). Un nouveau pathogène des crucifères. Der Gemüsebau/Le Maraîcher 2 : 19.
- Michel V. (2015). Biofumigation for the control of soil-borne diseases. Final report - Focus Group on Soil-borne diseases. October, Ed. EIP-AGRI, European Commission. 2015, 1-5
- Michel V. (2015). Green Manures and cover crops to reduce the pressure of soil-borne diseases in annual crops. Focus Group on Soil-borne diseases. October, Ed. EIP-AGRI, European Commission. 2015, 1-5
- Michel V. (2015). Success and failures of grafting against soil-borne pathogens. Focus Group on Soil-borne diseases. October, Ed. EIP-AGRI, European Commission. 2015, 1-5
- Vouillamoz J. (2015). The génépi *Artemisia* species. Ethnopharmacology, cultivation, phytochemistry, and bio activity. Fitoterapia 106 :231–241.
- Vouillamoz J. (2015). Agronomical and Phytochemical Evaluation of *Stevia rebaudiana* Genotypes. In : 8<sup>th</sup> symposium of the European Stevia Association (EUSTAS), Bonn-Germany. January 27-28, 2015.

### Expos s, colloques et voyages d' tudes / Seminare, Vorträge und Studienreisen

- Baroffio C. Neues aus der Forschung in MAP. Ayent, Journée d'information plantes médicinales et aromatiques
- Baroffio C. Nouveautés de la recherche en plantes médicinales et aromatiques, Ayent. Journée d'information plantes médicinales et aromatiques
- Carlen C. Quo vadis Sonderkulturen. Auer – Laimburg. 40 Jahre Forschung an der Laimburg
- Carlen C. *Rhodiola rosea*: botanique, phytochimie, sélection, culture. Cully, Formation *Rhodiol'alp*
- Carron C.-A. Valorisation des plantes alpines à usage cosmétique : l'expérience suisse. Lycée horticole Terre d'horizon, Romans/Isère (France) Horticulture de demain : produire autrement, vendre autrement.
- Carron C.-A. Plantes médicinales et aromatiques du Valais. Ecole de Commerce - Martigny 3 conférences
- Carron C.-A. Culture du *Crocus sativus*. Conthey – Agroscope. Connaître et Savoir Cultiver *Crocus sativus* (Safran)
- Michel V. Green Manures and cover crops to reduce the pressure of soil-borne diseases in annual crops. Harleem, NL EIP-AGRI Focus group 13 Meeting.
- Michel V. Identification de nouvelles maladies dans les plantes médicinales: un prérequis pour la sélection de variétés résistantes. Conthey – Agroscope. SGP Herbsttagung 2015 / SSP Journée d'automne 2015.

### Posters / Poster

- Baroffio C. Studie  ber *Longitarsus* in MAP. Journée d'information des plantes médicinales et aromatiques, Ayent, 21.08.2015. Agroscope.
- Baroffio C. Etude des *Longitarsus* sp. En cultures de PMA. Journée d'information des plantes médicinales et aromatiques, Ayent, 21.08.2015. Agroscope.
- Baroffio C. *Pimpinella peregrina* L.: Einfluss der Saatedichte und des Erntezeitpunktes auf Ertrag und Qualität. Journée d'information des plantes médicinales et aromatiques, Ayent, 21.08.2015. Agroscope.
- Baroffio C. *Pimpinella peregrina* L.: Influence de la densit  de semis et de la date de récolte sur le rendement et la qualit . Journée d'information des plantes médicinales et aromatiques, Ayent, 21.08.2015. Agroscope.
- Baroffio C. Domestikation und Züchtung von Arznei- und Aromapflanzen. Journée d'information des plantes médicinales et aromatiques, Ayent, 21.08.2015. Agroscope.
- Baroffio C. Domestikation et sélection des plantes médicinales et aromatiques Journée d'information des plantes médicinales et aromatiques, Ayent, 21.08.2015. Agroscope.
- Carlen C. Secondary plant metabolites in medicinal and aromatic plants and berries. Lausanne EPFL, IFNC Event
- Carron C.-A. Effect of sowing density and harvesting time on the root production and essential oil content of *Pimpinella peregrina* L. Lublin - Laimburg Forschung Institut, 46th International Symposium on Essential Oils.
- Michel V. Volatile compounds of different forms of green manures to control *Verticillium dahlia*. Berlin XVII International Plant Protection Congress.

### Domaine des Fougères

Situation: altitude 480 m  
Latitude: 46.12 N, longitude 7.18 E  
Sol: alluvions d'origine glaciaire, teneurs en calcaire moyennes (2 à 20 % de CaCO<sub>3</sub> tot., pH 7-8)  
granulométrie: légère à moyenne, teneur en cailloux faible à moyenne, matière organique: 1,5 à 2%. Les nuances suivantes sont à relever selon les domaines:  
Fougères: sol léger à moyen, caillouteux, calcaire  
Irrigation: par aspersion

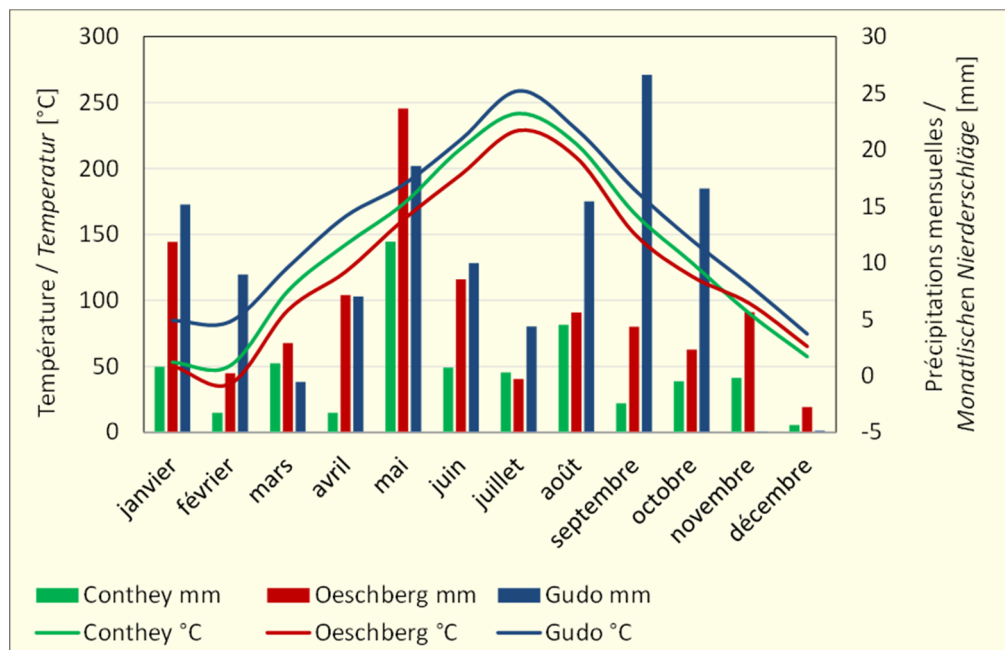
*Lage: 480 m über Meer  
Breitengrad: 46.12 N, Längengrad 7.18 E  
Boden: Gletscherablagerungen, mittlerer Kalkgehalt (tot. 2 bis 20 % CaCO<sub>3</sub>, pH 7-8) Granulometrie: leicht bis mittel, Kiesvorkommen schwach bis mittel, organische Substanz: 1,5 bis 2%. Je nach Betrieb treten folgende Besonderheiten auf:  
Fougères: leichter bis mittelschwerer Boden, kies- und kalkhaltig  
Bewässerung: Beregnung*

### Domaine de Bruson

Situation: altitude 1060 m  
Latitude: 46.04 N, longitude 7.14 E  
Sol: plateau morainique, au sol moyennement léger et caillouteux, riche en matière organique (> 3,5 %) et légèrement acide (pH 6,5).  
Exposition: nord-est  
Pente: ± 10%  
Irrigation: par aspersion

*Lage: 1060 m über Meer  
Breitengrad: 46.04 N, Längengrad 7.14 E  
Boden: Moränengelände, Boden mässig leicht und kieshaltig, reich an organischer Substanz (> 3,5 %) und leicht sauer (pH 6,5).  
Exposition: Nordost  
Neigung: ± 10%  
Bewässerung: Beregnung*

## La météorologie / Meteorologie



Courbes de températures et sommes mensuelles des précipitations à Conthey (VS), Oeschberg (BE) et Gudo (TI) en 2015  
 Verlauf der monatlichen Temperaturen und Niederschläge in Conthey (VS), Oeschberg (BE) und Gudo (TI) im 2015.  
 [Daten : www.agrometeo.ch]

### Bilan annuel 2015 [source: meteosuisse]

La température annuelle de 2015 a été entre 1.0 et 1.4 degré au-dessus de la norme 1981-2010 pour la plupart des régions du pays. En moyenne nationale, l'écart à la normale s'est élevé à 1.29 degré, ce qui correspond à un nouveau record pour l'ensemble de la Suisse, juste devant l'année 2014 qui avait enregistré une anomalie thermique de 1.25 degré. Les précipitations annuelles au Nord des Alpes ont atteint l'équivalent de 60 à 85% de la norme 1981-2010. Dans les Alpes, elles ont été comprises entre 80 et presque 100% de la norme. Au Sud des Alpes, il a été recueilli l'équivalent de 70 à 95% de la norme.

L'ensoleillement a souvent atteint l'équivalent de 110 à 120% de la norme 1981-2010. Sur le Plateau et le nord-ouest du pays, des valeurs correspondant jusqu'à 125% de la norme ont été mesurées. Pour certains lieux de mesures comme Neuchâtel, Berne, Zurich et Saint-Gall, il s'agit de la troisième année la plus ensoleillée depuis le début des mesures homogénéisées d'ensoleillement en 1959. Pour le site de Zurich, les mesures d'ensoleillement ont pu être homogénéisées jusqu'au début des mesures effectives, soit en 1884.

### Jahresbilanz 2015 [Quelle: Meteoschweiz]

Die Jahrestemperatur 2015 lag in den meisten Gebieten der Schweiz 1.0 bis 1.4 Grad über der Norm 1981–2010. Im landesweiten Mittel erreichte die Abweichung +1.29 Grad, womit der bisherige Rekordwert von +1.25 Grad aus dem Vorjahr 2014 minim übertröffen wurde. Der Jahresniederschlag erreichte auf der Alpennordseite meist nur 60 bis 85 Prozent der Norm 1981–2010. In den Alpen gab es verbreitet 80 bis 100 Prozent, während die Alpensüdseite 70 bis 95 Prozent der Norm erhielt. Die Sonnenscheindauer bewegte sich verbreitet zwischen 110 und 120 Prozent der Norm 1981–2010. Im Mittelland und in der Nordwestschweiz wurden auch Werte um 125 Prozent der Norm aufgezeichnet. An einigen Messstandorten war es das drittsonnigste Jahr in den homogen verfügbaren Messperioden, so in Neuchâtel, Bern, Zürich und St. Gallen. Homogene Messreihen zur Sonnenscheindauer liegen seit 1959 vor. Einzig für den Messstandort Zürich gibt es eine Bearbeitung bis zurück zum Messbeginn 1884.

---

## Table des matières / Inhaltsverzeichnis

<b>Equipe / Team</b>	<b>2</b>
<b>Liste des publications et colloques / Liste der Publikationen und Vorträge</b>	<b>4</b>
<b>Introduction / Einleitung</b>	<b>8</b>
<b>1 Comparaison clonale <i>Mentha × piperita</i> / Klon-Vergleich <i>Mentha × piperita</i></b>	<b>9</b>
<b>2 Effet de la couverture hivernale par un paillage hors sol tissé / Auswirkungen einer Abdeckung mit Bändchengewebe im Freiland während des Winters</b>	<b>13</b>
<b>3 <i>Stevia rebaudiana</i></b>	<b>22</b>
<b>4 Sélection / Züchtung</b>	<b>25</b>
<b>5 <i>Calamintha</i></b>	<b>28</b>
<b>6 Maladies et ravageurs / Krankheiten und Schädlinge</b>	<b>31</b>

## Introduction

Le présent rapport relate l'activité du groupe PMA plantes médicinales et aromatiques d'Agroscope IPV durant l'année 2015. Axés sur les interrogations et les soucis des praticiens, nos travaux tentent d'apporter des indications et des renseignements précis sur les espèces qui présentent des difficultés variétales ou culturales.

Des recherches sur la qualité des plantes, les techniques culturales et la comparaison variétale ont été réalisées en parallèle avec la domestication de nouvelles espèces et la sélection. La priorité de ces travaux est discutée dans un réseau de compétence (Forum Plantamont) constitué par la production suisse, l'industrie de transformation et la recherche. Que tous les acteurs de la filière des PMA trouvent ici l'expression de notre reconnaissance pour l'excellent esprit de collaboration dont ils nous gratifient.

Bonne lecture !

## Einleitung

*Der vorliegende Bericht beschreibt die Tätigkeiten der Forschungsgruppe Medizinal- und Aromapflanzen vom IPB von Agroscope im Jahr 2015. Unsere Arbeiten sind auf Fragestellungen der Praxis ausgerichtet und haben zum Ziel, Informationen und gezieltes Wissen über Pflanzenarten zu erarbeiten, die bezüglich Anbau und Sorteneigenschaften besonderen Herausforderungen darzustellen.*

*Nebst Forschungsarbeiten zu Sortenqualität und Anbau sowie Sortenvergleichen, wurden auch die Domestikation und Züchtung neuer Arten durchgeführt. Die Schwerpunkte dieser Tätigkeiten werden im Kompetenz-Netzwerk (Forum Plantamont) bestehend aus Schweizer Produzenten, Vertretern der Verarbeitungsindustrie und der Forschung diskutiert. Wir danken hiermit allen Akteuren des Medizinal- und Aromapflanzensektors für die hervor-ragende Zusammenarbeit und freuen uns auf die weiteren gemeinsamen Aktivitäten.*

*Wir wünschen viel Vergnügen beim Lesen!*



# 1 Comparaison clonale *Mentha × piperita* / Klon-Vergleich *Mentha × piperita*

## But de l'essai

Rechercher pour la production en zone de montagne (marché suisse) un nouveau clone de menthe poivrée satisfaisant au niveau agronomique et sensoriel.  
A la demande de T. Aeschlimann, tester les clones allemands développés au LFL de Bayern  
Critères : Vigueur, rendement, % de feuilles, teneur en HE, teneur en menthol (et profil aromatique), sensibilité à la rouille

## Ziel des Versuchs

*Einen für den Anbau im Berggebiet (Schweizer Markt) geeigneten Pfefferminz-Klon ermitteln, welcher sowohl die agronomischen wie auch die sensorischen Ansprüche erfüllt.*

*Auf Anfrage von T. Aeschlimann, die durch LFL Bayern entwickelten Klone testen.*

*Kriterien: Wuchskraft, Ertrag, Blattanteil, Gehalt an ätherischen Ölen, Mentholgehalt (und aromatisches Profil), Rost-Empfindlichkeit.*

Clones / Klone	
Type 'Dunkel'	BLBP 35, 47 et 56 (LFL)
Type 'Grün'	BLBP 02 et 04 (LFL)
Témoins/ Standard :	
Type 'Dunkel'	'Mary Mitcham' et 'Multimentha' (Jardin des Senteurs, NE)
Type 'Grün'	'541'

Parcelle / Parzelle	
Surface / Fläche	178 m <sup>2</sup>
Dispositif / Dispositiv	5 * 30 plantes ; 150 /génotypes (avec 1 plate-bande tampon à droite/ <i>mit einem Pufferbeet rechts</i> )
Distances / Abstände	plate-bande 3 lignes/ Beet mit 3Linien: 0.40 * 0.20 m
Densité / Dichte	9.4 plantes/m <sup>2</sup>
Blocs / Blöcke	2.70 * 1.6 m = 4.32 m <sup>2</sup> (+ 40 cm entre les blocs / <i>zwischen den Blöcken</i> )
Répétitions / Wiederholungen	4 + 2 bandes tampons pour les contrôle rouille / <i>4+2 Pufferbeete für die Überwachung von Rostbefall</i>



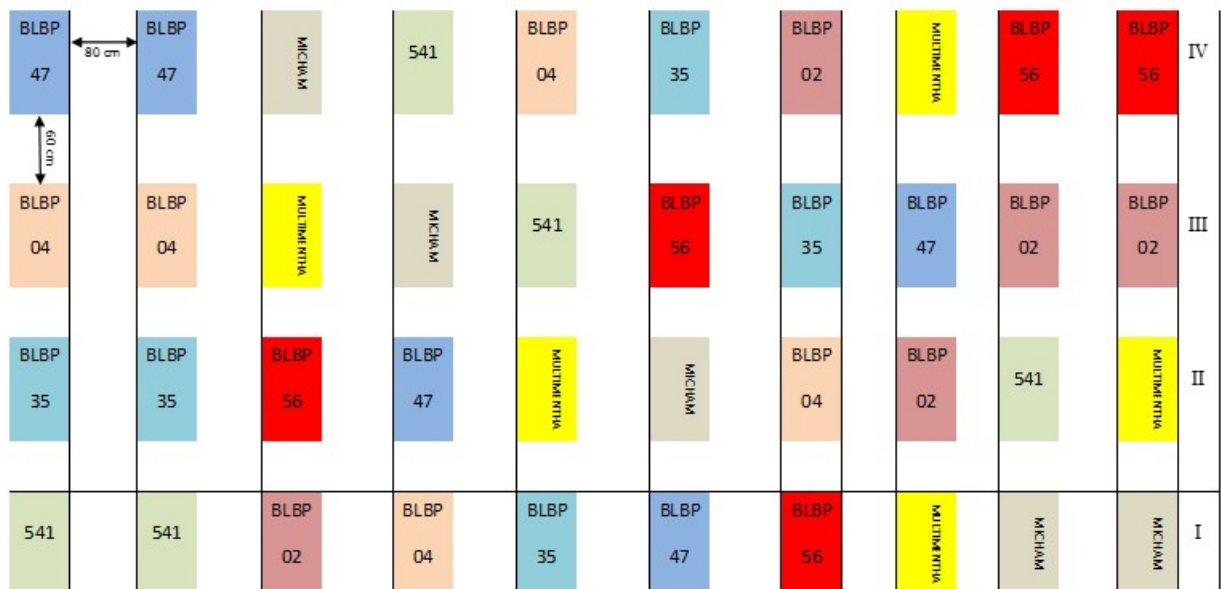
Vue de l'essai lors de la 1<sup>er</sup> récolte / *Sicht auf den Versuch bei der 1. Ernte*

DONNÉES CULTURALES POUR L'ESSAI 2015 / ANGABEN ÜBER DEN ANBAU 2015			
DATE DE PLANTATION <i>PFLANZDATUM</i>	17 JUIN 2015	PARAMETRES ANALYSES <i>ANALYSIERTE PARAMETER</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DESHERBAGE/<i>JÄTEN</i></li> <li>• RENDEMENT/<i>ERTRAG</i></li> <li>• HUILE ESSENTIELLE / <i>AETH.OEL</i></li> <li>• COMPOSITION DE L'HE / <i>ZUSAMMENSETZUNG AO</i></li> <li>• ROUILLE/<i>ROST</i></li> </ul>
DATE DE RECOLTE <i>ERNTE DATUM</i>	26 AOUT 2015	ANALYSES/ <i>ANALYSEN</i>	• 32 HE + 8 GC

Plan de la parcelle de menthe à Bruson

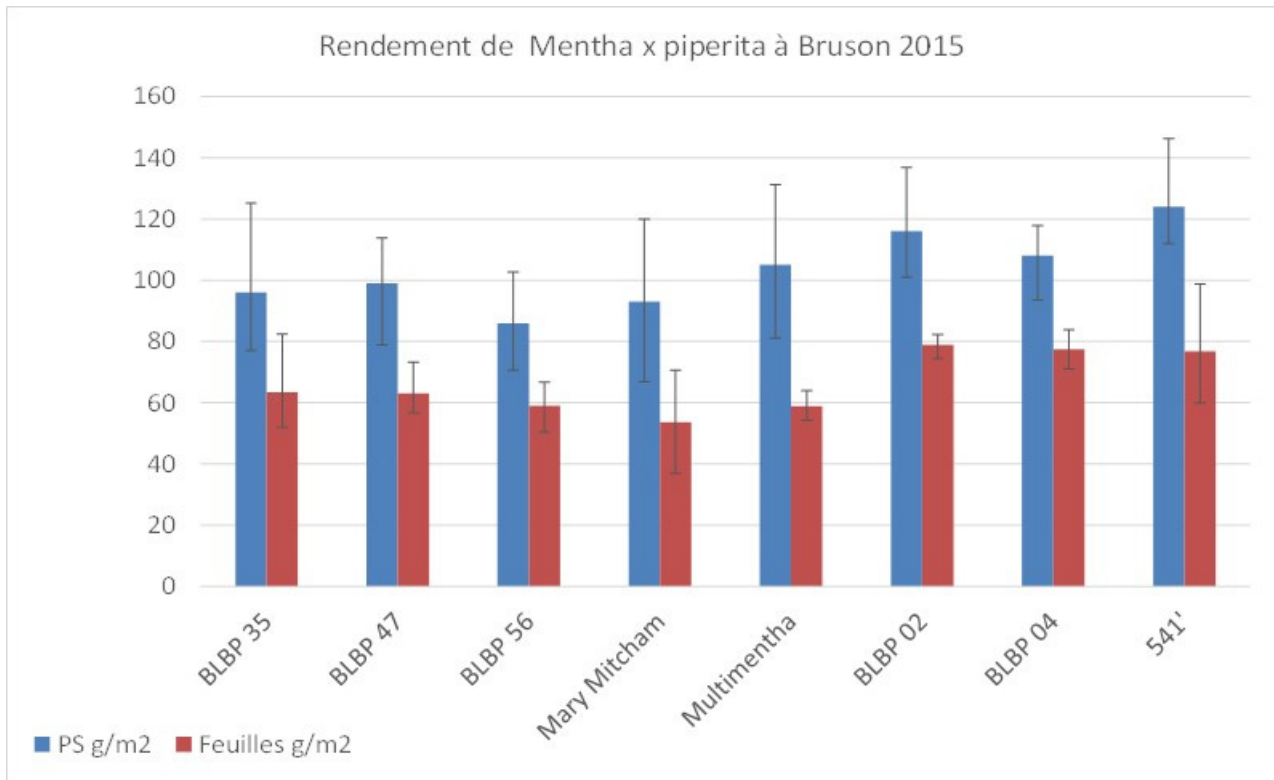
Parcelle élémentaire : 2.7m x 1.6 = 4.32 m<sup>2</sup>

Surface essai : 40 x 4.32 = 172.8 m<sup>2</sup>



## Résultats / Resultate

### Rendement en matières sèches et en feuilles [g/m<sup>2</sup>] / Ertrag an Trockensubstanz und Blättern [g/m<sup>2</sup>]



### Composition de l'huile essentielle [%] (moyennes de 4 répétitions) / Zusammensetzung des ätherischen Öls [%] (Durchschnitt von 4 Wiederholungen)

	Limonène	1,8 Cinéole	Menthone	Menthofurane	Isomenthone	Menthyl acétate	Menthol+Pulégone	Pipéritone	Isopulégol	Ratio 1,8-Cinéole/Limonène
BLBP 35	0.94	3.19	52.90	1.00	7.33	4.57	19.12	0.77	0.37	3.52
BLBP 47	0.81	3.22	47.99	1.22	6.93	5.76	22.29	0.75	0.37	4.08
BLBP 56	1.49	3.46	41.61	5.51	3.87	2.11	27.69	1.57	0.29	2.34
Mary Mi.	0.90	3.15	62.74	2.03	3.97	0.87	13.56	1.74	0.48	3.55
Multiment.	0.76	2.93	60.21	2.06	3.98	1.30	16.50	1.72	0.42	3.96
BLBP 02	5.54	4.48	39.73	0.57	2.37	3.00	29.50	1.79	0.32	0.81
BLBP 04	6.45	4.59	34.67	0.42	2.31	4.20	31.28	1.92	0.23	0.71
541'	6.03	4.91	31.86	0.45	2.22	5.21	33.67	1.80	0.27	0.81

### Discussion

- Les types grün ('BLBP 02', 'BLBP 04' et '541') montrent un meilleur potentiel de rendement en matières sèches et en feuilles.
- En composition d'huile essentielle, les types grün ('BLBP 02' ; 'BLBP 04' et '541') montrent en moyenne un taux plus élevé en limonène, 1,8-cinéole, et menthol+pulégone ; tandis que les types dunkel ('BLBP 35', 'BLBP 47', 'BLBP 56', 'Mary Mitcham' et 'Multimentha') montrent en moyenne un taux plus élevé de menthone, menthofurane, et isomenthone. Les teneurs en menthyl acétate et pipéritone sont hétérogènes.

- A noter que les teneurs en isopulégol sont toutes supérieures à 0.2%, la limite normalement acceptée par la Pharmacopée Européenne. Cette dernière exige également un ratio 1,8-cinéole/limonène supérieur à 2, ce qui n'est pas le cas pour les types grün ('BLBP 02' ; 'BLBP 04' et '541').
- Rouille : dans les conditions climatiques de Bruson, aucune différence de comportement n'a été observée. En 2015 aucune fructification de rouille n'a été observée. La pression est demeurée faible, les 2 années.

### **Diskussion**

- Die Typen grün ('BLBP 02', 'BLBP 04' et '541') zeigen ein besseres Potential für den Ertrag an Trockensubstanz und Blättern auf.
- Betreffend Zusammensetzung des ätherischen Öls, zeigen die Typen „grün“ ('BLBP 02'; 'BLBP 04' und '541') im Durchschnitt einen höhere Gehalt an Limonen, 1,8-Cineol, und Menthol + Pulegon; während die Typen „dunkel“ ('BLBP 35' 'BLBP 47' 'BLBP 56', 'Mary Mitcham' und 'Multimentha') im Durchschnitt einen höheren Gehalt an Menthon, Menthofuran und Isomenthon zeigen. Der Gehalte an

*Menthylacetat und Piperiton sind heterogen. Zu bemerken ist, dass die Gehalte an Isopulegol alle über 0,2% betragen, also über dem im der Europ. Arzneibuch definierten Grenzwert. Das Europäische Arzneibuch fordert auch einen Verhältnis von Grösser als 2 zwischen 1,8-Cineol / Limonen, was für „grün“ Typen ('BLBP 02'; 'BLBP 04' und '541') nicht der Fall ist.*

- Rost: unter den klimatischen Bedingungen in Bruson konnten keine Verhaltens-Unterschiede beobachtet werden. 2015 konnte keine Bildung von Rost festgestellt werden, der Druck blieb in beiden Jahren schwach.

### **Perspectives 2016-2017**

- Choix de 3-4 clones qui seront testés 'on farm' en 2016-2017.
- Publication

### **Perspektiven 2016-2017**

- Auswahl von 3-4 Klonen für 'on farm'-Versuche 2016-2017.
- Publikation

## 2 Effet de la couverture hivernale par un paillage hors sol tissé / Auswirkungen einer Abdeckung mit Bändchengewebe im Freiland während des Winters

<b>ESSAI FORUM No 19 – PAILLAGE HORS SOL TISSÉ/ABDECKUNG MIT BÄNDCHENGEWEBE</b>	
<b>BUT / ZIEL</b>	<p>Optimiser la technique de couverture hivernale / <i>Optimierung der Abdeckung während des Winters</i>            Définir la date de la découverte en fonction du stade phénologique des arbres fruitiers / <i>Definition der Abdeckungsdaten in Abhängigkeit mit dem phänologischen Stadium der Obstbäume</i>            Contrôle des températures au niveau et à 10 cm de profondeur avec et sans couverture / <i>Temperaturkontrolle in 10 cm Tiefe mit und ohne Abdeckung</i>            Test de la couverture sur différentes lamiacées / <i>Test der Abdeckung bei verschiedenen Lippenblütlern</i></p>
<b>LOCALISATION / ORT</b>	Conthey, La Garde
<b>CULTURE / KULTUR</b>	<p>Menthe poivrée et orangée (+ test sur mélisse, thym, sauge)  <i>Pfefferminze und Orangenminze + Test Melisse, Thymian, Salbei</i></p>
<b>Procédés pour l'essai 2015 Versuchsplan 2015</b>	
<b>DISPOSITIF EXPERIMENTAL VERSUCHS-DISPOSITIV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Couvert et non couvert</li> <li>• <i>Bedeckt und unbedeckt</i></li> </ul>
<b>MATERIEL / MATERIAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PAILLAGE HORS SOL AQUATEX (MYPEX)</b></li> <li>• <b>SUPERCUT NT</b></li> <li>• <b>16 DATALOGGER UTL-3</b></li> <li>• <b>APPAREIL PHOTO / FOTOAPPARAT</b></li> </ul>
<b>PARAMETRES ANALYSES ANALYSIERTE PARAMETER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Température au niveau du sol et 10 cm dans le sol avec et sans paillage de décembre à avril / <i>Temperaturmessung am Boden und in 10cm Tiefe, mit und ohne Abdeckung, von Dezember bis April</i></li> <li>• Contrôle de l'effet sur les adventices / <i>Wirkung auf Unkraut</i></li> <li>• Rendement MS / <i>TS Ertrag</i></li> <li>• Observation de la phénologie des arbres fruitiers et indigènes afin de donner des directives pour la date de découverte / <i>Beobachtung der Phänologie von Obstbäumen, um das Datum für die Entfernung der Abdeckung zu bestimmen</i></li> </ul>
<b>METHODOLOGIE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avec et sans couverture (novembre/décembre–avril) / <i>mit und ohne Abdeckung (November/Dezember-April)</i></li> </ul>

<b>Parcelle Conthey</b>	
Espèces / Arten	<i>Mentha × piperita</i> <i>Mentha × piperita</i> var. <i>citrata</i> <i>Melissa officinalis</i> <i>Salvia officinalis</i> <i>Thymus vulgaris</i>
Variantes / Varianten	2 plates-bandes couvertes et 2 sans couverture / 4 Beete mit und 2 ohne Abdeckung
Surface / Fläche	9.6 m <sup>2</sup> par espèce / pro Art
Dates de la pose du paillage hors-sol / Datum der Abdeckung	27 novembre 2014
Dates de la découverte/ Datum der Entfernung der Abdeckung	23 mars 2015 14 avril 2015 11 mai 2015
Répétitions UTL-3 / Wiederholungen	4 par procédés ; mesures de température toute les 20 minutes 4 pro Verfahren ; Temperaturmessungen alle 20 Minuten

<b>Parcelle La Garde</b>	
Espèces / Arten	<i>Mentha × piperita</i> var. <i>citrata</i>
Variantes / Varianten	½ parcelle couverte et 1/2 sans couverture / eine halbe Parzelle mit und eine Halbe ohne Abdeckung
Surface / Fläche	Env. 500 m <sup>2</sup> / ca. 500 m <sup>2</sup>
Dates de la pose du paillage hors-sol / Datum der Abdeckung	novembre 2014
Dates de la découverte / Datum der Entfernung der Abdeckung	mi- avril 2015 / Mitte April 2015

## Résultats / Resultate

**Stade phénologique BBCH de l'abricotier, du cerisier, du poirier et des pommiers aux dates de découverte des parcelles à Conthey / phänologisches Stadium BBCH von Aprikosen-, Kirsch-, Birnen-, und Apfelbäumen am Datum der Entfernung der Abdeckung in Conthey**

Date	Stade phénologique / Phänologische Stadium BBCH								
	Abricot / Apricot		Cerise / Kirsche	Poire / Birne			Pomme / Apfel		
	Luizet	Jumbocot Goldrich	Hedel-finger	Williams	Confé-rence	Kaiser A. (Bosc)	Idared	Gala	Golden d.
16.mars	51	53	51	51	51	51	51	51	51
14.avr	67	69	65	60	57	57	59	57	57
11.mai	75	75	75	72	72	72	72	72	72

**Discussion**

- La date du 14 avril a été la plus pertinente pour la découverte.  
Selon les observations phénologiques 2015, cela correspond au stade 'fin de floraison' de l'abricotier 'Jumbo Cot' (chutes de pétales) correspondant à '50 % des fleurs ouvertes' du cerisier 'Hedelfinger', ou 'aux boutons prêts à éclore' pour les poiriers ('Williams', 'Conférence' et 'Kaiser F.') et pommiers ('Idared', 'Gala' ou 'Golden D.').
- Ces premières données doivent être confirmées et affinées afin d'être validées.
- Source pour les données sur les stades phénologiques:  
<http://www.agrometeo.ch/fr/arboriculture/phenology/observations/8/1>

**Diskussion**

- *Das Datum vom 14. April war am besten geeignet für die Entfernung der Abdeckung. Gemäss phänologischen Beobachtungen von 2015, entspricht dies dem Stadium 'Blütenende' der Aprikosensorte 'Jumbo Cot' (Abfallen der Blütenblätter), was gleichzeitig dem Stadium 'Vollblüte (50% offene Blüten)' der Kirschensorte 'Hedelfinger', oder dem Stadium 'Knospenaufbruch' der Birnenbäume (Williams', 'Conférence' und 'Kaiser F.') und den Apfelbäumen ('Idared', 'Gala' ou 'Golden D.') entspricht.*
- *Diese ersten Angaben müssen noch bestätigt und validiert werden.*
- *Quelle für die Angaben der phänologischen Stadien :  
<http://www.agrometeo.ch/fr/arboriculture/phenology/observations/8/1>*

**Moyenne des températures enregistrées par les sondes UTL-3 au niveau du sol et à 10 cm de profondeur avec et sans couverture en comparaison de la station de mesure Agrometeo. Moyennes de 4 répétitions.** / Durchschnitt der mittels UTL-3 Sonden gemessenen Temperaturen am Boden und in 10 Tiefe mit und ohne Abdeckung im Vergleich zu den Messungen durch Agrometeo. Durchschnitte von 4 Wiederholungen

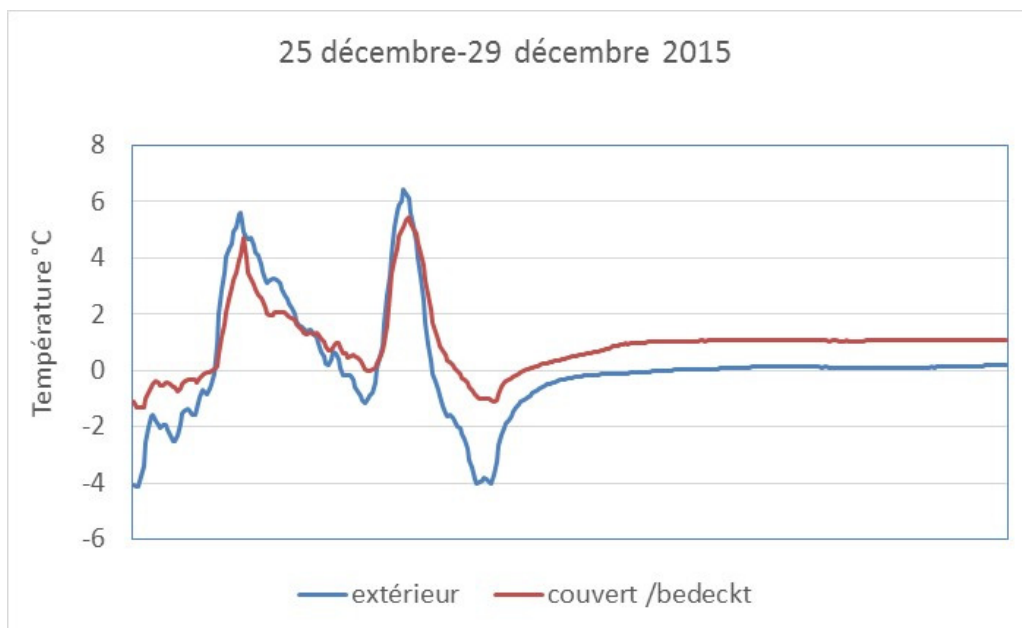
Position des sondes Position der Sensoren	Température / Temperatur			Nb jours / Anz. Tage  < 0 °C	Nb jours pré- cipitations Nieder- schlagstage
	Moy. °C	Maxi °C	Mini °C		
Agrométéo 2m	5.4	24.0	-16.1	27	65
UTL-3 extérieur 0m	5.3	34.2	-6.2	25	65
UTL-3 extérieur -10 cm	5.6	18.1	-0.4	0	65
UTL-3 couvert bedeckt 0m	5.7	22.1	-4.0	8	65
UTL-3 couvert bedeckt -10 cm	6.1	17.4	0.5	0	65

### Discussion

- L'hiver 2014-2015 a été particulièrement doux, avec seulement 27 jours où la température moyenne enregistrée à 2m par la station Agrométéo est au-dessous de 0°C. Le fort écart de la température (-9.9 °C) minimum entre la station d'Agrométéo à 2 m de hauteur et les enregistrements au niveau du sol s'explique par la protection d'un manteau neigeux lors des épisodes froids.
- Sous couverture, au niveau du sol, la température moyenne est supérieure de +0.4 °C par rapport au témoin non couvert. Cette relative faible différence s'explique : sous la couverture l'amplitude des écarts de températures est atténuée par un effet d'ombrage. L'effet de protection est néanmoins manifeste. Seul 8 jours de gel ont été dénombrés contre 25 sans protection.
- A 10 cm de profondeur aucun jour avec une moyenne inférieure à 0 °C n'a été enregistré. Avec couverture, les mesures de température n'ont même jamais été négatives.

### Diskussion

- *Der Winter 2014-2015 war ausgesprochen mild, mit nur 27 Tagen an welchen die durch Agrometeo in 2m gemessene Temperatur unter Null lag. Der grosse Temperaturunterschied (-9.9 °C) zwischen der Station Agrometeo in 2m Höhe und den am Boden gemessenen Temperaturen kann durch den Schutz durch die Schneedecke während der kalten Perioden erklärt werden.*
- *Unter der Abdeckung liegt die durchschnittliche Bodentemperatur bei über +0.4 °C im Vergleich zur Kontrollvariante ohne Abdeckung. Dieser relativ geringe Unterschied ist erklärbar: unter der Abdeckung wird die Schwankungsbreite durch den Schatteneffekt abgeschwächt. Die Schutzwirkung ist jedoch offensichtlich. Es konnten lediglich 8 Frosttage gezählt werden, im Vergleich zu 25 Tagen bei der Variante ohne Schutz.*
- *In 10 cm Tiefe konnte kein einziger Tag verzeichnet werden, an dem die Durchschnittstemperatur unter Null lag. Mit Abdeckung konnten sogar überhaupt keine negativen Temperaturen gemessen werden.*



**Evolution de la température avec et sans couverture lors de jours hivernaux froids avant et après couverture de neige. Moyennes de 4 répétitions. | Verlauf der Temperaturen während kalten Wintertagen vor und nach Bedeckung mit Schnee. Durchschnitt von 4 Wiederholungen.**

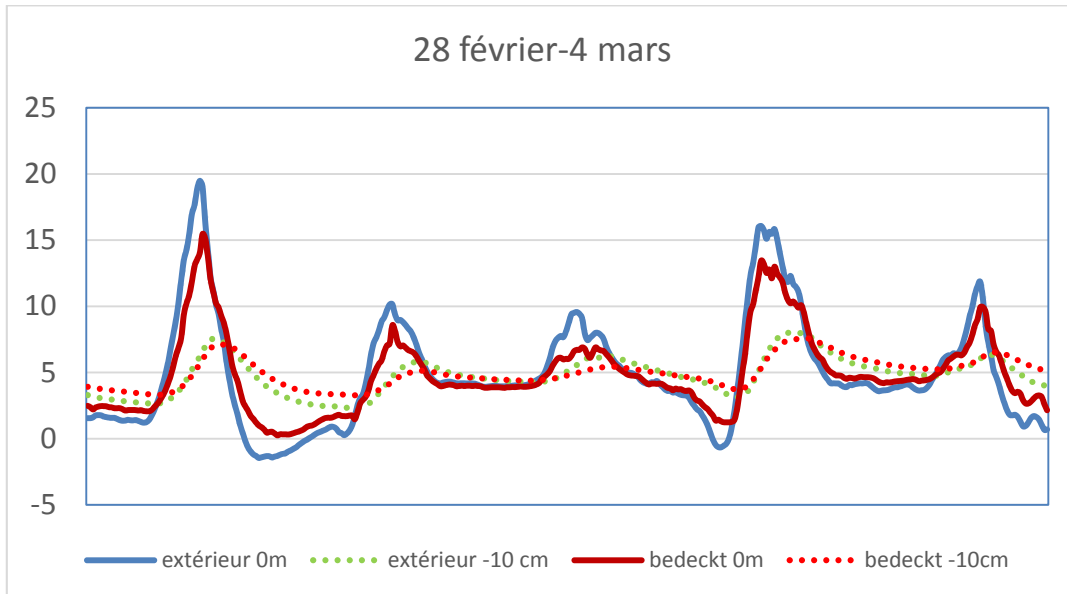


### Discussion

- Les deux pics de gauches correspondent à une situation de beau temps, l'amplitude est plus importante sur la courbe bleue (extérieur). Dès la chute de neige (représentée sur la droite du graphique), la température est très stable avec env. + 1 °C sous couverture. Comme au niveau du sol, la température du sol se réchauffe et se refroidit davantage sans couverture (courbes pointillées), dans un volume relativement faible, l'effet de lissage du climat de la couverture est manifeste.

### Diskussion

- Die beiden Spitzen links entsprechen einer Schönwetterlage, die Schwankung ist bei der blauen Kurve grösser (ausser). Nach dem Schneefall (auf der rechten Seite der Grafik), bleibt die Temperatur konstant mit ungefähr + 1 ° unter der Abdeckung. Da sich die Temperatur am Boden ohne Abdeckung stärker erhöht und abkühlt (gepunktete Kurven), in einem relativ schwachen Volumen, ist die ausgleichende Wirkung offensichtlich.



Evolution de la température avec et sans couverture sur le sol et à 10 cm de profondeur. Moyennes de 4 répétitions. Temperaturverlauf mit und ohne Abdeckung am Boden und in 10 cm Tiefe.

### Effets sur les adventices / Auswirkungen auf Unkraut



A gauche, vue des parcelles de menthe le 23 mars (en haut) et le 11 mai (en bas) couvertes avec une pression très faible d'adventices. A droite, les témoins sans couverture avec une pression d'adventices beaucoup plus forte. / Links : gedeckte Minzeparzellen am 23. März (oben) und am 11. Mai (unten) mit einem deutlich stärkeren Unkraut-Druck. Rechts: Kontrollen ohne Deckel mit einer viel stärkeren Unkrautdruck.

**Test de couverture sur *Melissa officinalis* / Abdeckungs-Versuch mit *Melissa officinalis*****Discussion**

Les deux premières dates de découverte (photo de gauche = 2<sup>e</sup> date) ont parfaitement bien supporté la couverture. La dernière date (à droite) était trop tardive. Pour la mélisse, qui est d'un type biologique similaire à la menthe, cette technique peut représenter une alternative. De nouveaux tests sont nécessaires avant de recommander cette pratique. A noter que des dégâts de gel de printemps (légères brûlures sur les feuilles tendres) ont été observés sur la première date de découverte.

**Diskussion**

Bei den beiden ersten Daten für die Entfernung (linkes Photo = 2. Datum) ist die Abdeckung sehr gut ertragen worden. Beim letzten Datum (rechts) war es jedoch zu spät. Für die Melisse, welche aus biologischer Sicht mit der Minze vergleichbar ist, stellt diese Technik eine Alternative dar. Um diese Praxis empfehlen zu können sind jedoch weitere Versuche nötig. Beachtet werden muss auch, dass beim ersten Datum Schäden durch Frühjahrsfrost (leichte Verbrennungen auf den zarten Blättern) beobachtet worden sind.

**Test de couverture sur *Salvia officinalis* et *Thymus vulgaris* / Abdeckungsversuch****Discussion**

- Le thym et la sauge, qui sont des espèces ligneuses à feuillages persistants, ont supporté la couverture hivernale lorsque qu'elle a été enlevée en mars (1<sup>e</sup> date). Photo de droite.
- Les deux autres dates ont occasionné des dégâts sur les feuilles (moisissures) et/ou un étiolement de la végétation. La couverture des espèces à feuillage persistant ne semble pas pertinente dans la mesure où l'effet sur les adventices était faible et le risque pour la végétation élevé.

**Diskussion**

- Thymian und Salbei sind verholzte Spezies mit immergrünem Blattwerk und haben die Abdeckung im Winter, bei einer Entfernung im März (1. Datum) gut ertragen. Bild rechts.
- An den beiden anderen Daten waren Schäden an den Blättern (Schimmel) und/oder eine Verkümmern der Vegetation zu verzeichnen. Eine Abdeckung von immergrünen Spezies scheint nicht geeignet, da die Wirkung auf Unkraut schwach und das Risiko für die Vegetation hoch waren.



Parcelle de *Mentha × piperita* var. *citrata* à La Garde/Sembrancher

### Discussion

- Selon la productrice (M. Terretaz), la couverture de la zone avec la plus forte pression d'adventice a permis de réduire sensiblement le temps de travail (facteur de 4-5 x) lors du premier désherbage.
- A la récolte aucun gain de rendement n'était mesuré.

l'extérieur. Le manque de lumière (pas de photosynthèse) semble l'expliquer davantage.

- Cette technique mérite d'être testée sur d'autres vivaces dont les bourgeons hivernent sous le niveau du sol comme la mélisse.
- Pour les espèces ligneuses persistantes comme le thym et la sauge, cette technique est risquée. Et de surcroît, le fait d'enlever le paillage précocement limite l'effet sur les adventices.

### Conclusion

- La couverture hivernale avec un paillage hors sol tissé en polypropylène est une possibilité sur les cultures de menthe pour diminuer la pression d'adventices au printemps.
- L'observation de la phénologie des arbres fruitiers ([www.agrométéo.ch](http://www.agrométéo.ch)) semble un bon moyen pour définir le bon moment de découverte. Fort des premières observations, la recommandation est d'ôter la couverture au stade 'fin de floraison' de l'abricotier 'Jumbo Cot' (chutes de pétales) correspondant à '50 % des fleurs ouvertes' du cerisier 'Hedelfinger', ou 'aux boutons prêts à éclore' pour les poiriers ('Williams', 'Conférence' et 'Kaiser F.') et pommiers ('Idared', 'Gala' ou 'Golden D.')
- L'effet inhibiteur sur le développement sur les adventices n'est pas explicable par un phénomène de solarisation car les températures enregistrées sous la toile sont plus basses qu'à

### Diskussion

- *Gemäss der Produzentin (M. Terretaz), konnte die Arbeitszeit für den ersten Jätdurchgang dank der Abdeckung in der Zone mit dem stärksten Unkrautdruck deutlich vermindert werden (um 4 - 5x).*
- *Bei der Ernte konnte keinerlei Ertragsgewinn gemessen werden.*

### Schlussfolgerung

- *Für den Minze-Anbau stellt die Abdeckung während des Winters mit Bändchengewebe aus Polypropylen eine Möglichkeit dar, den Unkrautdruck im Frühling zu verringern*
- *Die Beobachtung der Phänologie von Obstbäumen ([www.agrométéo.ch](http://www.agrométéo.ch)) scheint geeignet zu sein, um den richtigen Zeitpunkt für die Entfernung der Abdeckung zu bestimmen. Die ersten Erfahrungen führen zu folgender Empfehlung für den Zeitpunkt zur Entfernung der Abdeckung: Entwicklungsstadium 'Blütenende' der Aprikosensorte 'Jumbo Cot' (Abfallen der*

Blütenblätter), was dem Stadium 'Vollblüte (50% offene Blüten)' der Kirschensorte 'Hedelfinger', oder dem Stadium 'Knospenaufbruch' der Birnenbäume (Williams', 'Conférence' und 'Kaiser F.') und den Apfelbäumen ('Idared', 'Gala' od. 'Golden D.') entspricht.

- Die hemmende Wirkung auf die Entwicklung von Unkräutern kann nicht durch Solarisationseffekte erklärt werden, denn die unter der Abdeckung gemessenen Temperaturen liegen tiefer als im

Freien. Fehlendes Licht (keine Photosynthese) scheint eine bessere Erklärung dafür zu sein.

- Es würde sich lohnen, diese Technik mit anderen mehrjährigen Pflanzen bei welchen die Knospen unter der Erdoberfläche überwintern, wie bei der Melisse, zu testen.
- Für verholzte Spezies wie Thymian und Salbei ist diese Technik riskant. Darüber hinaus wird die Auswirkung auf die Unkräuter abgeschwächt, da die Abdeckung frühzeitig entfernt werden muss.

### 3 *Stevia rebaudiana*

<b>ESSAI– STEVIA - VERSUCH</b>	
<b>BUT / ZIEL</b>	Organiser la production de plantons pour / <i>Produktionsplanung für folgende Setzlinge:</i> 1. H. Hofer 10'0000 (clone 'Gawi' et génératif (Pharmasaat et Jelitto) 2. A. Morard 10'000 (clone 'F' et génératif (Pharmasaat et Jelitto) 3. Comparaison 'F' ; 'Gawi' et 'Pharmasaat'
<b>LOCALISATION / ORT</b>	Melchnau ; Ayent et Bruson
<b>Procédés pour l'essai 2015 Versuchsplan 2015</b>	
<b>DISPOSITIF EXPERIMENTAL VERSUCHS-DISPOSITIV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melchnau et Ayent , On Farm' sans répétition /ohne Wdhlg</li> <li>• Bruson , 4 répétitions / 4 Wiederholungen</li> </ul>
<b>PARAMETRES ANALYSES ANALYSIERTE PARAMETER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melchnau et Ayent : comportement agronomique et rendements (feed-back producteurs) / <i>agronomisches Verhalten und Ertrag (Feedback der Produzenten)</i> Bruson :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- rendements matière fraîche et sèche / <i>Ertrag FM u TM</i></li> <li>- % de feuilles / <i>Blattanteil</i></li> <li>- Analyse HPLC</li> </ul> </li> </ul>

#### **Production de plantons pour Melchnau – Essai Ricola / Setzlingsproduktion für Melchnau– Versuch Ricola**

- Livraison 3 juin 2015 : 4000 'Gawi', clone in vitro ; Hortilab (DE), sevrage Agroscope en Valais  
(*Lieferung 03.06.15*) 1300 Jelitto (semences) (*Samen*)  
2700 Pharmasaat (semences) (*Samen*)

#### **Discussion**

- Selon H. Hofer, la plantation est un peu trop tardive pour optimiser la production de biomasse d'une espèce à cycle cultural annuel. Cependant l'expérience des années précédentes montre que même avec une plantation tardive en juin, le rendement en biomasse sec atteint les 20 kg/a.
- La production de jeunes plantes tôt demande une bonne planification. Le manque de pieds-mères n'a pas permis cette organisation cette année.
- Pas encore de feed-back de la culture

#### **Diskussion**

- *Gemäss H. Hofer erfolgte die Pflanzung etwas zu spät, um für eine einjährige Pflanze eine optimale Produktion an Biomasse zu erhalten. Die Erfahrung der vorgängigen Jahre zeigt jedoch, dass auch mit einer späten Anpflanzung im Juni, einen Ertrag an Trocken-Biomasse von 20 kg/a erreicht werden kann.*
- *Um frühzeitig junge Pflanzen zu produzieren, ist eine gute Planung notwendig. Wegen fehlender Mutterpflanzen war eine solche Organisation dieses Jahr nicht möglich*
- *Noch kein Feedback aus dem Anbau*

## Production de plantons pour Ayent-Essai Kennel / Setzlingsproduktion für Ayent – Versuch Kennel

- Livraison 5 juin 2015 : 4000 Jelitto / Pharmasaat (semences) (Samen)  
(Lieferung 05.06.15) 4000 'F', clone issu de boutures herbacées Agroscope / Klon aus Grünstecklingen von Agroscope)

### Discussion

- La culture d'Ayent s'est bien développée (vue au mois de juillet ci-dessous).
- Attention, la pousse de stévia est fragile et cassante. Le risque de dégâts est élevé lors des sarclages mécaniques et des récoltes.
- Pas encore de feed-back sur le rendement en biomasse de la culture, ni du mandataire. Mais les lots 'F' et 'Jelitto /Pharmasaat' ont été récoltés, séchés et livrés séparément.

### Organisation de la production de plantons 2016

- Des pieds-mères des clones 'F' et 'Gawi' ont été transmis à Biojardins afin que cette entreprise soit en mesure de répondre à des commandes futures. Il est toutefois impératif que les commandes arrivent le plus tôt possible.
- D'autres pieds-mères sont également à Conthey chez Agroscope et peuvent être transmis à des multiplicateurs en Suisse allemande au besoin.
- En raison du coût élevé de la semence, de la germination lente et irrégulière et de l'hétérogénéité phytochimique des populations, la multiplication clonale est préférable pour cette espèce.

### Diskussion

- In Ayent hat sich die Kultur gut entwickelt (siehe Bild unten vom Juli).
- Achtung, die Triebe von Stevia sind empfindlich und zerbrechlich. Bei mechanischer Bodenbearbeitung und Ernte besteht ein hohes Risiko, Schäden anzurichten.
- Noch kein Feedback über Ertrag an Biomasse und vom Produzenten. Ernte, Trocknung und Lieferung von 'F' et 'Jelitto /Pharmasaat' sind jedoch getrennt vorgenommen worden.

### Produktionsplanungen für Setzlinge 2016

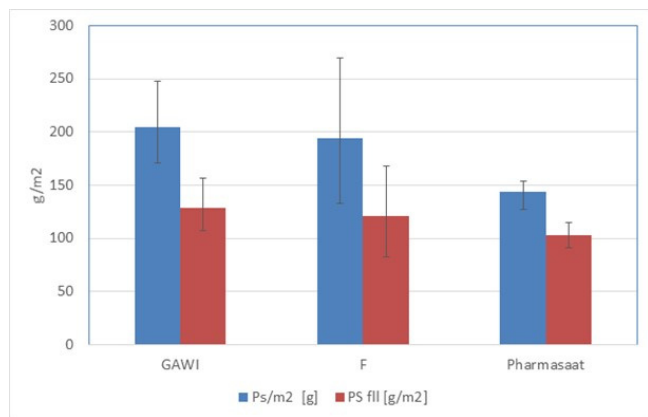
- Biojardins hat Mutterpflanzen der Klone 'F' und 'Gawi' bekommen, damit diese Unternehmung in Zukunft den Bestellungen nachkommen kann. Es ist jedoch wichtig, dass die Bestellungen so früh wie möglich eintreffen.
- Agroscope in Conthey verfügt auch über andere Mutterpflanzen welche an Vermehrungsbetriebe in der Deutschschweiz geliefert werden können.
- Wegen der hohen Saatgutpreise, der langsamen und unregelmässigen Keimung und der phytochemischen Heterogenität der Populationen, ist die klonale Vermehrung für diese Spezies von Vorteil.

### Essai Agroscope Bruson

Parcelle Conthey	
Espèces / Spezies	<i>Stevia rebaudiana</i>
Variété / Sorte	'F' (Eustas, D) 'Gawi' (Eustas, D) Pharmasaat (semences, D)
Surface / Fläche	5.4 m <sup>2</sup> par blocs
Distances /Abstand	Plate-bande de 3 lignes ; 3 x 17 plants ; densité 9.4 plants /m <sup>2</sup>
Dates de plantation / Pflanzdatum	2 juillet 2015
Récolte / Ernte	29 septembre 2015
Analyses phytochimiques/Phytochemische Analyse	
Labo	Dr. Evelyn Wolfram

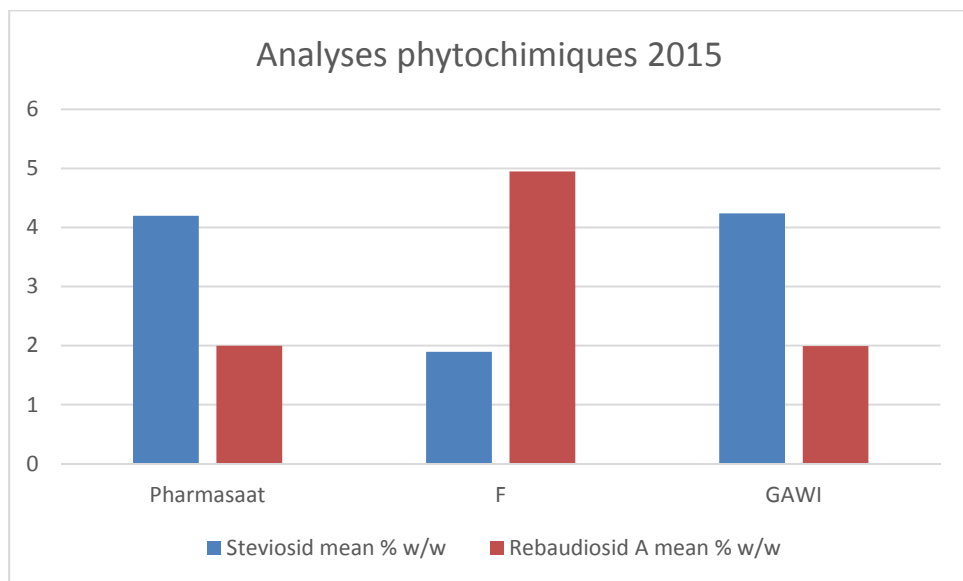
	ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
Références/Referenz	- Steviosid: Phytolab, (Art.-Nr. 89800, Charge:9723), 92% w/w - Rebaudiosid A: Phytolab, (Art.-Nr. 80067, Charge:5805), 90% w/w
Extraction/Extraktion	SPE (Solid phase extraction) avec 2 répétitions/mit 2 Wiederholungen
Méthode/Methode	UPLC (Ultra Performance Liquid Chromatography) ; Waters Acquity UPLC
Limite de détection/ Nachweisgrenze	Steviosid: LOD ca. 1 ng / LOQ ca. 3 ng Rebaudiosid A: LOD ca. 4 ng / LOQ ca. 14 ng

### Résultats / Resultate



Rendement des variétés GAWI, F et de la sélection Pharmasaat à Bruson (1050 m.) en 2015.

Ertrag der Sorten GAWI, F und von der Selektion Pharmasaat in Bruson (1050 m.) in 2015.



Teneur en stéviolide et rebaudioside A des variétés GAWI, F et de la sélection Pharmasaat à Bruson (1050 m.) en 2015.

Gehalt an Steviosid und Rebaudiosid A der Sorten GAWI, F und von der Selektion Pharmasaat in Bruson (1050 m.) in 2015.

### Discussion

- Malgré une plantation tardive, le développement végétatif de la stévia en zone de montagne à 1000m d'altitude a été bon.
- Le rendement en matière sèche des deux clones 'F' et 'Gawi' est similaire (env. 200g/m²) et supérieur à la production des plants issus de semences.
- Conformément à la littérature, les analyses phytochimiques montrent des teneurs en

Stéviolide et Rebaudioside A similaires pour Pharmasaat et GAWI (4.2 % et 2.0 %, respectivement) tandis que F se caractérise par une teneur en Stéviolide plus faible (1.9%) et une teneur en Rebaudioside A nettement plus haute (4.9%), lui conférant un plus haut pouvoir édulcorant et une moindre amertume.

### Diskussion

- Trotz einer späten Pflanzung zeigte die Stevia im Berggebiet auf 1000müM eine gute vegetative Entwicklung.
- Der Ertrag an Trockenmasse der beiden Klone 'F' und 'Gawi' ist vergleichbar (ca. 200g/m<sup>2</sup>) oder besser als bei der Produktion mit Pflanzen aus Saatgut.
- Genau wie in der Literatur beschrieben, zeigen die phytochemischen Analysen einen Gehalt an

Steviosid und Rebaudiosid A der bei Pharmasaat und GAWI (4,2% bzw. 2,0%) sehr ähnlich, während F durch einen niedrigeren Steviosid Gehalt (1,9%) und einen höheren Rebaudiosid A Gehalt (4,9%) gekennzeichnet ist, was diesem eine höhere Süßkraft und eine niedrigere Bitterkeit gibt.

## 4 Sélection / Züchtung

### Salvia officinalis

**But:** amélioration variétale pour une nouvelle variété avec les mêmes qualités que 'Regula' mais avec une bien meilleure productivité en semences.

**Ziel:** Sortenverbesserung für eine neue Sorte mit den gleichen Eigenschaften wie 'Regula', aber mit einer viel besseren Samenproduktion.

#### 2012-2013

- 27 provenances (Allemagne, Hongrie, Suisse)
- HE, homogénéité, résistance au gel hivernal, viabilité du pollen, production de semences (2 récoltes)

- 27 *Herkünfte* (Deutschland, Ungarn, Schweiz)
- *ÄÖ*, Homogenität, Frostbeständigkeit, Lebensfähigkeit der Pollen, Samengewicht (2 Ernte)

#### 2014

- Choix de 10 provenances :

- *Auswahl von 10 Herkünfte :*

7 – LFL <sup>a</sup> Julius Wagner	17- Corvinus <sup>b</sup> Napoca
10 – LFL <sup>a</sup> B.S.V.	19 – Corvinus <sup>b</sup> Regensburg
12 – Corvinus <sup>b</sup> 3 Extrakta	21 – Corvinus <sup>b</sup> Földesi
13 – Corvinus <sup>b</sup> Poznan	23 – ACW <sup>c</sup> Echter Extrakta - Pharmasaat
14 – Corvinus <sup>b</sup> Nantes	29 – Hem Zaden

<sup>a</sup>LFL = Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

<sup>b</sup>Corvinus University, Budapest, Hungary

<sup>c</sup>Agroscope, Centre de Recherches Conthey, Switzerland

#### 2014-2015

- Choix de 10 mâles fertiles (MF) : floraison synchrone, production de semences, viabilité du pollen, hauteur, teneur en HE (le premier chiffre correspond aux provenances du tableau ci-dessus):

- *Auswahl von 10 männlich Fertilen Herkünften (MF): synchrone Blütezeit, Samengewicht, Pollen Lebensfähigkeit, Höhe, ÄÖ Gehalt (die erste Ziffer entspricht den Ursprüngen der obigen Tabelle)*

7-3-MF	10-9-MF	13-1-MF	14-7-MF	14-9-MF
17-6-MF	17-7-MF	19-7-MF	21-8-MF	29-2-MF



**2015-2016**

- Bouturage des 10 MF
- Vermehrung der 10 MF

**2016**

- Polycross des 10 MF et récolte semences
- Polycross der 10 MF und Samenernte

**2017-2019**

- Semis et évaluation + 'Regula' + 'Extrakta'
- Aussaat + Vergleich mit 'Regula' und 'Extrakta'

**2019**

- Production de semences à partir des 10 MF
- Samenproduktion aus der 10 MF

**Hyssopus officinalis**

**But:** amélioration variétale pour une nouvelle variété tétraploïde (doublement du nombre de chromosomes) avec les mêmes qualités que 'Perlay' mais avec une bien meilleure productivité en huile essentielle.

**Ziel:** Sortenverbesserung durch eine neue tetraploide Sorte (Verdoppelung der Anzahl der Chromosomen) mit den gleichen Eigenschaften wie 'Perlay' aber mit einer besseren Produktion (TS und ätherisches Öl).

**2014**

- Choix des 5 meilleurs tétraploïdes fertiles
- Wahl der 5 besten fertilen Tetraploiden
- Semis en pots pour analyse des descendants
- Aussaat zur Analyse der Nachkommen

**2015**

- Ploïdie et bouturage des parents et descendants
- Ploidie und Stecklinge der Eltern + Nachkommen

**2016-2017**

- Plantation essai 5 parents + 5 descendants + 'Perlay'
- Versuch Anpflanzung 5 Eltern + 5 Nachkommen + Vergleich mit 'Perlay'
- Rendement+composition HE et biomasse (2 récoltes)
- Ertrag+Zusammensetzung ÄÖ + Biomasse (2 Ernte)

**2018**

- Choix du meilleur parent et production de semences tétraploïdes
- Auswahl des bestes Eltern und Tetraploiden Samenproduktion

**Primula veris**

**But:** amélioration variétale pour des tiges plus hautes et une floribondité plus élevée que les plantes cultivées actuellement en Suisse.

**Ziel:** Sortenverbesserung für eine Sorte mit höheren Stielen und blütenreichere Pflanzen als zurzeit in der Schweiz kultivierte Herkünfte.

**2014**

- Choix des 5 meilleurs tétraploïdes fertiles
- Wahl der 5 besten fertilen Tetraploiden
- Semis en pots pour analyse des descendants
- Aussaat zur Analyse der Nachkommen

**2015**

- Ploïdie et bouturage des parents et descendants
- Ploidie und Stecklinge der Eltern + Nachkommen

**2016-2017**

- Plantation essai 5 parents + 5 descendants + 'Perlay'
- Versuch Anpflanzung 5 Eltern + 5 Nachkommen + Vergleich mit 'Perlay'
- Rendement+composition HE et biomasse (2 récoltes)
- Ertrag+Zusammensetzung ÄÖ + Biomasse (2 Ernte)

**2018**

- Choix du meilleur parent et production de semences tétraploïdes
- Auswahl des bestes Eltern und Tetraploiden Samenproduktion

## 5 Calamintha

### But

Le Calament népéta ou glanduleux (*Calamintha nepeta*) et le Calament commun (*Calamintha sylvatica*) sont deux Lamiacées vivaces, faciles à cultiver, mellifères et odorantes. *Calamintha nepeta* est caractérisé par un arôme puissant, similaire à un mélange de menthe pouliot (*Mentha pulegium*) et de lavande, tandis que celui de *Calamintha sylvatica* ressemble à un mélange de menthe et de marjolaine. Elles sont toutes deux utilisées traditionnellement pour la fabrication de tisanes aux herbes.

Afin de tester leur faisabilité de culture et d'analyser leurs compositions, nous avons cultivé les deux espèces à Bruson.

### Ziel

Die Kleinblütige Bergminze (*Calamintha Nepeta*) und die Bergminze (*Calamintha sylvatica*) sind zwei ausdauernde Lamiaceae, die leicht anzubauen, Honig produzierend und duftend sind. *Calamintha nepeta* zeichnet sich durch ein starkes Aroma, ähnlich einer Mischung aus Polei-Minze (*Mentha pulegium*) und Lavendel aus, während *Calamintha sylvatica* wie eine Mischung aus Minze und Majoran aussieht. Beide werden traditionell für die Herstellung von Kräutertees verwendet.

Um die Machbarkeit der Kultur zu testen und ihre Zusammensetzungen zu analysieren, haben wir beide Arten in Bruson angebaut.

### Résultats / Resultate

Rendements sur deux récoltes à Bruson (2014 et 2015) montrant le pourcentage de feuilles [%], le poids sec [g] et la teneur en huile essentielle [%] (moyennes de 4 répétitions).

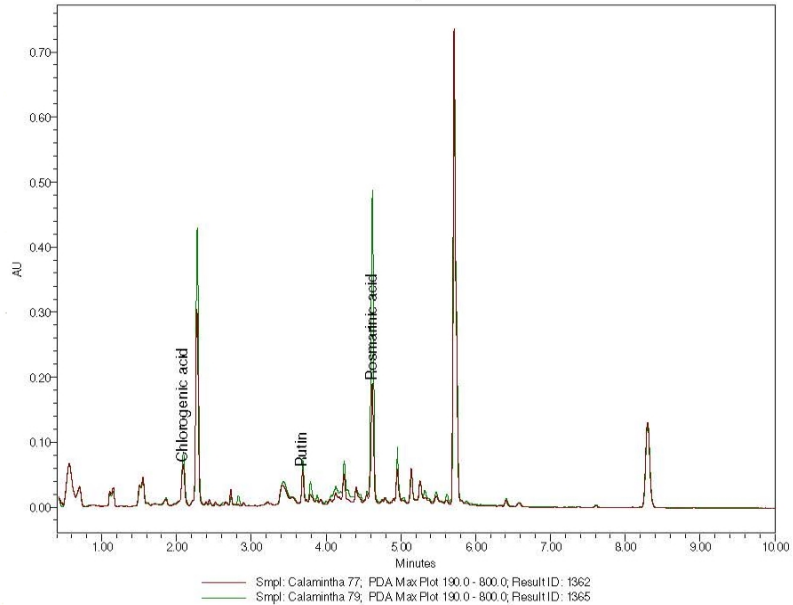
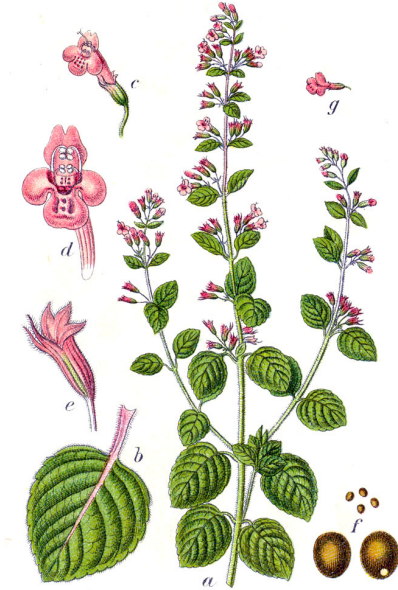
Ertrag von zwei Ernten in Bruson (2014 und 2015), der den Blattanteil [%], das Trockengewicht [g] und den Gehalt an ätherischem Öl [%] (Durchschnitt von 4 Wiederholungen) zeigt.

Espèce		% feuilles	PS [g]	% HE
<i>Calamintha nepeta</i>	Récolte 2014	73.80	50.40	1.00
	Récolte 2015	71.00	50.20	1.08
	<b>Moyenne</b>	<b>72.40</b>	<b>50.30</b>	<b>1.04</b>
<i>Calamintha sylvatica</i>	Récolte 2014	61.00	50.10	1.33
	Récolte 2015	78.80	50.60	1.14
	<b>Moyenne</b>	<b>69.90</b>	<b>50.35</b>	<b>1.24</b>

Composition de l'huile essentielle (2 répétitions), avec mesure de l'acide chlorogénique, de la rutine et de l'acide rosmarinique avec comparaison à des standards.

Zusammensetzung des ätherisches Öls (2 Wiederholungen), mit der Messung von Chlorogensäure, Rutin und Rosmarinsäure im Vergleich zu Standards.

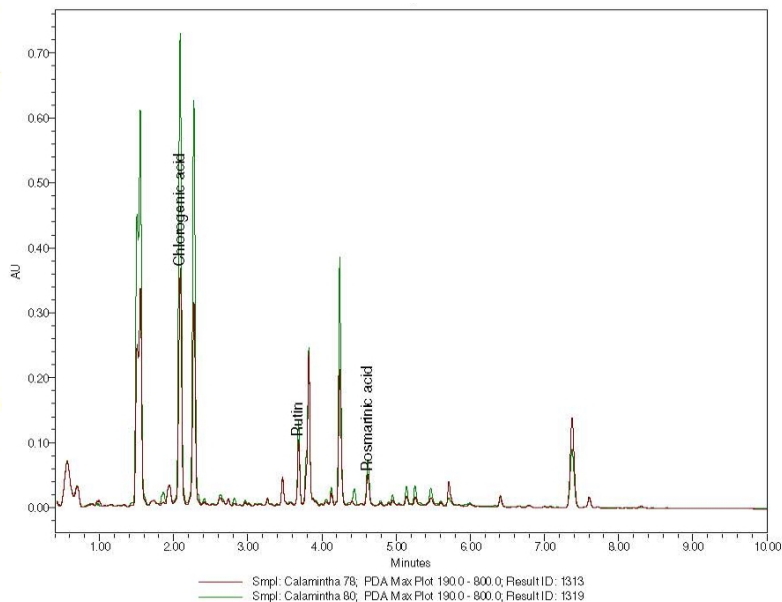
**Calamintha nepeta**



La teneur en acide chlorogénique est faible. Le pic important à sa droite correspond probablement à un autre acide cafféoylé quinique qui n'était pas dans les standards. La rutine est très faible, tandis que la teneur en acide rosmarinique est comparativement très élevée. Le pic important à la droite de l'acide rosmarinique pourrait correspondre à un flavonoïde.

*Der Chlorogensäure-Gehalt ist niedrig. Die hohe Spitze rechts daneben entspricht wahrscheinlich einer anderen Caffeoyle Quinic Säure, die nicht im Standard war. Der Gehalt an Rutin ist sehr niedrig, während derjenige an Rosmarinsäure vergleichsweise sehr hoch ist. Die hohe Spitze rechts von der Rosmarinsäure könnte einem entsprechen.*

**Calamintha sylvatica**



La teneur en acide chlorogénique est très haute. Les pics importants à sa gauche et sa droite sont probablement des autres acides cafféoylés quinqués qui n'étaient pas dans les standards. La rutine est très faible, et la teneur en acide rosmarinique est encore plus faible. Les deux pics importants entre la

rutine et l'acide rosmarinique sont certainement des flavonoïdes.

*Der Chlorogensäuregehalt ist sehr hoch. Die großen Spitzen auf der linken und der rechten Seite sind wahrscheinlich andere Caffeoyle Quinic Säuren, die nicht in den Standards waren. Rutin ist sehr gering,*

*und der Rosmarinsäure-Gehalt sogar noch niedriger. Die beiden großen Spitzen zwischen Rutin und Rosmarinsäure sind sicherlich Flavonoide.*

### **Discussion**

Le pourcentage de feuilles est faiblement supérieur chez le Calament népéta, et le rendement est le même chez les deux espèces, tandis que la teneur en huile essentielle est légèrement supérieur chez le Calament commun.

*Calamintha sylvatica* est nettement plus riche en acide chlorogénique et moins riche en acide rosmarinique que *Calamintha nepeta*, tandis que la teneur en rutine est plus ou moins identique.

### **Diskussion**

*Der Blattanteil ist in der Kleinblütigen Bergminze leicht höher, und der Ertrag ist der Gleiche bei beiden Spezies, während der Gehalt an ätherischem Öl bei der Bergminze leicht höher liegt. Calamintha sylvatica ist wesentlich reicher an Chlorogensäure und weniger reich an Rosmarinsäure als Calamintha nepeta, während der Rutin-Gehalt mehr oder weniger identisch ist.*

## 6 Maladies et ravageurs / Krankheiten und Schädlinge

### Maladies / Krankheiten

#### Diagnose der Krankheiten

**Basilikum (2 x):** *Peronospora belbahrii*

**Echte Schlüsselblume (2 x):** *Pythium* sp. (1 x), *Phoma* sp. (1 x)

**Enzian:** *Chalara elegans*

**Gewöhnlicher Andorn:** Insektenbefall, Spinnmilben (kein Pilz)

**Safran :** *Fusarium oxysporum*, *Stromatinia gladioli*

**Salbei :** *Phytophthora cryptogea*

**Ysop :** Insektenbefall (kein Pilz)

#### Sauge / Salbei: *Peronospora belbahrii*

(falscher Mehltau)

### Ravageurs / Schädlinge

<b>ESSAI– HANNETON / MAIKÄFER</b>	
<b>BUT / ZIEL</b>	Test préliminaire en boîtes de Pétri de l'efficacité insecticide bio pour gazons sur des jeunes larves d'hannetons / <i>Vor-Versuch in Petrischalen, um die Effizienz von Bio-Insektizid für Rasen auf die jungen Maikäfer-Larven zu untersuchen</i>
<b>LOCALISATION / ORT</b>	Conthey
<b>Procédés pour l'essai 2015 Versuchsplan 2015</b>	
<b>DISPOSITIF EXPERIMENTAL VERSUCHS-DISPOSITIV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 boîtes de Pétri par procédé/4 <i>Petrischalen pro Verfahren</i></li> </ul>
<b>PRODUITS TESTES GETESTETE PRODUKTE</b>	Rapasan (Steffen AG) – extraits de plantes / <i>Pflanzenextrakte</i> Rapasan Forte (Steffen AG)–extraits de plantes/Pflanzenextrakte Ecofort 2014 (Steffen AG) – glucosinolate- capsaiiscine Ecofort 2015 (Steffen AG) – glucosinolate- capsaiiscine Ecofort Granulé (Steffen AG) – glucosinolate- capsaiiscine Litostop (FERTINATURE) – lithothamme, extraits de plantes
<b>PARAMETRES ANALYSES ANALYSIERTE PARAMETER</b>	Mortalité / <i>Sterberate</i> Rapidité d'action/ <i>Wirkgeschwindigkeit</i>

**Résultats / Resultate**

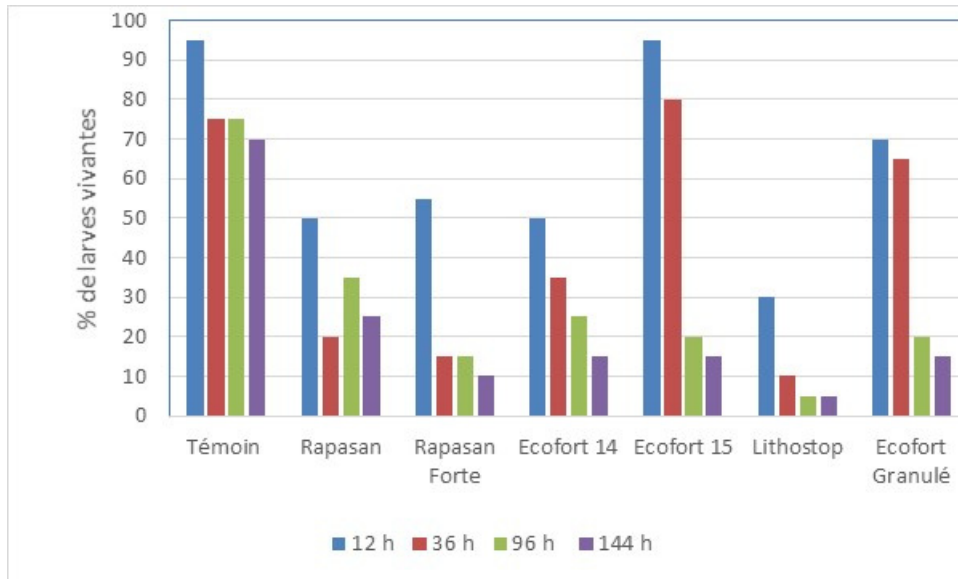


Collectes des larves à La Garde (moyenne : 4 captures par coup de pelle)/ Larves L1/L2 d'hannetons utilisées pour les tests/ *Sammeln der Larven in La Garde (Durchschnittlich 4 Larven pro Spatenstich). / für die Tests verwendete Maikäferlarven L1/L2*

**Test 1**

4 boîtes de Pétri /procédés avec 5 larves de hannetons. Substrat Brill 3  
*4 Petrischalen pro Verfahren mit 5 Maikäferlarven. Substrat Brill 3*

Procédés/Vefahren	dose/Dosis	eau/Wasser
Témoin		10 ml eau
Rapasan	10 µL/boite	10 ml eau
Rapasan Forte	10 µL/boite	10 ml eau
Ecofort 14	10 µL/boite	10 ml eau
Ecofort 15	10 µL/boite	10 ml eau
Lithostop	50g/boite	10 ml eau
Ecofort Granulé	50g/boite	10 ml eau

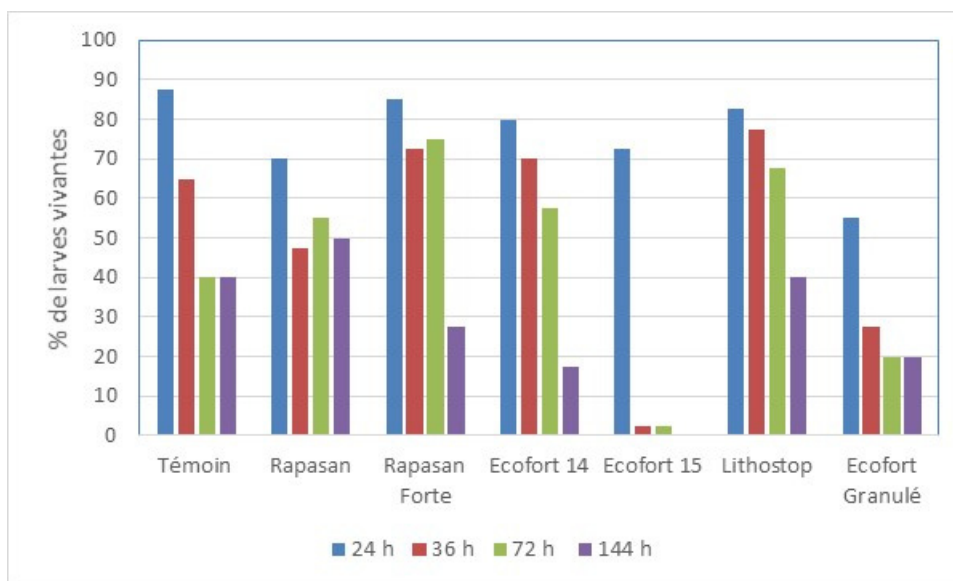


**Test 2**

4 boîtes de Pétri /procédés avec 5 larves de hannetons. Substrat Brill 3

4 Petrischalen pro Verfahren mit 5 Maikäferlarven. Substrat Brill 3

Procédés/Verfahren	dose/Dosis	eau/Wasser	nourriture/Nahrung
Témoin		10 ml eau	5 morceaux de racines de dent-de-lion
Rapasan	2.5 µL/ boîte	10 ml eau	5 morceaux de racines de dent-de-lion
Rapasan Forte	2.5 µL/ boîte	10 ml eau	5 morceaux de racines de dent-de-lion
Ecofort 14	2.5 µL/ boîte	10 ml eau	5 morceaux de racines de dent-de-lion
Ecofort 15	2.5 µL/ boîte	10 ml eau	5 morceaux de racines de dent-de-lion
Litostop	12.5g/boite	10 ml eau	5 morceaux de racines de dent-de-lion
Ecofort Granulé	12.5g/boite	10 ml eau	5 morceaux de racines de dent-de-lion



**Discussion**

- En condition de laboratoire, lors du 1<sup>e</sup> test tous les traitements ont montré une bonne efficacité.
- Lors du 2<sup>e</sup> test, avec un dosage réduit, l'efficacité des traitements a été moindre pour le Rapasan et le Litostop. En revanche, les produits Ecofort ont toujours montré une efficacité intéressante.
- Lors du 2<sup>e</sup> test, la mortalité dans le témoin non traité a également été importante, sans raison apparente.
- La difficulté pour les essais plein champs sera d'atteindre les larves, notamment avec les produits granulés.

Continuer en 2016 avec des essais

### **Diskussion**

- *Unter Laborbedingungen haben die Behandlungen von Test 1 eine gute Wirkung gezeigt.*
- *Beim 2. Test, mit einer verminderten Dosis, war die Wirkung mit Rapasan und Litostop weniger gut. Die Produkte Ecofort haben dahingegen immer noch eine interessante Effizienz gezeigt.*
- *Beim 2. Test lag die Sterberate bei der un-behandelten Vergleichsvariante ebenfalls hoch, dies ohne offensichtlichen Grund.*
- *Die Schwierigkeit bei Versuchen im Freiland liegt bei der Erreichbarkeit der Larven, insbesondere mit Granulat-Produkten.*

*Fortsetzung der Versuche im Jahr 2016*



<b>ESSAI FORUM No 02 – LONGITARSUS SP.</b>	
<b>LOCALISATION / ORT</b>	Bruson, Ayent
<b>CULTURE / KULTUREN</b>	Bruson : Menthe / Minze Ayent : Menthe / Minze
<b>Procédés pour l'essai 2015 Versuchsplan 2015</b>	
<b>DISPOSITIF EXPERIMENTAL VERSUCHS-DISPOSITIV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 piège par culture à changer tous les 7-15 jours / <i>1 Falle pro Kultur, Auswechslung alle 7-15 Tage</i></li> </ul>
<b>MATERIEL / MATERIAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PIÈGES JAUNES / BLANCS/ROUGES + SUPPORT</b></li> <li>• <b>DVAC</b></li> </ul>
<b>PARAMETRES ANALYSES ANALYSIERTE PARAMETER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Détermination / <i>Bestimmung</i></li> <li>• Période de vol / <i>Flugperiode</i></li> <li>• Lutte par piégeage / <i>Bekämpfung mittels Fallen</i></li> <li>• Lutte par traitement insecticide / <i>Bekämpfung durch Insektizid-Behandlung</i></li> </ul>
<b>METHODOLOGIE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Détermination à l'aide de pièges / <i>Bestimmung mit Hilfe von Fallen</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Poser les pièges en début de culture / <i>Fallenaufstellung bei Kulturbeginn</i></li> <li>○ Changer les pièges tous les 15 jours / <i>Fallenauswechslung alle 15Tage</i></li> <li>○ Les envoyer dans du papier transparent par poste pour détermination à Conthey / <i>Versand der Fallen in Klarsichtfolie per Post nach Conthey zwecks Bestimmung</i></li> </ul> </li> <li>• Détermination à l'aide du DVac / <i>Bestimmung mittels DVac</i></li> </ul>
<b>VARIANTES BRUSON</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 série Bianco</li> <li>• 1 série Giallo</li> <li>• 1 série Rosso</li> <li>• 1 série IVOG Rot <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Changer tous les 15 jours / <i>Wechsel alle 15 Tage</i></li> <li>○ De mai à octobre / <i>Mai bis Oktober</i></li> <li>○ 24 semaines = 12 pièges de chaque couleur / <i>24Wo=12Fallen/Farbe</i></li> </ul> </li> <li>• 4 piquets / 4 Pfähle</li> </ul>
<b>VARIANTES AYENT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 série Bianco</li> <li>• 4 série Giallo <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Changer tous les 7 jours / <i>Wechsel alle 7 Tage</i></li> <li>○ De mai à octobre / <i>von Mai bis Oktober</i></li> <li>○ 24 semaines = 4x24 pièges Bianco/Giallo / <i>24Wo=4x24Fallen Bianco/Giallo</i></li> </ul> </li> <li>• 8 piquets / 8 Pfähle</li> <li>• DVac toutes les semaines (David / ClaudeAlain) / <i>DVac alle acht Wochen</i></li> </ul>



**Résultats**

**A. DYNAMIQUE SAISONNIERE :**

Les captures au DVac a Ayent montrent une grande diversité selon les parcelles : les parcelles de thym et de menthe (carrosserie) montrent un 1<sup>er</sup> pic de vol au début du mois de mai tandis que l'autre parcelle de menthe montre clairement un autre pic de vol en été. Nos essais préliminaires en 2014 avaient mis en évidence la présence de 2 ravageurs différents : *Longitarsus lycopi* et *Longitarsus ferrugineus* qui n'ont pas les mêmes écologies et pics de vol. Les individus capturés vont être envoyés pour détermination au musée d'histoire naturelle de Bâle.

La figure 2 montre qu'à Bruson, le pic de vol se situe également en été. Il manque le pic du printemps

**Resultate**

**A.SAISONALE DYNAMIK**

Die Fänge mittels DVac in Ayent zeigen grosse Unterschiede bei den verschiedenen Parzellen: die Thymian- und Minzeparzellen (Karosserie) zeigen Anfangs Mai eine erste Spitze, während die andere Minzeparzelle deutlich eine andere Spitze im Sommer aufweist. Anlässlich unserer Vorversuche von 2014, konnten deutlich 2 verschiedene Schädlinge nachgewiesen werden: *Longitarsus lycopi* und *Longitarsus ferrugineus* welche nicht dieselben Ökologien und Flugspitzen aufweisen. Die gefangenen Individuen werden zur Bestimmung ans Naturhistorische Museum in Basel gesandt. Abb. 2 zeigt, dass sich die Flugspitze in Bruson ebenfalls Mitte Sommer befindet. Die Spitze im Frühling fehlt.

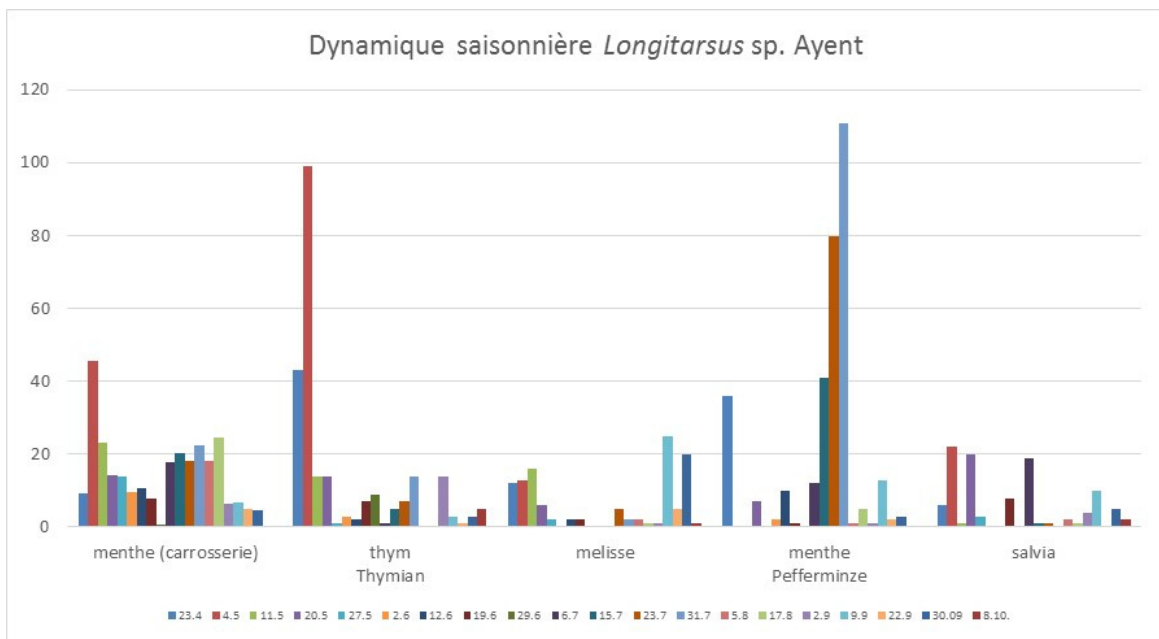


Fig.1 : Dynamique saisonnière en fonction des parcelles entre avril et octobre 2015 à Ayent  
 Abb. 1 : saisonale Dynamik in Abhängigkeit der Parzellen zwischen April und Oktober in Ayent

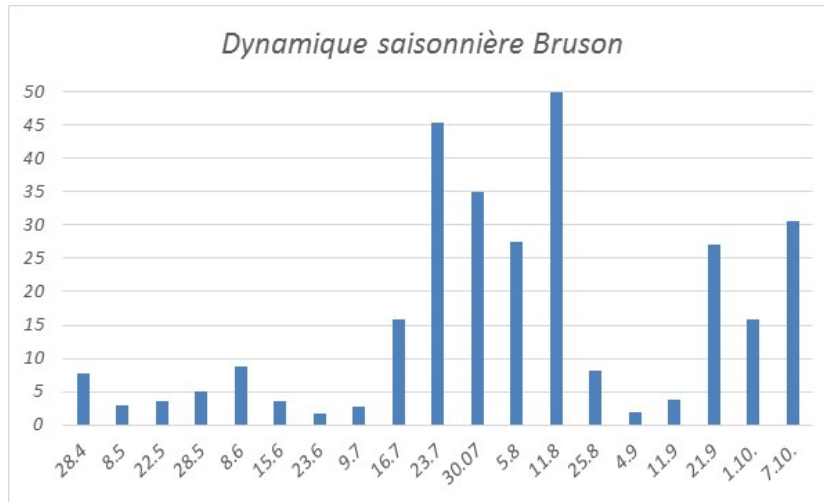


Fig.2 : Dynamique entre avril et octobre 2015 à Bruson / Abb. 2 Dynamik zwischen April und Oktober in Bruson

**B. PIEGES**

Les résultats de Ayent montrent que le piège jaune n'est pas adéquat ni pour la détection précoce du ravageur, ni pour les captures de masse. Le piège blanc, même divisé par 2 pour être à surface égale, est plus performant (Figure 3)

**B. FALLEN**

Die Resultate von Ayent zeigen, dass die gelbe Falle weder für eine frühe Schädlingsbestimmung noch für Massenfänge geeignet ist. Die weisse Falle ist, selbst halbiert, um derselben Fläche zu entsprechen, viel effizienter (Abb.3)

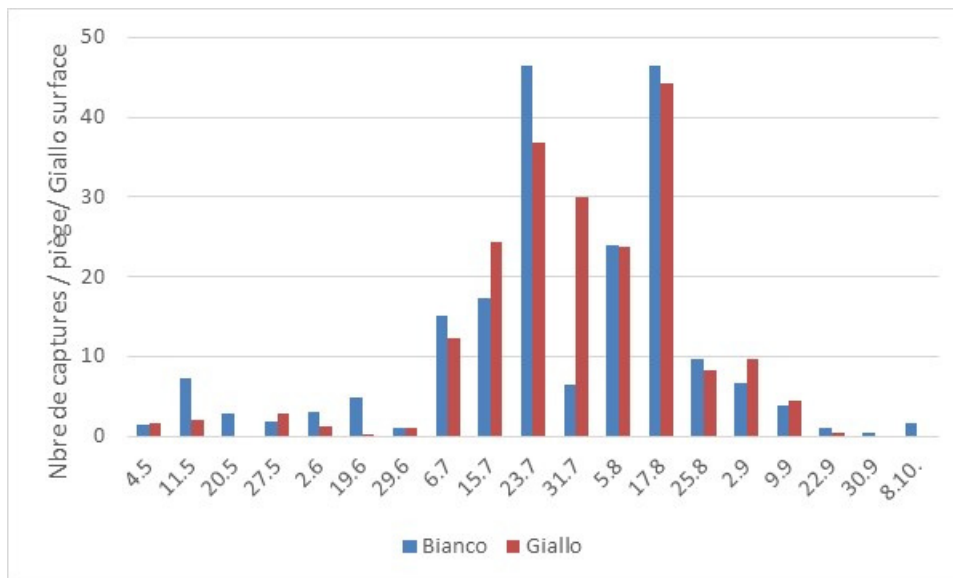


Fig.3 : Comparaison des pièges Giallo et Bianco (Divisé par 2) à surface égale entre mai et octobre 2015 à Ayent

Abb.3 : Vergleich der Fallen Giallo und Bianco (halbiert) bei gleichgrosser Fläche zw. Mai und Okt. 2015 in Ayent

Les résultats de Bruson mettent en évidence l'excellente attractivité des pièges de couleur rouge, particulièrement en deuxième partie de saison (Fig.4). Mais il est à noter que les 1ères captures en début de saison se font sur le piège Bianco (Figure 5)

Durch die Resultate von Bruson konnte die ausgezeichnete Effizienz der Fallen mit roter Farbe nachgewiesen werden (Abb. 4). Es muss jedoch bemerkt werden, dass die ersten Fälle der Saison mit der Falle Bianco zu verzeichnen sind (Abb.5)

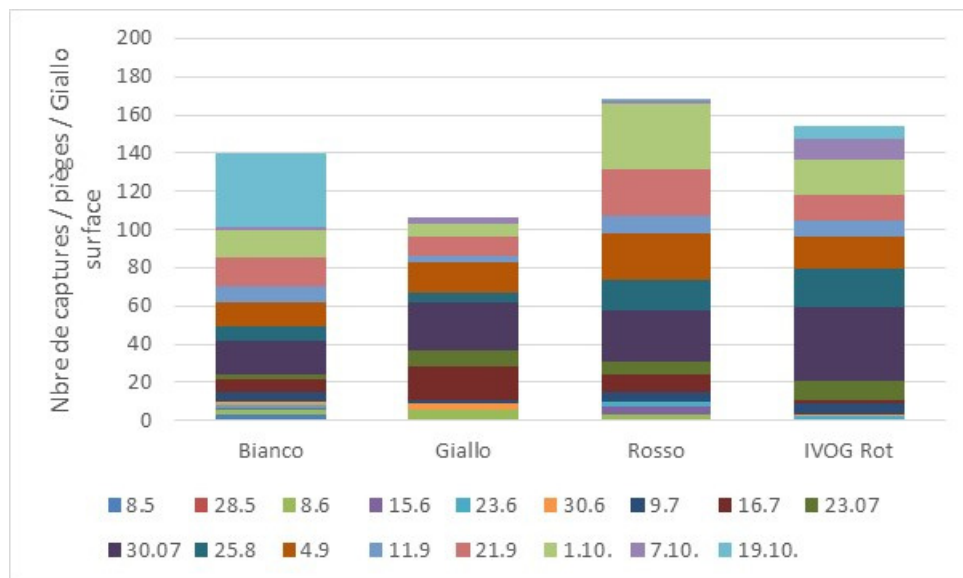


Fig.4 : Comparaison de pièges Giallo, Bianco , Rosso (divisés par 2) et IVOG Rot (divisé par 3) à surface égale entre mai et octobre 2015 à Bruson / Abb. 4 : Vergleich der Fallen Giallo, Bianco, Rosso (halbiert) und IVOG (halbiert) bei gleichgrosser Fläche zwischen Mai und Oktober 2015 in Bruson

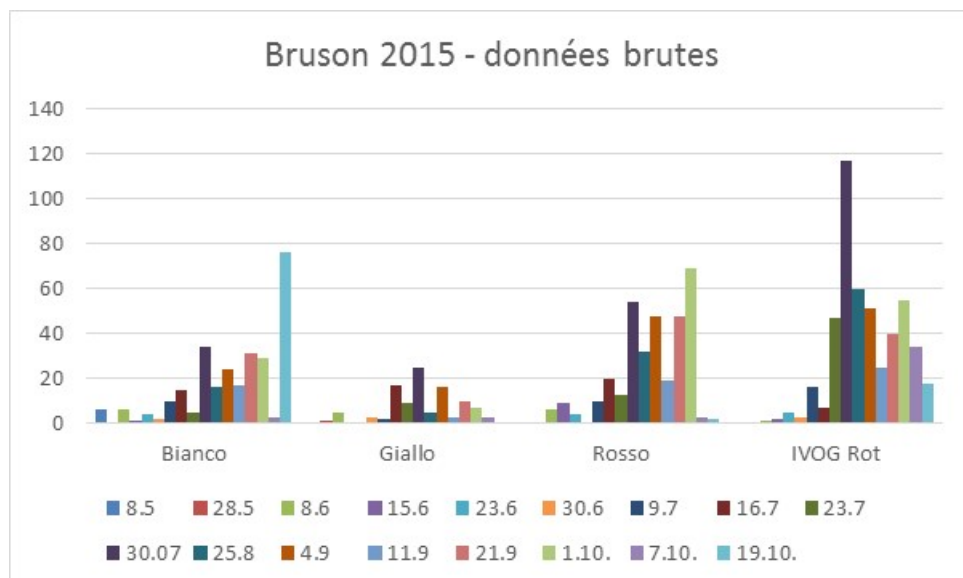


Fig.5: Captures réelles de Longitarsus à Bruson en fonction des dates/eff. Fänge von Longitarsus in Bruson nach Dat.

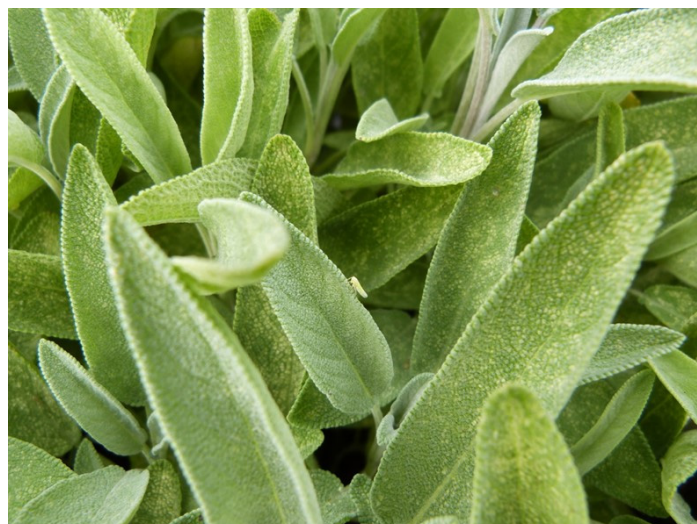
**CONCLUSIONS :**

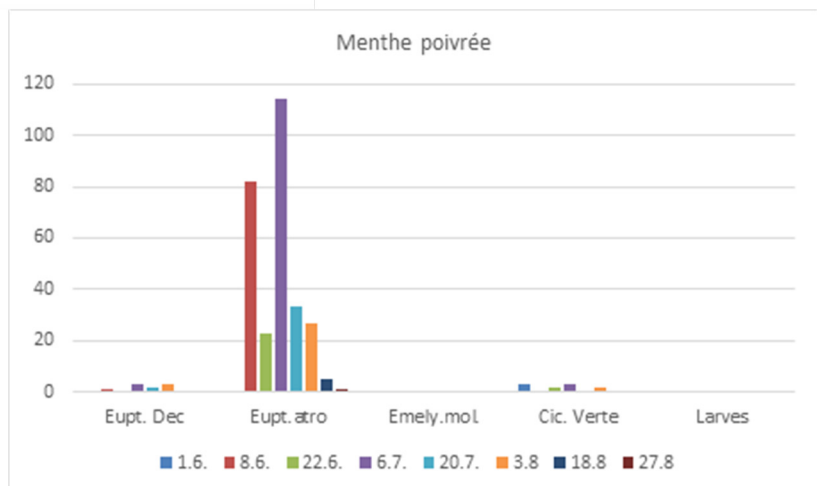
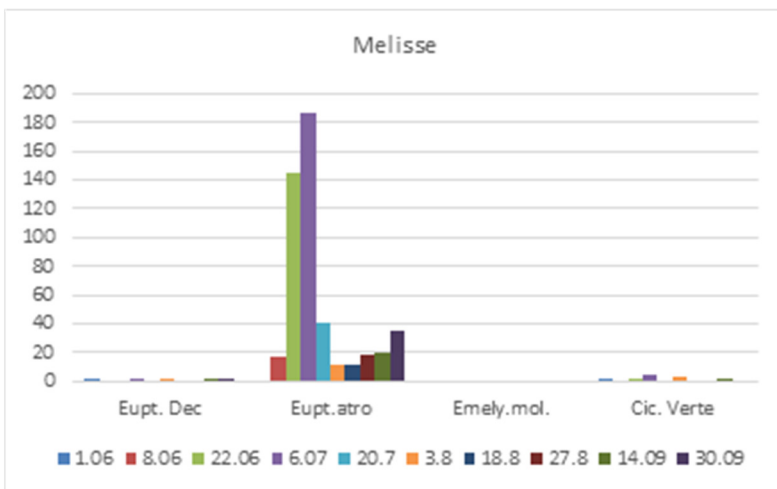
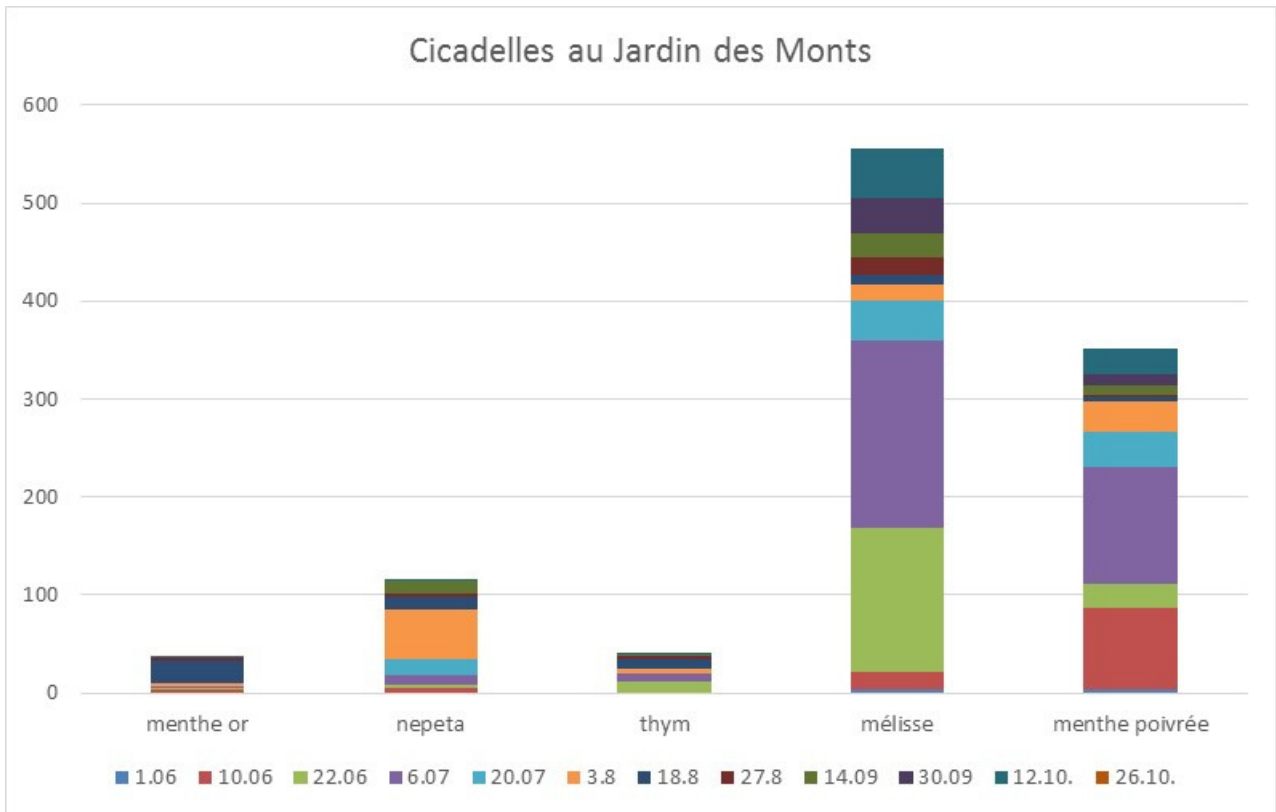
- Pour la détection précoce du ravageur, la pose de piège Bianco est une bonne solution
- Pour capturer le maximum de Longitarsus, la pose de pièges IVOG ROT, qui sont de grande taille, est conseillée
- La détermination des insectes va être effectuée par un spécialiste
- Un travail de master de Lullier sera mis en place en 2016 pour pouvoir proposer une stratégie de lutte compatible avec la production biologique

**SCHLUSSFOLGERUNGEN:**

- Zur frühzeitigen Erkennung des Schädling, ist die Aufstellung der Falle Bianco eine gute Lösung.
- Um möglichst viele Longitarsus zu fangen, wird das Aufstellen von Fallen IVOG ROT, die gross sind empfohlen.
- Die Bestimmung der Insekten wird durch einen Spezialisten durchgeführt werden.
- In Lullier wird 2016 eine Master Arbeit durchgeführt werden, um eine mit dem biologischen Anbau verträgliche Bekämpfungsstrategie vorschlagen zu können.

<b>ESSAI FORUM NO 17 – CICADELLE - ZIKADEN</b>	
<b>LOCALISATION / ORT</b>	Bruson, Rossiniere
<b>CULTURE / KULTUREN</b>	Nepeta : 60m <sup>2</sup> / <i>Katzenminze</i> Menthe poivrée : 30 m <sup>2</sup> / <i>Pfefferminze</i> Menthe orangée : 30 m <sup>2</sup> / <i>Orangenminze</i> Thym citronné : 96 m <sup>2</sup> / <i>Zitronenthymian</i> Mélisse : 74 m <sup>2</sup> / <i>Melisse</i>
<b>Procédés pour l'essai 2015 Versuchsplan 2015</b>	
<b>DISPOSITIF EXPERIMENTAL VERSUCHS-DISPOSITIV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 piège par culture à changer tous les 15 jours / <i>eine Falle pro Kultur, alle 15 Tage auswechseln</i></li> </ul>
<b>MATERIEL / MATERIAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PIÈGES JAUNES / GELBE FALLEN + SUPPORT</b></li> <li>• <b>CIBOULETTES EN POTS / SCHNITTLAUCH IN TÖPFEN</b></li> </ul>
<b>PARAMETRES ANALYSES ANALYSIERTE PARAMETER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Détermination / <i>Bestimmung</i></li> <li>• Période de vol / <i>Flugperiode</i></li> <li>• Efficacité de plantes répulsives / <i>Effizienz der Wirkung repulsiver Pflanzen</i></li> </ul>
<b>METHODOLOGIE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Détermination à l'aide de pièges/<i>Bestimmung mittels Fallen</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Poser les pièges en début de culture/ <i>Fallenaufstellung bei Kulturbeginn</i></li> <li>○ Changer les pièges tous les 15 jours/ <i>Fallenwechsel alle Tage</i></li> <li>○ Les envoyer dans du papier transparent par poste pour détermination à Conthey / <i>Versand der Fallen in Klarsichtfolie per Post nach Conthey zwecks Bestimmung</i></li> </ul> </li> <li>• Tester l'effet répulsif des ciboulettes/ <i>die repulsive Wirkung von Schnittlauch testen</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mettre des ciboulettes sur une partie de 3 parcelles à choix (plan à définir) / <i>auf einem Teil der 3 Parzellen Schnittlauch stellen</i> (Plan muss noch definiert werden)</li> <li>○ Faire 3 estimations dans le temps des dégats sur plantes avec et sans ciboulette (le piège peut être dans la partie sans ciboulette) / <i>über die Zeit 3 Schadenseinschätzungen für die Pflanzen mit und ohne Schnittlauch durchführen</i> (die Falle kann im Teil ohne Schnittlauch aufgestellt sein)</li> </ul> </li> </ul>





La dynamique saisonnière est différente selon les parcelles (plus tôt dans la menthe que la mélisse) mais avec une constante : l'espèce dominante est *Eupteryx atropunctata*

*Die saisonale Dynamik ist je nach Parzelle unterschiedlich (in der Minze früher als in der Melisse), eine gewisse Konstante zeigt sich aber: Eupteryx atropunctata ist die am häufigsten vorkommende Art.*



[http://www.britishbugs.org.uk/homoptera/Cicadellidae/Eupteryx\\_atropunctata.html](http://www.britishbugs.org.uk/homoptera/Cicadellidae/Eupteryx_atropunctata.html)

# Annexes

## Publications / Publikationen

- Carron C.-A., Kindlovits S., Baroffio C., Carlen C. (2015). Densité de semis et date de récolte : effet sur le rendement et la qualité de *Pimpinella peregrina* L. Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture 47(5):280–288.
- Michel V., Wohler C., Käser T. (2015). Un nouveau pathogène des crucifères. Der Gemüsebau/Le Maraîcher 2:19
- Vouillamoz J. F., Carlen C., Tagliatalata-Scafati O., Pollastro F., Appendino G. (2015). The génépi *Artemisia* species. Ethnopharmacology, cultivation, phytochemistry, and bioactivity. Fitoterapia 106:231–241
- Vouillamoz J., Wolfram-Schilling E., Carron C.-A., Baroffio C. (2015). Agronomical and Phytochemical Evaluation of *Stevia rebaudiana* Genotypes. Stevia Symposium Bonn 2015, Buchkapitel 4, Tagungsband

## Posters / Poster

- Baroffio C. Etude des Longitarsus sp. en cultures de PMA. Journée d'information des plantes médicinales et aromatiques, Ayent, 21.08.2015. Agroscope.
- Baroffio C. Studie über Longitarsus in MAP. Journée d'information des plantes médicinales et aromatiques, Ayent, 21.08.2015. Agroscope.
- Baroffio C. *Pimpinella peregrina* L.: Influence de la densité de semis et de la date de récolte sur le rendement et la qualité. Journée d'information des plantes médicinales et aromatiques, Ayent, 21.08.2015. Agroscope.
- Baroffio C. *Pimpinella peregrina* L.: Einfluss der Saatdichte und des Erntezeitpunktes auf Ertrag und Qualität. Journée d'information des plantes médicinales et aromatiques, Ayent, 21.08.2015. Agroscope.
- Vouillamoz J. Domestication et sélection des plantes médicinales et aromatiques Journée d'information des plantes médicinales et aromatiques, Ayent, 21.08.2015. Agroscope.
- Vouillamoz J. Domestikation und Züchtung von Arznei- und Aromapflanzen. Journée d'information des plantes médicinales et aromatiques, Ayent, 21.08.2015. Agroscope.
- Baroffio C. – Plantes aromatiques et médicinales 1982-2015 historique - Les Sens du Valais, journée à Bruson à l'occasion du Bicentenaire le 27 juin 2015
- Carron C.-A. – La sélection variétale/die Sortenauswahl - Les Sens du Valais, journée à Bruson à l'occasion du Bicentenaire le 27 juin 2015
- Carron C.-A. – Le marché suisse/Schweizer Kräutermarkt - Les Sens du Valais, journée à Bruson à l'occasion du Bicentenaire le 27 juin 2015.
- Carron C.-A. – Les organisations professionnelles/die Produzentenorganisationene - Les Sens du Valais, journée à Bruson à l'occasion du Bicentenaire le 27 juin 2015
- Carron C.-A. – Techniques culturales/Anbautechniken - Les Sens du Valais, journée à Bruson à l'occasion du Bicentenaire le 27 juin 2015
- Vouillamoz J.- Domestication et sélection des plantes médicinales et aromatiques. Les Sens du Valais, journée à Bruson à l'occasion du Bicentenaire le 27 juin 2015.
- Carlen C. Secondary plant metabolites in medicinal and aromatic plants and berries. Lausanne EPFL, IFNC Event
- Carron C.-A. Effect of sowing density and harvesting time on the root production and essential oil content of *Pimpinella peregrina* L. Lublin - Laimburg Forschung Institut, 46th International Symposium on Essential Oils.



# Densité de semis et date de récolte: effet sur le rendement et la qualité de *Pimpinella peregrina* L.

Claude-Alain CARRON<sup>1</sup>, Sará KINDLOVITS<sup>2</sup>, Catherine BAROFFIO<sup>1</sup> et Christoph CARLEN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agroscope IPV, 1964 Conthey

<sup>2</sup>Faculty of Horticultural Science, Corvinus University of Budapest

Renseignements: claude-alain.carron@agroscope.admin.ch, tél. +41 27 345 35 11, www.agroscope.ch



Figure 1 | Vue générale de l'essai de densité de semis de *Pimpinella peregrina* à Conthey (VS); première date de récolte.

## Introduction

Le boucage voyageur (*Pimpinella peregrina* L.) est une plante médicinale bisannuelle appartenant à la famille des *Apiaceae*. Originaires d'Europe du Sud, d'Asie mineure et d'Égypte, cette espèce xérophile est utilisée pour ses racines. Elle est communément appelée pimprenelle par les producteurs francophones, ce qui prête malheureusement à confusion avec la vraie pimprenelle (*Sanguisorba minor* et *S. officinalis*), et Bibernelle

par les alémaniques. Parmi les trois espèces du genre *Pimpinella* (*P. saxifraga*, *P. major* et *P. peregrina*) acceptées par la Pharmacopée allemande (DAB 6) pour la production de racines (*Pimpinellae radix*), *P. peregrina* est la plus cultivée dans le sud de l'Allemagne et en Suisse (Wichtl et Anton 2003).

Le boucage voyageur affectionne les sols légers, profonds et drainants. En Suisse, il est rare à l'état spontané, contrairement à ses deux cousines botaniques, *P. saxifraga* et *P. major*, fréquentes dans tout

le pays. L'espèce n'est signalée que dans les cantons d'Argovie, Bâle et Zurich (Lauber et Wagner 2000). Cependant, son caractère rudéral fait considérer le boucage voyageur comme une nouvelle adventice (ALIEN) dans le nord de l'Europe, notamment en Allemagne (Gerstberger 1985), en Belgique (Verloove 2001), aux Pays-Bas (Koelink *et al.* 2008) et en Suède (Svenson et Anderberg 1994).

L'espèce atteint une hauteur de 50–100 cm. Sa tige rameuse est glabre ou pubescente. Ses feuilles basales sont indivises et cordées, les caulinaires pennatiséquées et dentées. Les ombelles blanches à nombreux rayons grêles, sans involucre ni involucelle, portent des fleurs blanches (Lauber et Wagner 2000).

La racine est utilisée pour ses propriétés antispasmodiques, stomachiques, diurétiques et émoullientes. La médecine traditionnelle la prescrit principalement dans les cas de toux, de bronchites, d'angines et d'affections des voies respiratoires. En Suisse, le boucage voyageur est cultivé essentiellement pour l'industrie agroalimentaire, en particulier pour la confection de bonbons aux herbes.

Les racines de *P. peregrina* contiennent une huile essentielle (0,2 à 0,4 %) et des coumarines (pimpinelline et isopimpinelline) avec un profil chimique très semblable à celles de *P. saxifraga* et de *P. major* (Kubeczka et Bohn 1985). Les racines renferment également des saponines, des flavonoïdes et des tannins.

En Suisse, le boucage voyageur est cultivé en annuelle, de l'étage collinéen à montagnard (500 à 1200 m). Le semis direct en plein champ s'effectue d'avril à début mai, à une densité préconisée de 1 et 1,2 kg/ha (Agridea 2010). La récolte a lieu généralement durant la première quinzaine d'octobre. Avec ce calendrier cultural, le rendement moyen en racines sèches atteint 150 à 250 g/m<sup>2</sup>. Une expérience menée à Conthey en 2013 a démontré qu'une plantation à haute densité (jusqu'à 40 plantes/m<sup>2</sup>), bien que très productive (<400 g/m<sup>2</sup>), était difficile à mettre en place techniquement et trop onéreuse pour être recommandée aux praticiens (Carron *et al.* 2014).

Les deux essais commentés ci-dessous ont été conduits à Bruson en 2004 et à Conthey en 2014. Ils avaient pour objectif de définir la densité optimale de semis, de comprendre la formation de la biomasse des racines et de fixer la fenêtre optimale de récolte en fonction du rendement, de la qualité et de la perte en eau des racines au séchage. En 2014, à Conthey, le rendement et la qualité de cinq densités de semis, de 6 à 30 g de semences/a, ont été évalués hebdomadairement durant huit semaines, du 2 septembre au 21 octobre (fig. 1).

**Résumé** Le boucage voyageur (*Pimpinella peregrina* L.) est une plante médicinale bisannuelle appartenant à la famille des *Apiaceae*, cultivée en Suisse pour ses racines. En 2014, un essai de densité de semis a été mis en place par Agroscope à Conthey (VS) pour suivre la formation de la biomasse en racines et définir la fenêtre optimale de récolte en fonction du rendement, de la qualité et de la perte en eau au séchage. Le rendement en racines a été influencé significativement par la densité de semis jusqu'à 12 g/a. Les densités plus élevées n'ont pas augmenté le rendement. La production en racines a crû régulièrement jusqu'à fin septembre puis s'est stabilisée, tandis que le poids moyen des racines et le diamètre des collets ont augmenté durant toute la saison. La teneur en huile essentielle, de 0,10 à 0,16 %, est demeurée faible et relativement stable, sans relation apparente avec la densité de semis. Cependant, cette teneur a fléchi après le 15 octobre. L'analyse de la teneur en matière sèche soluble (°Brix), également retenue comme critère de qualité, a montré que les plus grosses racines en contiennent davantage. La perte de poids au séchage (21 à 22 % de la matière sèche) est également demeurée constante durant toute l'expérimentation. Dans les conditions de l'étage collinéen suisse, les recommandations pratiques actuelles de semer à une densité supérieure à 12 g/a (faculté germinative >80 %) et de récolter la première quinzaine d'octobre restent d'actualité.

## Matériel et méthodes

Le premier essai réalisé en 2004 au domaine d'Agroscope à Bruson (VS, 1060 m d'altitude) était situé sur une parcelle en pente (≥ 10 %) exposée au nord-est, à sol morainique, caillouteux, légèrement acide (pH 6,5) et riche en matière organique (3,5 %). Le semis a été réalisé au semoir Precision Garden Seeder 1001B le 28 avril à une densité unique de 70 g/a, puis éclairci manuellement le 14 juin afin d'obtenir une quantité de racines simulant un semis de 3, 4, 6, 12 et 70 g de semences/a. Les vingt parcelles élémentaires disposées en quatre répétitions étaient constituées d'une plate-bande de quatre lignes espacées de 30 cm avec un chemin de 70 cm, chaque parcelle mesurant 3 m de longueur, soit une surface de 4,8 m<sup>2</sup>.

L'essai 2014 a été mené au domaine d'Agroscope à Conthey (VS, 480 m d'altitude) sur une parcelle à très faible déclivité (<2 %) exposée au sud, à sol alluvial, peu caillouteux, légèrement calcaire (pH 7-8) et moyennement riche en matière organique (1,5 à 2,0 %). Le semis a été effectué le 12 mai avec un semoir de précision à pousser Sembdner-HS. Les cinq densités testées étaient 6, 12, 18, 24 et 30 g de semences/a, soit, en fonction de la faculté germinative ( $\approx 80\%$ ), respectivement de 120 à 600 semences viables/m<sup>2</sup>. Les 20 parcelles élé-



**Figure 2** | Récolte des racines de *Pimpinella peregrina*. Après comptage, les racines étaient séparées du feuillage et les deux parties pesées et séchées séparément.

mentaires disposées en quatre répétitions se composaient d'une plate-bande de quatre lignes espacées de 25 cm avec un chemin de 75 cm, chaque parcelle mesurant 6 m de longueur, soit une surface de 9 m<sup>2</sup>. En raison d'un accident d'irrigation, les mesures n'ont été effectuées que sur trois répétitions. Huit récoltes ont été faites chaque semaine sur 0,75 m<sup>2</sup> avec une bêche à dents, entre le 2 septembre et le 21 octobre.

Dans les deux essais, une fumure organique azotée de 110 kg de N/ha a été appliquée à raison de 60 unités lors de la préparation du terrain et de 50 unités à la mi-juillet. Une irrigation bihebdomadaire par aspersion (15–20 mm par apport) a assuré la bonne germination et croissance de l'essai. La lutte contre les adventices a été faite à la main. La biomasse fraîche et sèche des racines et du feuillage (fig. 2), le nombre, la longueur et le diamètre des racines ont été mesurés. En outre, durant l'essai 2004, le temps de main-d'œuvre à la récolte a été chronométré. Juste après les récoltes, les racines ont été lavées (fig. 3), afin d'éliminer la terre, à grande eau au brise-jet, puis séchées avec de l'air pulsé à 35 °C durant quarante-huit heures dans un séchoir en inox.

La teneur en huile essentielle a été déterminée par hydrodistillation sur 70 g de racines séchées finement coupées en lamelles de 2 à 3 mm, ainsi que sur 50 g des feuilles séchées. La durée de distillation était de deux heures à un débit de 2 à 3 ml/h. Afin d'éviter la formation de mousse dans le ballon de distillation, 3 ml d'huile de paraffine ont été ajoutés au litre d'eau distillée.

La mesure du pourcentage de la matière sèche soluble (°Brix) a été réalisée à l'aide d'un refractomètre digital numérique ATAGO Pal-1 sur le jus des racines fraîches broyées par un broyeur à couteaux IKA-A11; les valeurs correspondent à la moyenne de six mesures.

Les analyses statistiques ont été faites avec XLSTAT 2014 (one way ANOVA et Tukey-test).



**Figure 3** | Racines de *Pimpinella peregrina* lavées avant le séchage. Effets de la densité de semis sur le nombre de racines récoltées lors de la semaine 39.

## Résultats et discussion

### Germination

La germination a été régulière dans les deux essais. Logiquement, le nombre des racines récoltées a été fortement influencé par la densité de semis. En revanche, le ratio de racines récoltées par rapport au nombre de semences viables n'a pas été influencé par la densité de semis. A Bruson, il était de 24,5 % lors de la récolte sur la variante non éclaircie. A Conthey, il était en moyenne légèrement plus important lors des premières récoltes (30,1 % la semaine 36), plus faible par la suite (25,3 % la semaine 42) et même inférieur à 20 % lors de la dernière récolte (tabl. 1). Cette diminution en cours de saison peut s'expliquer par la concurrence spatiale qui entraîne la disparition des racines les plus faibles, ainsi que par l'arrachage de racines durant la culture lors de la lutte contre les adventices.

### Dynamique du feuillage

L'évolution des parties aériennes du boucage voyageur en cours de saison a été mesurée à chaque collecte de racines. La biomasse en feuilles fraîches et sèches a diminué au fil de l'avancement de la saison. Cette perte est particulièrement flagrante à la dernière récolte

(tabl. 2). Le plus faible volume du feuillage a été mesuré avec la densité de semis de 6 g et le plus élevé avec celle de 12 g. Au-delà de cette densité, la surface foliaire ne varie plus significativement, ce qui indique que l'occupation de l'espace atteint un optimum. Le ratio de racines récoltées par rapport au poids de la biomasse totale (racine + feuillage) a crû au fil de la saison de 18,4 à 32,4 %, probablement en raison du ralentissement de la croissance des organes végétatifs aériens et de la formation de réserves dans les organes souterrains (fig. 4). Les densités de semis élevées ont aussi bénéficié à la part de racines dans la biomasse totale. Les différences notables de tendance de ce facteur observées lors des semaines 39 et 42 correspondent à des jours de récoltes pluvieux. Le feuillage était maculé de terre, qui l'a rendu proportionnellement plus lourd.

### Rendements en racines

A Bruson, la longueur, le diamètre, la forme et le poids des racines ont été nettement liés à la densité de plantes. La variante éclaircie à 3 g/a présentait les racines les plus grosses et les plus ramifiées (tabl. 3). La matière sèche a augmenté significativement à partir de la densité de 6 g/a par rapport à celle de 3 g/a. Les temps

**Tableau 1 | Taux des racines récoltées de *Pimpinella peregrina* par rapport au nombre de semences viables semées (faculté germinative 80 %) à cinq densités différentes. Moyenne de trois répétitions, Conthey 2014**

Densité de semis (g/are)	Semaine 36 02.09.2014 (%)	Semaine 37 09.09.2014 (%)	Semaine 38 16.09.2014 (%)	Semaine 39 23.09.2014 (%)	Semaine 40 30.09.2014 (%)	Semaine 41 07.10.2014 (%)	Semaine 42 14.10.2014 (%)	Semaine 43 21.10.2014 (%)
6 g	26,9	28,6	24,4	26,1	26,4	31,9	23,3	17,8
12 g	38,6	35,1	23,3	29,4	27,2	22,6	26,4	25,6
18 g	27,0	31,6	19,0	23,3	21,4	23,3	22,8	17,3
24 g	28,2	29,3	25,6	30,2	31,7	19,7	28,4	18,6
30 g	30,0	31,1	20,6	22,9	25,8	26,8	25,7	18,8
Moyenne	30,1	31,1	22,6	26,4	26,5	24,9	25,3	19,6

Les différences ne sont pas significatives ( $P > 0,05$  test de Tukey).

**Tableau 2 | Biomasse des parties aériennes sèches avec cinq densités de semis de *Pimpinella peregrina*. Moyenne de trois répétitions, Conthey 2014**

Densité de semis (g/are)	Semaine 36 02.09.2014 (g/m <sup>2</sup> )	Semaine 37 09.09.2014 (g/m <sup>2</sup> )	Semaine 38 16.09.2014 (g/m <sup>2</sup> )	Semaine 39 23.09.2014 (g/m <sup>2</sup> )	Semaine 40 30.09.2014 (g/m <sup>2</sup> )	Semaine 41 07.10.2014 (g/m <sup>2</sup> )	Semaine 42 14.10.2014 (g/m <sup>2</sup> )	Semaine 43 21.10.2014 (g/m <sup>2</sup> )
6 g	434	472	476	500	372	578	490	312
12 g	715	607	624	728	542	455	798	392
18 g	597	760	600	636	553	534	709	369
24 g	592	594	584	676	564	485	637	324
30 g	651	646	475	533	523	534	656	360

Les différences ne sont pas significatives ( $P > 0,05$  test de Tukey).

de travail et de lavage des racines étaient aussi fortement corrélés au nombre de racines collectées (tabl. 4).

A Conthey, en moyenne, la production en racines a augmenté au fil des semaines, puis s'est stabilisée à mi-septembre après le quatrième prélèvement (tabl. 5). La légère diminution de rendement observée à la dernière récolte est attribuée au faible nombre de racines récoltées à cette date. Même si les différences de rendement en racines n'ont été significatives que pour la 4<sup>e</sup> et la 8<sup>e</sup> récolte (tabl. 5), des tendances assez claires se profilent: comme pour le feuillage, la densité de semis la plus basse, de 6 g/a, a fourni les rendements les plus faibles en racines, tandis que la meilleure production en moyenne a été obtenue avec la densité de 30 g/a. Celle-ci permet d'atteindre un rendement moyen su-

périeur à 200 g/m<sup>2</sup> dès la mi-septembre. Le pourcentage de racines sèches après séchage est demeuré stable en cours de saison (20,7 à 25,7 % de MS) (tabl. 6).

Les caractéristiques morphologiques des racines ont été analysées. Le nombre de racines récoltées a augmenté logiquement avec la densité de semis, tandis que la longueur moyenne des racines n'a été influencée ni par la date de récolte, ni par la densité de semis. A Conthey, la profondeur et la texture du sol semblent donc avoir été des facteurs limitants pour ce paramètre. En revanche, le diamètre et le poids moyens des racines ont été corrélés à la densité de semis, comme à Bruson. Les plus grosses racines ont été obtenues avec la plus faible densité de semis (tabl. 7). Pour toutes les densités de semis, le poids moyen des racines a pra-

**Tableau 3 | Effet de la densité de semis sur la longueur, le diamètre, la forme et le poids des racines de *Pimpinella peregrina*. Moyenne de 50 racines et de quatre répétitions, Bruson 2004**

Densité de semis (g/are)	Longueur des racines (cm)	Diamètre des racines (cm)	Nombre de ramifications	Poids frais d'une racine (g)
3 g	23,9 a	1,62 a	1,7 a	26,6 a
4 g	24,3 a	1,40 b	0,8 b	19,7 b
6 g	23,2 a	1,16 c	0,7 b	16,9 b
12 g	20,1 b	0,99 c	0,6 b	11,5 bc
70 g*	17,7 b	0,73 d	0,1 b	6,0 c
Erreur standard	0,63	0,052	0,219	1,698

\*Semis non éclairci.

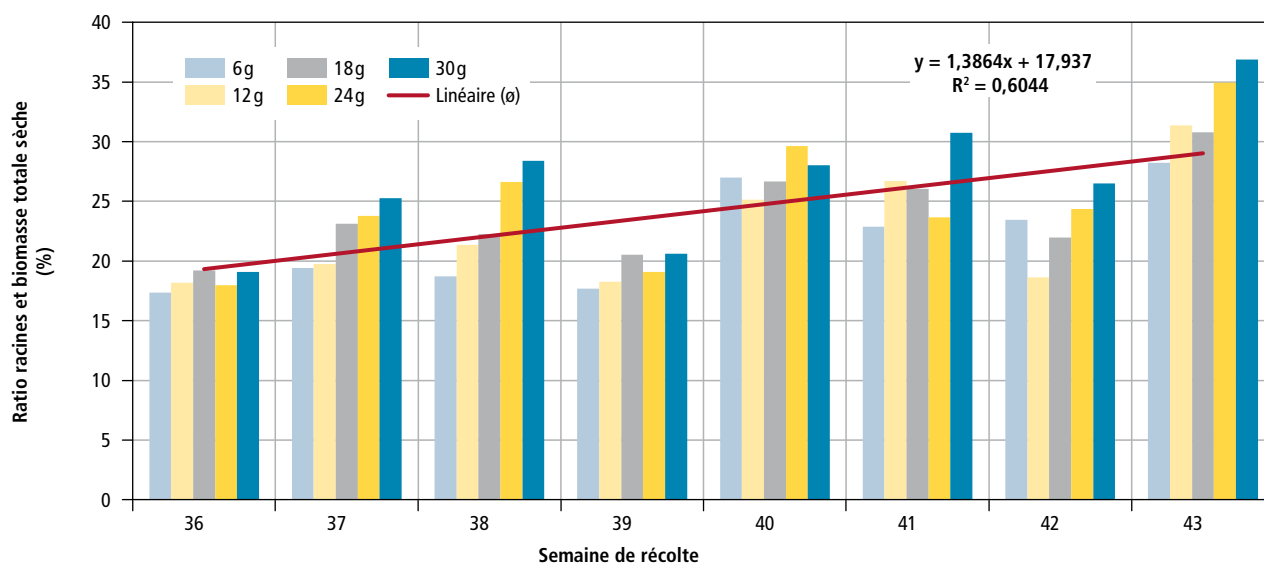
Les lettres différentes indiquent les différences significatives ( $P > 0,05$  test de Tukey).

**Tableau 4 | Rendements et temps de travail à la récolte avec cinq densités de semis de *Pimpinella peregrina*. Moyenne de quatre répétitions, Bruson 2004**

Densité de semis (g/are)	Distance entre les racines (ø cm)	Nombre de racines récoltées (m <sup>2</sup> )	Poids des racines sèches (g/m <sup>2</sup> )	Temps de travail manuel/are	
				Récolte	Lavage
3 g	6,0	43	278 b	3h30	1h10
4 g	4,0	63	354 ab	3h40	1h30
6 g	3,0	91	375 a	5h00	1h50
12 g	1,5	171	421 a	8h10	2h10
70 g*	1,0	240	410 a	9h40	2h20

\*Semis non éclairci.

Les lettres différentes indiquent les différences significatives ( $P > 0,05$  test de Tukey).



**Figure 4 | Ratio de racines sèches en % par rapport à la biomasse totale (racines + parties aériennes) avec la moyenne exprimée par la courbe de tendance linéaire. Moyenne de trois répétitions.**

**Tableau 5 | Production de racines sèches avec cinq densités de semis de *Pimpinella peregrina*. Moyenne de trois répétitions, Conthey 2014**

Densité de semis (g/are)	Semaine 36 02.09.2014 (g/m <sup>2</sup> )	Semaine 37 09.09.2014 (g/m <sup>2</sup> )	Semaine 38 16.09.2014 (g/m <sup>2</sup> )	Semaine 39 23.09.2014 (g/m <sup>2</sup> )	Semaine 40 30.09.2014 (g/m <sup>2</sup> )	Semaine 41 07.10.2014 (g/m <sup>2</sup> )	Semaine 42 14.10.2014 (g/m <sup>2</sup> )	Semaine 43 21.10.2014 (g/m <sup>2</sup> )
6 g	91	114	110	120 b	138	172	150	123 b
12 g	159	149	169	192 ab	182	166	183	179 ab
18 g	142	228	172	209 ab	202	188	200	164 ab
24 g	130	185	212	219 ab	237	150	205	174 ab
30 g	153	219	188	241 a	204	237	236	210 a

Les lettres différentes indiquent les différences significatives ( $P > 0,05$  test de Tukey).

**Tableau 6 | Taux de matière sèche de racines fraîches récoltées avec cinq densités de semis de *Pimpinella peregrina*. Moyenne de trois répétitions, Conthey 2014**

Densité de semis (g/are)	Semaine 36 02.09.2014 (%)	Semaine 37 09.09.2014 (%)	Semaine 38 16.09.2014 (%)	Semaine 39 23.09.2014 (%)	Semaine 40 30.09.2014 (%)	Semaine 41 07.10.2014 (%)	Semaine 42 14.10.2014 (%)	Semaine 43 21.10.2014 (%)
6 g	21,8	22,8	21,5	21,5	23,1	22,8	22,0	21,2
12 g	20,8	22,2	22,9	22,1	22,1	21,1	21,3	21,5
18 g	22,3	24,4	23,4	25,7	23,9	22,4	22,2	22,4
24 g	21,6	23,2	23,6	23,6	23,3	22,3	21,3	22,2
30 g	22,1	23,1	23,5	23,6	22,6	22,5	22,4	22,8

Les différences ne sont pas significatives ( $P > 0,05$  test de Tukey).

**Tableau 7 | Longueur, diamètre et poids des racines sèches avec cinq densités de semis de *Pimpinella peregrina*. Moyenne de trois répétitions, Conthey 2014**

a) Longueur des racines								
Densité de semis (g/are)	Semaine 36 02.09.2014 (cm)	Semaine 37 09.09.2014 (cm)	Semaine 38 16.09.2014 (cm)	Semaine 39 23.09.2014 (cm)	Semaine 40 30.09.2014 (cm)	Semaine 41 07.10.2014 (cm)	Semaine 42 14.10.2014 (cm)	Semaine 43 21.10.2014 (cm)
6 g	23,40	22,73	21,60	25,50	22,93	24,17	23,10	23,33
12 g	23,73	24,33	25,63	25,37	23,20	24,70	23,03	23,57
18 g	23,07	23,70	24,07	25,63	23,57	24,27	23,23	23,77
24 g	20,63	23,30	23,70	24,90	23,37	23,47	23,83	24,27
30 g	22,37	23,83	24,93	26,30	23,87	23,27	24,17	23,87
b) Diamètre des racines								
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
6 g	1,19 a	1,07	1,19 a	1,27 a	1,13 a	1,10 a	1,29 a	1,25 a
12 g	0,91 b	0,97	0,93 ab	1,05 ab	0,93 ab	0,98 ab	0,86 b	1,05 b
18 g	0,76 bc	0,94	0,81 b	0,91 bc	0,86 b	0,85 abc	0,86 b	0,92 b
24 g	0,63 c	0,77	0,68 b	0,79 bc	0,81 b	0,74 bc	0,75 b	0,83 b
30 g	0,63 c	0,76	0,67 b	0,70 c	0,72 b	0,63 c	0,69 b	0,79 b
c) Poids moyens des racines								
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
6 g	11,0 a	10,5 a	13,4 a	13,6 a	14,6 a	15,2 a	18,4 a	21,0 a
12 g	7,0 ab	7,2 ab	10,9 ab	9,7 ab	9,6 b	11,2 ab	10,1 b	10,1 b
18 g	4,9 b	6,4 ab	8,2 bc	7,4 bc	8,2 bc	7,5 ab	8,3 bc	9,1 bc
24 g	3,4 b	4,3 b	5,5 c	5,1 c	5,3 cd	5,4 ab	5,3 c	6,8 c
30 g	3,0 b	3,9 b	4,9 c	5,6 c	4,4 d	5,0 b	5,2 c	6,3 c

Les lettres différentes indiquent les différences significatives ( $P > 0,05$  test de Tukey).



tiquement doublé au fil des huit semaines d'expérimentation. Contrairement au rendement, le poids moyen des racines et le diamètre des collets a augmenté durant toute la saison de manière quasi linéaire. La diminution du nombre de racines récoltées explique la différence d'évolution entre le rendement en matière sèche et le poids moyen des racines. Dans les deux essais, le temps de travail à la récolte et de lavage a été inversement proportionnel au nombre de racines collectées.

#### Teneur en huile essentielle et en matière sèche soluble

Dans ces expériences, les teneurs en huile essentielle mesurées sont toujours demeurées relativement basses par rapport aux exigences de la Pharmacopée helvétique (min. 0,2 % de la matière sèche). L'effet de la den-

sité de semis ou de la date de récolte sur la formation de l'huile essentielle n'a pas pu être établi. En moyenne, le pourcentage d'huile augmente très légèrement, et de manière non significative, jusqu'en octobre, puis tend à diminuer (tabl. 8). Des analyses effectuées tardivement en saison (en décembre) sur des racines classées par diamètre ont confirmé cette tendance. Sept semaines après la dernière récolte de l'essai, la teneur était inférieure à 0,12 %.

Différentes parties de la racine (a. tissus vascularisés centraux; b. périderme et cortex; c. racines latérales et fines:  $\varnothing < 0,25$  cm) ont été analysées séparément (fig. 5). L'huile essentielle se localise presque exclusivement dans le périderme et le cortex (tabl. 9). Les racines fines et le centre des racines ont une teneur inférieure à

**Tableau 8 | Teneur en huile essentielle des racines sèches de cinq densités de semis de *Pimpinella peregrina*. Moyennes de trois répétitions, Conthey 2014**

Densité de semis (g/are)	Semaine 36 02.09.2014 (%)	Semaine 37 09.09.2014 (%)	Semaine 38 16.09.2014 (%)	Semaine 39 23.09.2014 (%)	Semaine 40 30.09.2014 (%)	Semaine 41 07.10.2014 (%)	Semaine 42 14.10.2014 (%)	Semaine 43 21.10.2014 (%)
6 g	0,131	0,162	0,146	0,147	0,162	0,178	0,137	0,128 ab
12 g	0,136	0,139	0,137	0,155	0,145	0,156	0,147	0,141 a
18 g	0,152	0,145	0,116	0,137	0,137	0,159	0,161	0,103 ab
24 g	0,13	0,137	0,132	0,137	0,137	0,151	0,158	0,088 b
30 g	0,138	0,105	0,129	0,139	0,15	0,145	0,142	0,128 ab

Les lettres différentes indiquent les différences significatives ( $P > 0,05$  test de Tukey).



**Figure 5 | Racines de *Pimpinella peregrina* décortiquées pour analyser séparément les tissus centraux vascularisés (à gauche) et ceux du périderme et du cortex (à droite).**

**Tableau 9 | Teneur en huile essentielle et °Brix de trois classes de diamètre de racine de *Pimpinella peregrina*. Moyenne de trois répétitions, Conthey 2014**

Parties de la racine analysée	Huile essentielle (%)	Brix (%)
Tissus vascularisés centraux	0,017 b	9,4 a
Périderme et cortex	0,114 a	8,7 b
Racines fines ( $\varnothing < 0,25$ cm)	0,010 b	7,2 c

Les lettres différentes indiquent les différences significatives ( $P > 0,05$  test de Tukey).

**Tableau 10 | Teneur en huile essentielle et °Brix de différentes parties de la racine de *Pimpinella peregrina*. Moyenne de quatre répétitions, Conthey 2014**

Diamètre des racines	Huile essentielle (%)	Brix (%)
$\varnothing < 0,5$ cm	0,119 a	8,3 b
$\varnothing 0,5$ à $1,0$ cm	0,110 ab	8,8 ab
$\varnothing > 1,5$ cm	0,096 b	9,7 a

Les lettres différentes indiquent les différences significatives ( $P > 0,05$  test de Tukey).

0,02 %, ce qui explique la faible différence entre les variantes. En effet, dans les faibles densités de semis, la teneur en huile essentielle est pénalisée par les grosses racines, qui ont une proportion plus élevée de tissus centraux vascularisés (14,1 à 17,7 % de la biomasse des racines), tandis que les hautes densités de semis produisent davantage de racines fines pauvres en huile essentielle (tabl. 9 et 10).



Mesure du diamètre du collet de *Pimpinella peregrina*.

Des mesures d'huile essentielle dans les parties aériennes ont montré que les feuilles n'en contiennent qu'une infime quantité, de 0,046 à 0,070 ml/100g de MS.

La teneur en matière sèche soluble (°Brix) a également été analysée dans les différentes parties de la racine et en fonction de son diamètre (tabl. 9 et 10). Bien qu'elle ait été retrouvée en quantité (7,2 à 9,4 %) dans toutes les parties de la racine, les grosses racines et les tissus centraux vascularisés se distinguent significativement par leurs meilleures teneurs.

## Conclusions

- Pour la Suisse, l'époque optimale de récolte des racines de *Pimpinella peregrina* est la première moitié du mois d'octobre. Le rendement en racines n'augmente plus significativement à partir de début octobre. Les densités de semis préconisées sont 12 g et 18 g/a car, au-delà, elles entraînent un surcroît de travail dû au nombre élevé de racines à récolter et à laver.
- La perte en eau au cours du séchage est demeurée stable durant la saison (en moyenne 22,3 % de la MS). Aucun effet de la densité de plantation ou de la date de récolte n'a été observé sur ce paramètre.
- La teneur en huile essentielle tend à diminuer en fin de saison. Dans cet essai, elle est toujours demeurée en dessous de 0,2 % de la matière sèche. La matière sèche soluble (°Brix) est corrélée au diamètre des racines. Les plus grosses d'entre elles et les tissus vascularisés centraux des racines en contiennent davantage. ■

## Bibliographie

- Agridea, 2010. Plantes aromatiques et médicinales. Classeur de fiches techniques.
- Carron C.-A., Vouillamoz J. & Baroffio C., 2014. Rapport annuel 2013 Plantes médicinales et aromatiques. C. Editions Agroscope, Conthey, 75 p.
- Carron C.-A., Rey C., Michel V. & Carlen C., 2004. Rapport d'activité 2004. C. Editions Agroscope, Conthey, 56 p.
- Gerstberger P., 1985. *Pimpinella peregrina* L. – eine neue Adventivpflanze für die Bundesrepublik Deutschland. *Ber. Bayer. Bot. Ges.* **56**, 89–93
- Koelink J., Adams J. & Ploumen N., 2008. De Vreemde bevernel, een nieuwe plant voor Limburg. *Natuurhist. Maandbl.* **97**, 1–3.
- Kubeczka K. H. & Bohn I., 1985. *Radix Pimpinellae* und ihre aktuellen Verfälschungen. *Deutsche Apotheker Zeitung* **125**, 399–402.
- Lauber K. & Wagner G., 2000. Flora Helvetica. Flore illustrée de Suisse. Editions Haupt, 1616 p.
- Sassela A., Jermini M. & Rey C., 2006. Essais culturaux de *Pimpinella peregrina* L. au Tessin. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (2), 123–127.
- Svenson A. & Anderberg A., 1994. Lång bockrot, *Pimpinella peregrina*, ny för Sverige – etablerad från insådd ängsfröblandning. *Svensk Bot. Tidskr.* **88**, 357–360.
- Verloove F., 2001. *Pimpinella peregrina* L., nieuw voor de Belgische flora in Ieper. *Dumortiera* **78**, 18–19.
- Wichtl M. & Anton R., 2003. Plantes thérapeutiques. Editions Tec & Doc, 692 p.



**Summary**

**Effect of seeding density and harvest date on *Pimpinella peregrina* L. yield and quality**

*Pimpinella peregrina* L. is a biennial herb belonging to the *Apiaceae* family cultivated in Switzerland for its roots. In 2014, a seeding density trial was set up at Agroscope in Conthey (VS) to monitor the biomass formation in roots and to define the optimum harvest window for yield, quality and of water loss on drying. The root yield was significantly influenced by seeding rate up to 12 g/are. Higher densities did not increase the yield. The root production grew steadily until the end of September and was then stabilized, while the average weight of roots and collar diameters increased throughout the season. The essential oil content, ranging between 0.10 and 0.16 %, remained low and relatively stable, with no apparent relation to the seeding density. However, this content declined after October 15th. The analysis of the soluble solids content (°Brix), also retained as a quality criterion, showed that larger roots contain more. The weight loss on drying (21 to 22 % of dry matter) also remained constant throughout the experiment. Under the conditions of the Swiss hill level, current practical recommendations of seeding to a density greater than 12 g/are (faculty of germination > 80 %) and of an optimal harvesting period at the first half of October are still valid.

**Key words:** burnet, *Apiaceae*, yield, sowing density, essential Oil, °Brix.

**Zusammenfassung**

**Einfluss der Saatchichte und des Erntetermins auf den Ertrag und die Qualität von *Pimpinella peregrina* L.**

Die Fremde Bibernelle (*Pimpinella peregrina* L.) ist eine zweijährige Medizinalpflanze, die zur Familie der *Apiacea* gehört und die in der Schweiz für ihre Wurzeln angebaut wird. Im 2014 hat Agroscope in Conthey einen Versuch über die Saatchichte durchgeführt, um den Aufbau der Wurzel-Biomasse zu untersuchen und das optimale Erntefenster, in Abhängigkeit von Qualität und Wasserverlust bei der Trocknung, zu bestimmen. Der Ertrag an Wurzeln ist durch die Saatchichte bis zu einer Dichte von 12 g/a signifikant beeinflusst worden. Höhere Saatchichten haben den Ertrag nicht beeinflusst. Die Wurzelproduktion hat bis Ende September regelmässig zugenommen und ist danach stabil geblieben, während Durchschnittsgewicht und Schaftdurchmesser während der gesamten Saison angestiegen sind. Der Gehalt an ätherischen Ölen lag zwischen 0,10 und 0,16 %, er blieb gering und ziemlich stabil, ohne sichtbaren Zusammenhang mit der Saatchichte. Nach dem 15. Oktober hat dieser Gehalt jedoch nachgelassen. Die Analyse der löslichen Trockenstoffe (°Brix), welche ebenfalls als Qualitätskriterium gelten, hat gezeigt, dass die dicksten Wurzeln am meisten davon enthalten. Der Wasserverlust bei der Trocknung (21 bis 22 % Trockenmasse) ist während des gesamten Versuchs ebenfalls konstant geblieben. Für die Bedingungen der Hügellzone in der Schweiz bleiben die Empfehlungen der gängigen Praxis gültig, d.h. eine Saatchichte von über 12 g/a (Keimfähigkeit > 80 %) und optimaler Erntezeitpunkt während der ersten zwei Oktoberwochen.

**Riassunto**

**Effetto della densità di semina e della data di raccolta sulla resa e sulla qualità di *Pimpinella peregrina* L.**

*Pimpinella peregrina* L. è una pianta biennale appartenente alla famiglia delle *Apiaceae* coltivata in Svizzera per le sue radici. Nel 2014, uno studio di densità di semina è stato istituito presso la Agroscope a Conthey (VS) per monitorare la formazione della biomassa nelle radici e per definire la finestra ottimale di raccolta per la resa, la qualità e la perdita d'acqua dopo l'essiccamento. La resa di radici è stata significativamente influenzata fino ad una densità di semina di 6 g/are. Densità più elevate non hanno aumentato la resa. La produzione di radici è cresciuta costantemente fino alla fine di settembre e si è poi stabilizzata, mentre il peso medio delle radici e i diametri collare sono aumentati in tutta la stagione. Il contenuto di olio essenziale, tra 0,10 e 0,16 %, è rimasto basso e relativamente stabile, senza alcun apparente legame con la densità di semina. Tuttavia, questo contenuto è diminuito dopo il 15 ottobre. L'analisi del contenuto di solidi solubili (°Brix), mantenuto anche come criterio di qualità, ha dimostrato che le radici più grandi ne contengono di più. La perdita di peso dopo l'essiccamento (sostanza secca da 21 a 22 %) è rimasta costante durante l'esperienza. Nelle condizioni del livello collinare svizzero, le raccomandazioni pratiche attuali di una densità di semina superiore a 12 g/are (potere germinativo > 80 %) e d'un periodo di raccolta ottimale la prima metà di ottobre sono ancora valide.

## Neuer Krankheitserreger bei Kreuzblütlern wie Rucola

Ein neuer Krankheitserreger erschwert seit einiger Zeit den Rucola-Anbau unter Tunnel in den Kantonen Aargau, Bern und Fribourg. Dabei kommt es speziell im Sommer zu massiven Ernteausfällen. Agroscope ging zusammen mit dem Landwirtschaftszentrum Liebegg, Gemüse & Beeren (AG) dem Problem auf den Grund und führte Untersuchungen durch.

Dabei zeigten sich Vergilbungen der Rucola-Blätter, verbunden mit einem kümmerlichen Wuchs der Pflanze bei Temperaturen im Tunnel von 20 bis 25 °C. Die abiotischen Parameter des Bodens im untersuchten Tunnel des Betriebes Käser & Co. waren in Ordnung. Daher fokussierten sich die Nachforschungen auf mögliche bodenbürtige Krankheitserreger. Der Boden sowie gesunde und befallene Pflanzen wurden durch das Agroscope-Diagnostiklabor in Conthey analysiert. Auf den Wurzeln befallener Pflanzen waren dunkel gefärbte Läsionen sichtbar.

Unter dem Mikroskop zeigte sich in den Wurzeln eine grosse Anzahl Oosporen. Diese Sporenart weist auf den Befall von Oomyzeten (Scheinpilze) hin, die den *Pythium*- und *Phytophthora*-Arten zugeordnet werden. Zudem wurden speziell geformte Oogonien gefunden, die ebenfalls typisch für Oomyzeten sind. Grösse sowie Stacheln der Oogonien identifizieren den Krankheitserreger eindeutig als *Pythium brassicum*. Dieser Scheinpilz wurde erst vor kurzem von amerikanischen Forschern als neuer Krankheitserreger von Kreuzblütlern beschrieben (Stanghellini et al., 2014). Zurzeit sind keine direkten Bekämpfungsmassnahmen bekannt. ■

**Autoren:** V. Michel, Agroscope; Ch. Wohler, Liebegg; T. Käser, Käser & Co.

## Un nouveau pathogène des crucifères

Ces dernières années, la production de roquette sous tunnel a été menacée par un nouveau pathogène dans les cantons Argovie, Berne et Fribourg. Surtout en été, des pertes de rendement peuvent être importantes. En collaboration, la LZ Liebegg – Gemüse & Beeren (AG) et l'Agroscope ont identifié l'organisme responsable.

Un jaunissement des feuilles et une forte réduction de la croissance de roquette a commencé quand la température sous tunnel a atteint 20-25°C. Les facteurs abiotiques du sol du tunnel analysés de l'exploitation Käser & Co. étant dans la norme, l'enquête s'est concentrée sur la détection d'un pathogène tellurique: Le sol ainsi que des plantes saines



Parzelle mit krankem Rucola. / Parcelle avec roquette malade.

Ch. Wohler



Kranker und gesunder Rucola im Vergleich. / Roquette saine et malade en comparaison.

Ch. Wohler

et malades ont été analysés au laboratoire de diagnostic de l'Agroscope Conthey. Sur les racines des plantes atteintes, des lésions de couleur foncée étaient visibles.

Sous le microscope, un grand nombre d'oospores a été détecté dans les racines. Ce type de spores indique une infection par un oomycète; les oomycètes incluent les espèces de *Pythium* et *Phytophthora*. De plus, d'autres organes typiques des oomycètes, des oogones, étaient présentes. La forme spécifique de ces oogones, des épines (Fig. 5), ainsi que leur taille ont permis d'identifier le pathogène comme *Pythium brassicum*. Ce microorganisme a été décrit récemment par des chercheurs américains comme nouveau pathogène des crucifères (Stanghellini et al., 2014). Pour l'instant, aucune méthode de lutte directe n'est connue. ■

**Auteurs:** V. Michel, Agroscope; Ch. Wohler, Liebegg; T. Käser, Käser & Co.



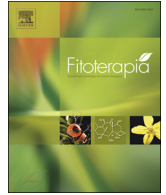
Kranker und gesunder Rucola.  
Roquette saine et malade.

V. Michel



Befallene Wurzel von Rucola.  
Racine de roquette infectée.

V. Michel



## Review

# The génépi *Artemisia* species. Ethnopharmacology, cultivation, phytochemistry, and bioactivity



José F. Vouillamoz<sup>a,\*</sup>, Christoph Carlen<sup>a</sup>, Orazio Tagliatela-Scafati<sup>b</sup>,  
Federica Pollastro<sup>c</sup>, Giovanni Appendino<sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup> Agroscope, Institute for Plant Production Sciences, 1964 Conthey, Switzerland

<sup>b</sup> Dipartimento di Farmacia, Università di Napoli Federico II, Via Montesano 49, 80131 Napoli, Italy

<sup>c</sup> Dipartimento di Scienze Farmaceutiche, Università del Piemonte Orientale, Largo Donegani 2, 28100 Novara, Italy

## ARTICLE INFO

## Article history:

Received 2 April 2015

Received in revised form 9 July 2015

Accepted 2 September 2015

Available online 8 September 2015

## Keywords:

*Artemisia umbelliformis*

Génépi

Cultivation

Sesquiterpene lactones

Eupatilin

Bitter receptors

## ABSTRACT

Wormwoods (*Artemisia* species) from the génépi group are, along with Edelweiss, iconic plants of the Alpine region and true symbols of inaccessibility because of their rarity and their habitat, largely limited to moraines of glaciers and rock crevices. Infusions and liqueurs prepared from génépis have always enjoyed a panacea status in folk medicine, especially as thermogenic agents and remedies for fatigue, dyspepsia, and airway infections. In the wake of the successful cultivation of white génépi (*Artemisia umbelliformis* Lam.) and the expansion of its supply chain, modern studies have evidenced the occurrence of unique constituents, whose chemistry, biological profile, and sensory properties are reviewed along with the ethnopharmacology, botany, cultivation and conservation strategies of their plant sources.

© 2015 Elsevier B.V. All rights reserved.

## Contents

1. Introduction . . . . .	232
2. Ethnopharmacology . . . . .	232
3. Botany, genetics and conservation . . . . .	232
3.1. Botany . . . . .	232
3.2. Genetics . . . . .	234
3.3. Conservation . . . . .	234
4. Domestication, breeding and cultivation . . . . .	234
4.1. Domestication . . . . .	234
4.2. Breeding . . . . .	235
4.3. Cultivation . . . . .	236
5. Phytochemistry . . . . .	236
6. Authentication . . . . .	238
7. Bioactivity . . . . .	238
7.1. Molecular targets . . . . .	238
7.1.1. Bitter receptors . . . . .	238
7.1.2. Thiol trap-sensitive transcription factors . . . . .	239
7.1.3. Thermo-TRPs . . . . .	239
7.2. Clinical targets . . . . .	239
7.2.1. Gastric protection . . . . .	239
7.2.2. Alcohol metabolism . . . . .	239
7.2.3. Diabetes . . . . .	240

\* Corresponding authors.

E-mail addresses: [jose.vouillamoz@agroscope.admin.ch](mailto:jose.vouillamoz@agroscope.admin.ch) (J.F. Vouillamoz), [giovanni.appendino@pharm.uniupo.it](mailto:giovanni.appendino@pharm.uniupo.it) (G. Appendino).

8. Conclusions. . . . .	240
Acknowledgements . . . . .	240
References. . . . .	240

## 1. Introduction

Infusions of plants in alcohol are popular in both European and Asian countries, as exemplified by medicinal wines, mulled wines, and medicinal sakes like the Japanese Toso [1]. In this context, plants from the genus *Artemisia* have long been used to flavour alcoholic beverages, giving them a bitter taste and alleged tonic properties. Historically, the Roman *vinum absinthiatum* can be considered an early precursor of what is known today as vermouth [2], and the growing popularity of absinthe, now legal in Europe if complying with the regulatory limits for thujones in alcohol beverages (35 mg/L) [3], further testifies the interest of consumers for this type of beverages. The literature on plant-enriched alcoholic beverages is dominated by studies on absinthe wormwood (*A. absinthium* L.), and little systematic attention has so far been dedicated to the Alpine *Artemisia* species that are used for the production of the celebrated liqueur génépi [4]. One major reason is, undoubtedly, the very limited availability of these iconic plants of the Alpine landscape, since collection in the wild is, depending on the location, either forbidden or severely limited, and domestication has been achieved only recently. Cultivation has been at the basis of the recent growing popularity of génépi-based products (liqueurs, teas, syrups, candies, chocolates, cakes, jams, mustards), a trend that, in turn, has fostered studies aimed at the isolation of compounds useful as markers to fight adulteration. The literature on génépi is scattered and no review article has been published on this topic so far, providing a rationale for summarizing current knowledge on the botany, cultivation and phytochemistry of the Alpine wormwoods from the génépi group, as well as on the molecular- and sensory pharmacology of their constituents.

## 2. Ethnopharmacology

Limited systematic work has been done so far on the ethnopharmacology of the alpine region of Europe [5]. Local knowledge on medicinal and food plants has mainly been transmitted through oral tradition, and might therefore be in part lost due to the sharp decrease of population observed in the past century and the dramatic changes in lifestyle related to the demise of agriculture and other traditional activities of the alpine economy [5]. In this context, génépi is an exception, since its medicinal properties have been documented at least from the second half of the XVIII century. Thus, unlike absinthe, that was, and growingly is, essentially consumed as a recreational beverage, génépi and its source plants have always been associated with medicinal properties. This was vividly testified by the philosopher Jean Jacques Rousseau who, in a famous passage of his *Confessions*, described the death of the gardener Claude Anet, who had gone on an Alpine trip to collect génépi for a physician (Monsieur Grossi) [6]. Possibly because of the weather and the fatigue associated with reaching the habitat of the plant, the gardener, who should be credited for the life-long interest of Rousseau in plants and botany [7], came back with pleurisy. The condition could not be treated with génépi, considered at that time one of the remedies of choice for pleurisy, and the gardener eventually succumbed to the disease [...*ce pauvre gar on s' chauffa tellement, qu'il gagna une pleur sie, dont le G nipi ne put le sauver, quoiqu'il y soit, dit-on, spécifique* (a pleurisy that genipi could not relieve, though said to be specific in that disorder)] [8].

In folk medicine, génépis are used as thermogenic agents to fight cold, a use testified by the credence that when sheep eat these bitter plants, the night will be very cold [9]. The association of génépi with cold resistance might be related to the thick hairy layer that covers

the plant, a protection against the low temperatures of its environment (as well as against the sun). Infusions of génépis are used to fight cold and fever and stimulate perspiration, while wines aromatized with these plants are believed to stimulate appetite, promote digestion, and fight mountain sickness [4]. Like other asteraceous plants, génépis are used topically as wound-healing agents and to resolve bruises, like in the "Vuln raire Suisse" or "Falktranck" that was celebrated in the ancient European pharmacopoeias [4].

Bitter liqueurs became popular as tonic medicines in the XIX century, and remained so until the first half of the past century. During the prohibition time, Fernet Branca remained, in fact, the only spirit legally sold in US, to the point that an American distillery for its production was opened in New York City's Tribeca [10]. Because of the rarity of the plant and the difficulty of its collection, the large-scale industrial production of the liqueur génépi started relatively late compared to absinthe and other liqueurs, being first documented only in 1827–1840 at Maison Chavasse near Chambéry in Savoy, at that time part of the Kingdom of Piedmont [11]. During the second half of the XIX century, génépi enjoyed a stellar fame for its digestive properties, immortalized by the comment of De Amicis, the author of the children book *Heart (Cuore)*, who enthusiastically defined it "un liquore di fiori di prato che farebbe digerire una bomba lessa" (a liqueur of field flowers that would make you digest a boiled bomb) [12]. The consumption of the liqueur declined with the ban of absinthe in the early XX century, but increased with the popularity of winter sports since the 1970s, with génépi becoming a popular après-ski drink. However, its consumption has so far been substantially limited to the Alpine environment, although it can be found in premium liqueur stores in all major European cities. Because of the thujone regulation, the commercialization of génépi in the USA is limited to products that are prepared from thujone-free chemotypes of the plants [3]. Over the past decade, the production of the liqueur génépi has started also in central Italy, since one of the alpine génépi species (*Artemisia eriantha* Ten.) also grows in the high regions of the Apennines, and cultivation experiments have been successfully carried out in the Abruzzo region of Central Italy [13]. Although there are many commercial producers of génépi, it is difficult to provide an estimation of the overall harvest of the plant, since home production is widespread in the Western Alpine regions. The traditional recipe follows the so called *rule-of-four*, meaning that each litre of 40% alcohol requires 40 g of sugar and 40 flower heads [4].

## 3. Botany, genetics and conservation

### 3.1. Botany

The etymology of the name génépi is controversial. It might derive from the Arpitan dialect *zh n pi* or *jn pi*, a name used for several *Artemisia* species in Savoy (France), but a derivation from the Latin *Dianae spicum*, meaning "Diana's ear" in reference to the shape of the inflorescence, has also been proposed [14]. In the Alps, the name génépi is used to refer to five perennial and aromatic *Artemisia* species (Table 1), traditionally collected from wild populations to produce digestive liquors and herbal teas.

*Artemisia umbelliformis* Lam., also called Alpine wormwood or white génépi, is the most widespread and easy to cultivate. *A. genipi* Weber, the so called black génépi, is the favourite species of liquor producers. *A. eriantha* Ten. is not often used for génépi, growing mainly in the Mediterranean Alps and in the Apennines. *Artemisia glacialis* L. is the least aromatic species and is rarely used to produce génépi. Even more rarely

**Table 1**The génépi *Artemisia* species and their current state of protection (allowed amounts of collection in parentheses).

Country	Region	<i>A. umbelliformis</i> Lam.	<i>A. eriantha</i> Ten.	<i>A. genipi</i> Weber	<i>A. glacialis</i> L.	<i>A. nivalis</i> Br.-Bl.	Sources
Italy		1 kg (fresh weight) per person	–	1 kg (fresh weight) per person	1 kg (fresh weight) per person	–	Royal Decree no. 772 issued in 1932
Switzerland	Alto Adige	Total protection	–	Protected and classed as Least Concern (LC)	Protected and classed as Least Concern (LC)	–	[89]
	Ticino	Protected and classed as Least Concern (LC)	–	Near threatened (NT)	Near threatened (NT)	–	[90]
	Valais	Protected	–	Protected	Near threatened (NT)	Endangered (EN)	www.infoflora.ch
France		No protection at the national level, but only 100 flowering stems are allowed to be collected	No protection at the national level, but only 100 flowering stems are allowed to be collected	No protection at the national level, but only 100 flowering stems are allowed to be collected	No protection at the national level, but only 100 flowering stems are allowed to be collected	–	www.infoflora.ch
	Alpes-Maritimes	Protected	Protected	Protected	Protected	–	Arrêté préfectoral du 18 juin 1996, Protection et réglementation de certaines espèces végétales/Article 2
	Isère	Protected	Strictly protected	Protected	Protected	–	Arrêté préfectoral n°93-295 du 21 janvier 1993: Protection des espèces végétales sauvages dans le département de l'Isère/Articles 2 et 3
	Alpes-de-Haute-de-Provence	Protected	Protected	Protected	Protected	–	Arrêté préfectoral n°95/1533 du 28 juillet 1995, [département des Alpes-de-Haute-Provence]: Réglementation de la cueillette de certaines espèces végétales sauvages/Article 4
	Hautes-Alpes	Limited to one handful. Destruction of underground parts, sale and purchase of material are forbidden	Limited to one handful. Destruction of underground parts, sale and purchase of material are forbidden	Limited to one handful. Destruction of underground parts, sale and purchase of material are forbidden	Limited to one handful. Destruction of underground parts, sale and purchase of material are forbidden	–	Arrêté Préfectoral modificatif N° 2008-185-7 du 03 juillet 2008. Réglementation de la cueillette de certaines espèces végétales protégées/Article 3 modifié
Germany		On the Red List	–	–	–	–	Bundesartenschutzverordnung vom 16. Februar 2005 (BGBl. I S. 258, 896), die zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 21. Januar 2013 (BGBl. I S. 95) geändert worden ist
Austria		No protection	–	No protection	–	–	
Spain	Pyrenees, Cantabrian Mountains and Sierra Nevada	Extremely rare	–	–	–	–	
Slovenia		No information	–	No information	–	–	
Carpathians and Balkans		No information	No information	–	–	–	

used, the very aromatic and extremely rare *Artemisia nivalis* Br.-Bl. might simply be a glabrous mutant of *A. genipi* [15]. In addition, a recent ethnobotanical survey documented the inclusion of *Artemisia vallesiaca* All. and various species of *Achillea* (*Achillea nana* L., *Achillea erba-rotta* All. subsp. *moschata* Wulff., *A. atrata* L.) in the production of génépi in Valais (Switzerland) and in the Aosta Valley (Italy) [16].

All five génépi species are small caespitose, sericeous perennial plants (5–30 cm), with a woody rhizome and aromatic basal leaves arranged in rosette. The stem is usually unbranched with more or less pubescent leaves and bracts. Basal and stem leaves are petiolate or sessile, simple to 7-fid (1–8 mm long). The capitulae (3–7 mm across) are erect or slightly nodding with a glabrous or pubescent base, composed of 8–50 yellowish florets. The capitulum is heterogamous, with female outer flowers and hermaphroditic inner flowers, pollinated by insects. The fruits (achenes) are glabrous to hairy. These five species are typical of high mountain habitats (2000–3200 m) where they grow on moraines, scree, rocks and ar tes, with a partially overlapping distribution [17,18] (Table 1). The distinction between the various species of génépi is difficult: Table 2 provides a simplified dichotomous key to distinguish them morphologically, a task rendered more difficult by the existence of some rare interspecific hybrids with overlapping morphological features (*A. genipi* × *A. glacialis*; *A. genipi* × *A. umbelliformis*; *A. glacialis* × *A. umbelliformis*) that have been observed in Aosta Valley (Italy) and in Valais (Switzerland) [18]. A combination of genetic, genomic and phytochemical studies would certainly provide a better distinction tool.

### 3.2. Genetics

According to a cytological review, the basic chromosome number in the genus *Artemisia* is  $x = 9$ , with only two species presenting the less common  $x = 8$ , namely *A. glacialis* L. and *A. granatensis* Boiss [19]. The karyotypes of each species that are used to make génépi are given in Table 1. In *A. umbelliformis*, the majority of the populations show the unusual existence of a stable hypotetraploid cytotype with  $2n = 34$ , most likely due to a chromosomal fusion, whereas the eutetraploid level  $2n = 36$  is limited to some French populations.

The taxonomy of *Artemisia* species has long been debated [20], and most sources have agreed with De Candolle's subdivision of the genus in two sections named *Abrotanum* Bess. and *Absinthium* DC. However, a molecular phylogeny study based on the internal transcribed spacers (ITS) of the ribosomal DNA gene of 25 *Artemisia* taxa supported the monophyly of the genus, and differentiated five main subgenus clades: *Absinthium*, *Artemisia*, *Seriphidium*, *Draunculus* and *Tridentatae* [21]. Within the génépi species *A. umbelliformis* and *A. glacialis* were grouped in the section *Absinthium*, where also *A. genipi* was moved from the section *Artemisia*, where it had originally been placed on the basis of morphological studies. *A. eriantha* and *A. nivalis* were not included in this study, but it can be assumed that they would also belong to the *Absinthium* section.

### 3.3. Conservation

In the IUCN Red List of Threatened Species [22,23], *A. nivalis* is endangered, *A. genipi* and *A. eriantha* are in the Least Concern (LC)

category, while *A. umbelliformis* and *A. glacialis* are not listed. Table 1 details the current state of protection of all five species in Europe, but there is a lack of information on the status, population and distribution in the Carpathian and Balkan mountains, and no information to confirm its presence in Slovakia or Poland. As with many plants on the Red List, domestication and cultivation are the best strategies to preserve natural populations.

## 4. Domestication, breeding and cultivation

### 4.1. Domestication

In Piedmont (Italy), Aosta Valley (Italy), Wallis (Switzerland) and Savoy (France), génépi has been traditionally collected to prepare herbal infusions, decoctions in milk, and, since a little more than a century, liqueur by maceration in alcohol [4]. The production of liqueurs has been steadily growing since the 1960s, and nowadays it is likely that several hundreds of kilogrammes of dried plants are processed every year into génépi [5]. However, the cultivation of génépi is currently unable to meet the high demand for these plants, and wild collecting is still a reality, although this is forbidden in Italy and in Switzerland and strictly regulated in France (Table 1). With the increase of the needs of liquor, perfume and cosmetic (hand creams, sunscreens or anti-ageing creams) industries, the cultivation of *A. umbelliformis* has become the only way to secure a renewable supply chain for this plant.

The first attempts to domesticate *A. genipi* and *A. umbelliformis* were carried out in the middle of the XX century in the Swiss Alps [24,25]. Later on, several attempts were also performed in Italy [26,27] and in France [28,29]. They were all eventually thwarted by a high mortality rate, probably due to the low altitude or to fungal diseases caused by *Puccinia*, *Pythium*, *Sclerotinia*, *Fusarium* or *Phomopsis* [30]. In 1989, a systematic project of domestication and selection from wild alpine populations of génépi was started by Agroscope in Switzerland, with the aim of obtaining robust cultivars with low thujone content that are adapted to organic production [31]. Out of the five génépi species, four were initially tested for cultivation with seeds collected from wild populations in the Swiss Alps (Wallis), where agronomic and phytochemical characteristics were evaluated for three years at altitudes between 1000 and 1600 m: *A. genipi*, *A. eriantha*, *A. glacialis* and *A. umbelliformis*. *A. genipi* and, to a lesser extent, *A. eriantha* did not resist to fungal diseases (mainly *Puccinia absinthii*) and produced low yields. *A. glacialis* showed both low yields and low aromatic properties, in accordance with its limited use in the preparation of liqueurs. Finally, *A. umbelliformis* turned out to be the only species that was suitable for domestication and breeding, showing genotypes with erect growth and a relatively high yield potential compared to the other four alpine génépi species [31] (Fig. 1). The essential oil of *A. umbelliformis* contains a high percentage (up to 70–80%) of thujone, just like some populations of *A. absinthium*, a compound whose toxicity has long been debated [32]. The concentration of thujone in alcoholic beverages is strictly regulated within the EU, with the current limitation being 35 mg/L in the final product. This limitation is controversial due to the uncertain toxicological status of thujone, but is still implemented. Therefore, the objective of the breeding programme was to obtain cultivars of *A. umbelliformis* with low contents of this compound.

**Table 2**  
Simple dichotomous identification key of the génépi species (based on Illustrierte Flora von Mitteleuropa [91]; Flora Europaea [17] and Flora der Schweiz [18]).

Pubescent bottom of the flower head	Capitulae (3–10) at the top of the stem, each with 25–50 florets; glabrous corolla	<i>A. glacialis</i>
Glabrous bottom of the flower head	Capitulae along the stem, often heaped at the top, each with 10–30 florets; corolla mostly hairy	<i>A. umbelliformis</i>
	Capitulae 4–7 mm in diameter, nodding, leaning on one side, 20–50 florets; inner bracts with light edge; plant height 10–30 cm	<i>A. eriantha</i>
	Capitulae 2–4 mm in diameter, erect (but often with nodding ears), leaning in all directions, 8–20 florets; inner bracts with brown edge; plant height 5–15 cm	Plant felted grey and pubescent <i>A. genipi</i> Plant glabrous <i>A. nivalis</i>



**Fig. 1.** Cultivation of *Artemisia umbelliformis* for génépi production goes through growing seedlings (a) and plantlets (b) before planting at a density of 10 plants/m<sup>2</sup> (c).

#### 4.2. Breeding

Plants collected from four natural populations in Wallis, Switzerland (Mattmark, Simplon, Gornergrat and Valsorey) showed a significant phenotypical and phytochemical heterogeneity, which was consistent with previous observations in French populations [31,33] (Table 3) and which was very useful for successful breeding (Table 4). The most interesting plants came from Simplon and Mattmark regions connecting Wallis to Piedmont (Italy). Mattmark plants showed a low mortality rate, high yields and nearly no thujone, whereas the Simplon plants showed up to 70% thujone in their essential oils. Several elite clones with erect growth were selected in the Mattmark and Simplon populations and were propagated *in vitro*, as well as cultivated in separate fields for open pollination in order to create homogeneous cultivars. A very high degree of homogeneity was observed, also because a significant amount of self-pollination has been observed in *A. umbelliformis*, the capitulae being composed of hermaphroditic self-fertile central

flowers and female-only peripheral flowers [31,32]. The cultivar obtained with the plants from Mattmark showing nearly no thujone was named 'RAC 12' (in reference to the old name of the Agroscope research centre, Recherche Agronomique Changins), while the one obtained with plants from Simplon showing a significant amount of thujone (60–70% of the essential oil) was named 'RAC 18', and later on 'RAC 10'. Recently, a PCR-RFLP method was applied to the thujone-free 'RAC 12' and the thujone-rich 'RAC 10' as well as to native plants from Piedmont using *RsaI* and *TaqI* restriction enzymes on the sequence of the 5S-rRNA-NTS gene spacer region, and it enabled to clearly distinguish the two chemotypes [34]. Thujone-rich native plants produced a single fragment of about 224 bp (NCBI GenBank accession no. EU816950), whereas thujone-free cultivated plants produced a single fragment of about 327 bp (NCBI GenBank accession no. EU816951). This 103 bp difference is not uncommon between chemotypes or cytotypes [35]. Another interesting ecotype, a so-called Occitan ecotype

**Table 3**

Mortality after 3 years of cultivation, yield of two harvest (one in the second and the other in the third year) and composition of the essential oil of four accessions of *Artemisia umbelliformis* Lam. in a field trial in Bruson (1100 m), Switzerland [after 31].

Analysed parameters	Accessions from four alpine sites in Switzerland			
	Mattmark	Simplon	Gornergrat	Valsorey
Mortality (%)	19	41	98	55
Yield (dw, g/m <sup>2</sup> )	155	79	30	96
Essential oil composition (%)				
β-pinene	31	0	3	2
1,8-cineole	17	3	1	23
α-thujone	0	72	0	0
β-thujone	0	0	0	0
Borneol	5	3	0	20
Terpinen-4-ol	2	0	2	3
Trans-caryophyllene	2	0	1	2

**Table 4**

Yields, essential oil content and costunolide content in the floral stems of white génépi (*Artemisia umbelliformis* Lam. 'RAC12') depending on five harvest stages (in 2002 and 2003) [39,41].

Harvest stages <sup>a</sup>	Floral trusses yield		Essential oil content		Costunolide content	
	(g dw/m <sup>2</sup> )		(mL/100 g dw)		(g/100 g dw)	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003
Stage 1	48 ab <sup>b</sup>	43 b	1.31 ab	1.46 b	2.72 a	2.91 a
Stage 2	37 b	45 b	1.53 a	1.76 a	3.00 a	2.76 a
Stage 3	93 ab	64 b	1.08 b	0.71 c	2.78 a	0.93 b
Stage 4	87 ab	73 ab	0.61 c	0.41 c	1.26 b	0.75 b
Stage 5	102 a	94 a	0.43 c	0.41 c	1.16 b	0.56 b

<sup>a</sup> Harvest stages: Stage 1 = "just before flowering"; Stage 2 = "beginning of flowering"; Stage 3 = "full flowering"; Stage 4 = "end of flowering"; Stage 5 = "flowering over".

<sup>b</sup> Newman-Keuls test: different letters indicate statistically significant differences ( $P < 0.05$ ) between harvest stages.

of *A. umbelliformis*, is also cultivated in Italy (Elva, Valle Gesso, Valle Stura, Val Chisone and Gran Paradiso).

#### 4.3. Cultivation

A recent ethnobotanical study evidenced that liquors produced with the traditional home-made mix of *A. genipi* and *A. glacialis* were preferred by consumers compared to those prepared with a cultivated strain of *A. umbelliformis* [5], suggesting that breeding activities should continue and go beyond the issue of thujone contents by considering also the profile of bitter compounds. On the other hand, the income from wild gathering could reach a significant value [5], suggesting that the practise of cultivation needs capillary distribution in the Alpine region to replace collection.

Micropropagation of both *A. umbelliformis* and *A. genipi* by meristem [36] was first reported in France [33,36]. Field trials from in vitro plants have been carried out since 2006 by the Centre d'Expérimentation et de Recherche en Biotechnologies Végétales (CERBIOTECH, Gap, Hautes-Alpes) in order to test their adaptability to low altitude. In Switzerland, micropropagation of the mother plants of 'RAC 12', 'RAC10' and other selected clones of *A. umbelliformis* could be successfully carried out [32]. In vitro shoot proliferation was achieved using nodes segments cultured on Murashige and Skoog [36] medium supplemented with 0.88  $\mu\text{M}$  benzyl adenine (BA) and 2.0  $\mu\text{M}$  indole-3-acetic acid (IAA).

*A. umbelliformis* is the only Alpine génépi species that has been successfully cultivated to some extent in Alpine areas of Switzerland and of France and on a larger scale in the western Alps of Italy [37]. Cultivation of this species favours the protection of endangered habitats and the preservation of natural plant resources within the Alps. For a successful cultivation, specific conditions are required: the plant grows better at elevations above 1600 m, and requires drained soils and south facing exposition [38]. For field cultivation (Fig. 1), *A. umbelliformis* is commonly propagated by seeds, which are viable up to several years if stored in dry and cool conditions. The germination of fresh seeds is very fast and the rate is high: in an experiment carried out in Switzerland, about 90% of the seeds had germinated after 10 days [39]. This feature most likely helps alpine plants like *A. umbelliformis* to grow and bloom the same year during the short vegetation period at high altitude. Planting of seedlings gives better results than direct sowing. In a cultivation field, the optimal density of plantlets is around 10 plants/m<sup>2</sup> on three to four rows, in order to facilitate mechanical weed control and harvesting [40] (Fig. 1). Fields of *A. umbelliformis* are usually kept for three years, with floral stems being harvested on the second and third years only. Although weed removal costs can be reduced by using plastic covering, this is not recommended because there is a high risk of plants losses (Fig. 1). Indeed, plastic covering favours soil-borne diseases such as *Fusarium* sp., *Sclerotinia* sp. and *Rhizoctonia* sp. that cause serious damage to organically grown génépi, especially at low altitudes, in heavy and damp soils, as well as in fields that were previously planted of génépi, cereals or vegetables [41].

Fertilization recommendations have been established based on the exportation of N, P, K, and Mg for an estimated yield of 1500 kg dry weight per ha: 30 kg/ha N, 20 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 40 kg/ha K<sub>2</sub>O, 5 kg/ha Mg [42]. In addition, fertilization (especially with nitrogen) at the vegetation start in spring has proved to give better yields than fertilization after harvest, or than splitting the nitrogen amount between the two periods [39]. More recently, it has been reported that inoculation of native arbuscular mycorrhizal (AM) fungi from alpine grassland on *A. umbelliformis* and *A. glacialis* in greenhouse conditions significantly increased P concentration in shoots, and that the use of the highly mycorrhizal species *Trifolium pratense* as a companion plant impacted positively on mycorrhizal colonization of *A. umbelliformis*, which might help extending the lifespan of génépi cultivation fields [38]. However, this technique is not applied in field cultivation up to now, mainly because of difficulties in mechanical harvesting of the génépi.

*A. umbelliformis* must be cultivated on well adapted sites in order to reach optimal yields. Soils with high proportion of sand have proven to favour plant development and yields [39] and to reduce the pressure of soil-borne diseases such as *Fusarium* sp., *Sclerotinia* sp. and *Rhizoctonia* sp. [37,41]. Therefore, it is recommended to cultivate white génépi in light soils with more than 60% of sand. The yields and the quality of the cultivar 'RAC 12' have shown to increase with altitude until 1550 m, probably thanks to better flower induction conditions as the altitude increases [39,41]. In terms of quality, the essential oil composition showed no clear correlation with altitude [41]. In contrast, the content of costunolide in the floral stems decreased as the altitude increased [39,41]. Costunolide is one of the compounds that are responsible for the bitter taste of génépi, potently interacting with the human bitter taste receptor hTAS2R46 [43]. Reduction of the costunolide content of the flower stems might be positive in order to reduce the intensity of the bitter taste of the liquors produced with the cultivar 'RAC 12'.

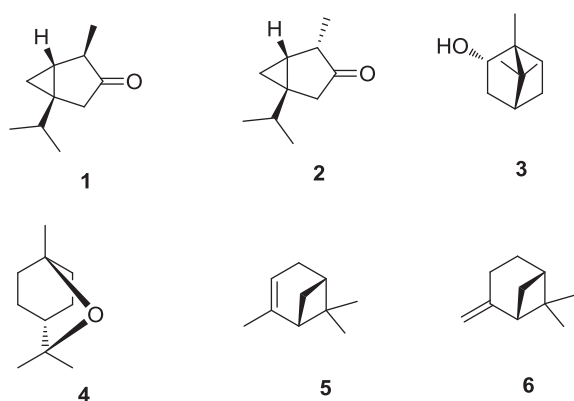
The optimal harvest stage is a critical issue in medicinal and aromatic plant cultivation, putatively affecting yield and phytochemical profile [39,44]. In génépi, a strong influence of the harvest stage was observed on the essential oil concentration in the floral stems (Table 3). At the beginning of flowering, the essential oil content of the thujone-free cultivar 'RAC 12' exceeded 5%. After 7–9 days, the essential oil content dropped by 30% in 2002 and by 60% in 2003. However, no significant variation in the chemical composition of the essential oil was observed in relation to harvesting stages. The kinetics of costunolide content was very similar to that of the essential oil, with a maximum at the beginning of flowering and a quick drop towards full flowering. At its maximal concentration, the costunolide content was very high, reaching about 3%. The harvest stage also had an important effect on floral stems yield that had doubled between the beginning and the end of the flowering period, reaching up to 100 g/m<sup>2</sup>. Therefore, harvesting white génépi at the beginning of flowering is recommended to ensure product quality, even if yields are higher at the post-flowering stages. Therefore, prices for *A. umbelliformis* harvested at the beginning of flowering must be higher than at later stages in order to obtain a high quality product.

#### 5. Phytochemistry

The essential oil (EO) of génépi, credited with spasmolytic, sedative and antiseptic properties, is mainly produced in leaves and flowers, and is characterized by very low isolation yields (0.1% on dry weight) and a significant percentage of thujone (45–76%) [45]. Over one hundred EO constituents have been characterized in *A. genipi* and *A. umbelliformis* [34,45,46], and the most abundant of them are used to distinguish chemotypes within a species or a group of species. Within the *Artemisia* species that are used to make génépi, four distinct chemotypes with distinct olfactory properties were identified as early as 1984 [47]:

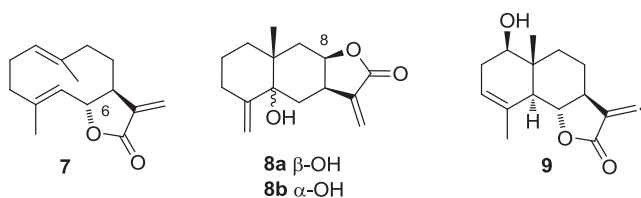
- Thujone (45–76%): This sabinane monoterpene exists in two diastereomeric forms,  $\alpha$ -thujone or (+)-3-thujone (**1**), and  $\beta$ -thujone or (–)-3-thujone (**2**), with the  $\beta$ -form prevailing in génépis. The Agroscope cultivar 'RAC 10' is rich in thujone, with up to 60–70% [31]. Although absinth was banned in several countries because of the neurotoxicity of thujone, recent GC–MS studies have found a low content of this compound in absinth, concluding that it plays a negligible or only a minor role in the clinical picture of absinthism [48].
- Borneol (**3**, up to 68%), with the woody camphoraceous note associated with this insect-repellent.
- Cineol (**4**, ca. 25%)–borneol (**3**, ca. 21%), characterized by the spicy camphoraceous note of cineol (= eucalyptol)
- $\alpha$ -, $\beta$ -Pinenes (**5**, **6**, respectively, 22–48%), with a pine resin note.





Intermediate chemotypes were also observed in GC profiles [46,47], suggesting a high degree of variability in the composition and in the organoleptic properties of the oils.

*Artemisia* species from the génépi group contain sesquiterpene lactones, responsible for the bitterness of the plant and possibly also involved in its bioactivity. Significant differences exist between the sesquiterpene lactones profile of various collections of plants classified as génépi, with *cis*-fused C-8 lactones and C-6 *trans*-fused lactones having an essentially vicariate distribution that apparently transcends the botanical classification [34]. Thus, the C-6 *trans*-lactone costunolide (7) is the major constituent of *A. genipi* [49] as well as the RAC 12 chemotype of *A. umbelliformis* [34], while telekin (8a,b)-type C-8-*cis* lactones are typical of *A. eriantha* and of the chemotypes of *A. umbelliformis* Lam. from the Southern Alps [50,51], with *A. glacialis* being totally devoid of compounds of this type [52]. A chemotype of *A. umbelliformis* containing very high concentrations of the C-6 *trans*-lactone santamarine (9) was found in the very first study on the non-volatile constituents of these plants [53], and this trait was also detected in a population of *A. genipi* from the Southern Alps [52]. In general, very high concentrations of lactones are present (up to 2% on dry plant material), and all compounds are of the exomethylene type, unlike lactones from wormwood, that are of the 11,13-dihydro type. Given the relatively small number of samples investigated, the variation in sesquiterpene lactones is really remarkable, and a systematic study of the distribution of sesquiterpene lactones in wild populations of the plants would probably identify additional chemotypes. Some sesquiterpene lactones are shared by different species, while others are unique to a population, like the sesquiterpene-monoterpene Diels–Alder adduct genepolide (see below), typical of the RAC 12 chemotype of *A. umbelliformis* [54].



From a structural standpoint, the presence of high amounts of the hydroperoxides **11a,b** in the Southern Alps chemotype of *A. umbelliformis* is interesting and might bear a relationship with the high intensity of solar exposure during the short period of vegetation. The plant contains a  $\Delta^4$ -eudesmanolide (10) that could be converted by activated oxygen into a mixture of the two allylic hydroperoxides **11a,b** by an ene-type reaction, or, alternatively by  $[2\pi + 2\pi]$  cycloaddition into the dioxetane **12**, next fragmented to the seco-lactone umbellifolide (**13**) (Fig. 2).

These compounds have an interesting biological potential, being both electrophilic Michael acceptors and oxidants. Since Nrf2, the master switch of the intramolecular response to dangerous xenobiotics is sensitive to both electrophiles and oxidants [55], the hydroperoxides

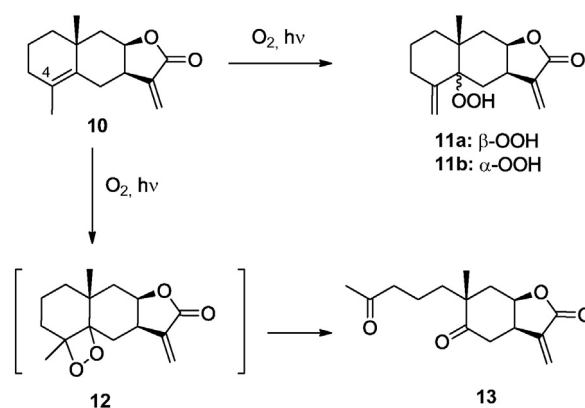
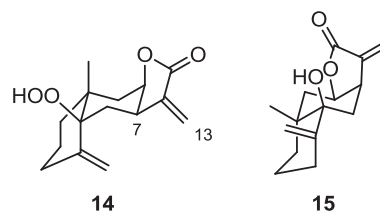


Fig. 2. Biogenetic relationships between the C-8 *cis*-fused sesquiterpene lactones of *A. umbelliformis*.

of exomethylen-sesquiterpene lactones are potentially capable of activating Nrf2 in a two-fold fashion, a molecular mechanism that might well fit the “tonic” reputation of génépi-based products.

A remarkable feature of the *cis*-decalin hydroperoxide **11a** is the conformational switch from a steroid-like to a non-steroid-like conformation upon reduction of the hydroperoxyl group [50]. This behaviour was first evidenced in solution, and is a remarkable example of the diagnostic power of the Samek rule on the relationship between the allylic coupling constant of the exomethylene protons and the conformation of the system [50]. Thus, the steroid-like conformation (14) associated with the *cis*-hydroperoxide is characterized by a small value (ca 1 Hz) of the allylic coupling  $^3J_{7,13}$ , while in the corresponding alcohol (epitelekin, **8a**) this coupling constant is higher (ca 3 Hz), as expected from a non-steroid like conformation (15). These differences are maintained also in the solid state, as evidenced by a crystallographic analysis of the hydroperoxide **11a** and its corresponding alcohol (**8a**, telekin) [56]. One possible explanation, backed up by  $^{13}\text{C}$  NMR consideration, is related to an anomeric-type effect of the oxygen–oxygen bond on the  $\pi$ -olefin system, that favours a conformation with a *syn*-relationship between the exocyclic allylic double bond and the oxygen–oxygen bond [56].



The seco-eudesmanolide umbellifolide (**13**) is formally the product of dioxetane cleavage of the endocyclic olefin **10**, a minor constituent of the plant, and has been synthesized from artemisin [57]. The eudesmane olefin **10** is also the plausible precursor of the hydroperoxides **11a,b**, the major constituents of *A. umbelliformis* from the South-Western Alps and of *A. eriantha* (Fig. 3). Apart from the colour reaction with ferrous (II) thiocyanate related to the presence of the hydroperoxyl group, the hydroperoxyeudesmanolides **11a,b** also give a deep red colour with acids, while their corresponding alcohol **8a,b** do not give any colour under the same acidic conditions. This behaviour could be the result of a fragmentation of the eudesmane skeleton, with generation of a germacrane ketone related to tanacetols. This hypothesis was supported by the similarity of the visible spectrum of the red species generated from the hydroperoxides and tanacetol A (**16**) (Fig. 3) [58]. These colour reactions were used to localize histochemically the hydroperoxides in superficial glandular structures in various tissues of *A. umbelliformis* [58].

Considerable attention has been dedicated to hydroperoxides from *Artemisia* species, in the wake of the development of the seco-cadinane artemisinin as an anti-malarial drug. It has been suggested

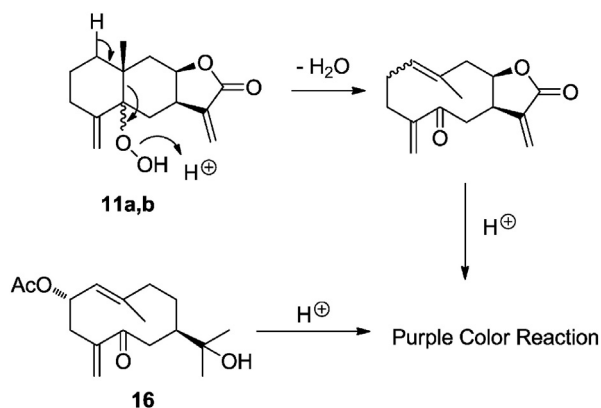
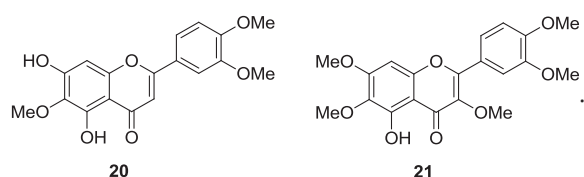


Fig. 3. Fragmentation of the hydroperoxides **11a,b** into germacrane ketones related to tanacetol A (**16**).

that the seco-cadinane artemisinin is an artefact of the post-harvesting oxidation of an unstable cadinane precursor [59]. Since the eudesmane olefin **10** is a stable compound, the accumulation of hydroperoxides by *A. umbelliformis* seems to be the result of a genuine enzymatic activity. During its brief vegetative period, the plant is indeed exposed to high solar irradiation, and the “organization” of reactive oxygen species (singlet oxygen) might represent a detoxification strategy.

Another interesting constituent of génépis is the sesterpene lactone genepolide (**17**), formally the Diels–Alder adduct between the sesquiterpene lactone costunolide and the monoterpene myrcene (**18**). Genepolide was isolated from the RAC 12 of white génépi (*A. umbelliformis*) [54], and is apparently the result of a genuine Diels–Alderase activity in the plant, since the parent precursors were virtually unreactive under a variety of conditions that promote cycloaddition reactions (heating, addition of Lewis acids) [54]. Myrcene is an unreactive diene, rather reacting as a dienophile in reverse electron-demand cycloadditions, as demonstrated in the biomimetic synthesis of some sesterpene Diels–Alder adducts by cycloaddition with an eudesmane dienone [60]. Conversely, the exomethylene lactone moiety of costunolide was shown to react with activated dienes of the artabsin-type to give in a regioselective way a dimeric lactone structurally related to arteminolides, a class of farnesyl-protein transferase inhibitors isolated from an Asian *Artemisia* species [54]. Interestingly, quaternarization at C-11 promoted the Cope-rearrangement of the germacradiene system, and moderate heating quantitatively transformed genepolide into its corresponding elemanolide **19**. This behaviour is typical of C-8 *cis*-lactonized germacranolides, that adopt a parallel conformation of the homoconjugated diene system that favours their interaction [61], but the configuration of the Cope adduct of genepolide indicates that the reaction proceeds via the crossed conformation of the cyclodecadiene system. The mechanistic rationale for this behaviour is therefore unclear.

All chemotypes of *A. umbelliformis*, *A. genipi* and *A. eriantha* investigated so far contain the lipophilic flavonoid eupatilin (**20**) [62]. Lipophilic flavonoids are typically accumulated in rutaceous plants, but can also be found in high concentrations (ca 0.1%) in some *Artemisia* species, like artemetin (**21**) from wormwood (*A. absinthium*) [62]. The concentration of eupatilin in génépis is much lower, in the range of 0.02% on dry weight, but the presence of a single compound is remarkable, since complex mixtures or methylated flavonoids are typically found in asteraceous plants [63].



## 6. Authentication

With the exception of *A. glacialis*, all the other *Artemisia* species from the génépi group show a distinct profile of essential oil and sesquiterpene lactones [34]. As already remarked, there is little overlapping between the isoprenoid profiles and the morphology-based taxonomy of these plants. *A. umbelliformis*, *A. genipi* and *A. eriantha* are closely related, and can hybridize, hampering a clear-cut distinction between them, as discussed in Section 3. On the other hand, based on the presence of thujone and a specific profile of sesquiterpene lactone, three basic chemical profiles seem to exist: thujone/C-6 *trans*-olides, eucalyptol/C6 *trans*-olide, and thujone/C-8 *cis*-olide. The overlapping between the chemotaxonomic and the phenotypic classification is poor, and genomic methods have been applied to address the complex classification of *Artemisia* species from the génépi group.

There is growing evidence that, unlike wines, where precipitation of hydrophobic proteins occurs easily with ageing, the higher alcohol contents and lower dielectric constant of aperitifs and liqueurs make them retain traces of proteins from the plants used in their preparation [64]. A proteomic analysis is therefore possible, and this approach was validated with the herbal liqueur Braulio [64]. It might similarly be possible to develop a proteomic profile of génépis to detect frauds, with proteotyping complementing the chemical analysis.

## 7. Bioactivity

### 7.1. Molecular targets

#### 7.1.1. Bitter receptors

The bitter sesquiterpene lactones from génépi were instrumental to deorphanize the bitter receptor hTAS2R46, a previously orphan receptor without any known ligand, that was identified as their major sensory target [43]. Further investigations showed that this receptor is broadly tuned, recognizing not only bitter terpenoids like sesquiterpene lactones and clerodane diterpenoids, but also nitrogen compounds like strychnine and denatonium [65]. Structure–activity relationships emerged. Thus, reduction of the exomethylene lactone group is tolerated and is generally uninfluential for activity. On the other hand, the lactonization site is important, with C-6 *trans* lactones being generally more potent than C-8 *cis* lactones, an observation rationalizing the more bitter properties associated with costunolide-containing génépis compared to those containing telekin-type lactones, that were unable to interact with hTAS2R46 at a threshold of 10 000 nM. For costunolide (**7**), this threshold was 300 nM, similar to that of the diterpenoid marrubiin, while umbellifolide (**13**) was a weaker ligand, with an activation threshold of 10 000 nM. Molecular modelling studies suggested that the inactivity of telekin-type lactones (**11a,b**) might be due to the presence of the angular oxygen function at C-5 [43].

The activation of bitter receptors might, in principle, underlie the activity of génépi against airway infections, since hTAS2R46 is highly ectopically expressed in the nasal epithelium [66] and in the airways [67], where its activation stimulates, respectively, ciliar motion with secretion of the antibacterial gas NO (nasal epithelia), and relaxation (bronchial tissues), two activities useful to prevent infections and improve ventilation. It is not clear, however, how the traditional use of the plant in folk medicine, based essentially on herbal teas, could have delivered non-volatile compounds like sesquiterpene lactones to their potential sites of action in the airways. Bitter receptors are also expressed in the gastro-intestinal tract, where they mediate the liberation of intestinal hormones, and especially ghrelin, a messenger of hunger [68]. After an initial stimulation of hunger, a prolonged sensation of satiety follows, making it difficult to evaluate the overall impact of bitter compounds on weight management, although the short-term effect would be in line with the use of bitter aperitifs before meals to stimulate hunger.

### 7.1.2. Thiol trap-sensitive transcription factors

Exomethylene- $\gamma$ -lactones are electrophilic compounds, and interact covalently with thiol-sensitive targets like the transcription factors NF- $\kappa$ B, STAT3, and Nrf2 [69]. In the case of NF- $\kappa$ B, the activity of the exomethylene- $\gamma$ -lactones could be synergized by the flavonoid eupatilin (**20**), that also inhibits the activation of this transcription factor [70]. Methylated flavonoids have better absorption and metabolic stability compared to other classes of flavonoids [71]. Nevertheless, due to the low concentration of these compounds in génépi products, and to their overall limited intake, it is unlikely that the activity on these targets alone might be associated with any systemic activity. On the other hand, activation of NF- $\kappa$ B has been associated with gastric mucosal damage [72], and it does not seem unrealistic to associate the gastroprotective properties of génépi with a “local” intestinal inhibition of NF- $\kappa$ B activation. In a structure–activity study, the hydroperoxides of telekin (**11a,b**) and umbellifolide (**13**), all C8-*cis*-lactones, outperformed costunolide and other C-6 trans-lactonized compounds in terms of inhibition of TNF- $\alpha$  or PMA-induced activation of NF- $\kappa$ B [73]. As expected, genepolide (**17**) was inactive. Nevertheless, this compound outperformed exomethylene- $\gamma$ -lactones in *in vivo* assays of anti-inflammatory activity [74], suggesting that a distinct set of yet-to-identify targets underlies its activity.

### 7.1.3. Thermo-TRPs

Interaction with TRPA1 (Transient Receptor Potential Ankyrin 1) has been demonstrated for the exomethylene- $\gamma$ -lactone parthenolide [75], that behaves as a partial agonist and as a desensitizing agent, making TRPA1-expressing nerve terminals unresponsive to any stimulus and abrogating trigeminal nociceptive responses. Since parthenolide is structurally closely related to costunolide (**7**), the two compounds might share this activity. Interestingly, 1,8-cineol (**4**), a major constituents of the essential oil of both the thujone and the thujone-free chemotypes of *A. umbelliformis*, is a TRPM8 agonist [76], while (+)-borneol (**3**), a major volatile terpenoid of the thujone-free chemotype is a potent activator of another thermo-TRP, namely TRPV3 [77]. Taken together, these observations show that génépis contain both volatile and non-volatile modulators of thermo-TRPs, although it is unclear if this would, overall, result in a thermogenic activity, as claimed in the folk medicine.

## 7.2. Clinical targets

### 7.2.1. Gastric protection

In general, alcohol and alcoholic beverages have markedly different effects on gastric acid secretion, with non-alcoholic ingredients, and not alcohol, being actually responsible for the stimulatory gastric action of plant-based alcoholic beverages like beer, wine and liqueurs [78]. Remarkably, the increased secretion of gastric juices associated with these alcoholic beverages has been associated in folk medicine with gastroprotection [76], and this association seems especially well-founded for génépi. All wormwood from the génépi group that we have investigated (*A. genipi*, *A. umbelliformis*, *A. eriantha*) contain the lipophilic phenolic eupatilin (**20**) in concentrations ranging from 100 to 200 mg/kg [62]. Eupatilin is a potent anti-inflammatory agent, equipotent to indomethacine in the Croton-oil-induced dermatitis assay and with an overall *in vivo* topical anti-inflammatory activity qualitatively similar to that of hydrocortisone, and intermediate, in terms of potency, between those of steroid and non-steroid drugs [79]. Eupatilin directly inhibits the production of leukotrienes by inhibiting the enzyme 5-lipo-oxygenase (5-LO), suppressing the genomic expression of leukotrienes and related pro-inflammatory enzymes by acting at the level of transcription factors like NF- $\kappa$ B and STAT3, with little direct activity on prostaglandin producing enzymes being observed [79]. Although no human data are available on the oral absorption of eupatilin, animal data evidenced a low absorption, with almost

70% of the dosage not absorbed by the gastro-intestinal tract [80]. It seems therefore unlikely that the low concentrations of eupatilin in génépis and their products can exert any systemic anti-inflammatory activity. On the other hand, topical activity at the intestinal level seems possible, especially in the light of the successful development of an eupatilin-containing herbal drug (Stillen®) as a gastro-protecting agent in South Korea. In the wake of the discovery that extracts from *Artemisia asiatica* Nakai exert potent cytoprotective and antiapoptotic effects in gastric and esophageal epithelial primary cells [81], a formulated ethanol extract containing 1 mg eupatilin/dosage as the active ingredient was developed as an anti-ulcer and gastroprotective agent [81]. The mucosal protective activity has been related to a combination of stimulation of mucus and bicarbonate secretion, local increase in prostaglandins and glutathione, and enhancement of mucosal blood flow [81]. Although the product is claimed to be validated by phase 3 and phase 4 investigations, no clinical study of Stillen® as a gastro-protectant is actually present in the indexed literature available from PubMed as of January 12, 2015. Assuming a concentration of eupatilin of 0.2 mg/g of génépi plant material and an excellent extraction with warm water, an intake of eupatilin in the range of 1 mg can be achieved in génépis herbal teas, but not in liqueurs, where other types of compounds might be responsible for this activity, in particular the exomethylene- $\gamma$ -lactones that, just like eupatilin, inhibit pro-inflammatory transcription factors like NF- $\kappa$ B and that, because of their lipophilicity, might be better extracted in water-ethanol rather than in warm water.

### 7.2.2. Alcohol metabolism

Ethanol is metabolized into acetaldehyde, a reactive compound that plays a major role in alcohol toxicity and that produces a strong and unpleasant aversive reaction, chronically damaging various organs, and eventually inducing cancer [82]. The plasma concentrations of acetaldehyde are regulated by the activity of two liver enzymes, with alcohol dehydrogenase (ADH) generating acetaldehyde from ethanol, and aldehyde dehydrogenase (ALDH) detoxifying it into acetic acid. ADH activity is also located in the upper digestive tract, locally controlling the amount of portal absorption of ethanol [82]. The activity of ADH and ALDH is under genetic control, and individuals with a mutant and less active ALDH are more susceptible to alcohol toxicity, as are those with elevated activity of ADH [83]. Various phenolics extracted from wood during the maturation of alcoholic beverages (vanillin, syringaldehyde, ellagic acid) inhibit ADH activity and depress alcohol metabolism, prolonging its half-life and resulting in a lower likelihood of overdrinking (but a prolonged drunkenness in case of overdrinking), a well known observation with alcoholic beverages [83]. On the other hand, some flavonoids are known to increase the activity of both ADH and ALDH, stimulating the detoxification of alcohol [83]. While these considerations are quite general for plant liqueurs, génépis contain non-phenolic compounds with a selective effect on alcohol absorption. Thus, a series of studies demonstrated that costunolide can dramatically affect the absorption of ethanol in rodents, being capable of strongly inhibiting its absorption at a 100:1 ethanol/costunolide weight ratio [84–86]. Assuming a 20% volume concentration of ethanol in génépi liqueurs, the use of ca 10 g of plant material, and the presence of up to 200 mg costunolide in this amount of plant material, ratios of this type are achievable in the stomach upon consumption of liqueurs. The mechanism of inhibition of alcohol absorption by costunolide has been extensively investigated, since the reduction of alcohol absorption is an important preventive strategy to prevent alcohol-related disorders. The activity has been related to the presence of an exomethylene- $\gamma$ -lactone moiety, a common feature of all sesquiterpene lactones from the various génépis, and has been connected to a delay of gastric emptying [84]. Ethanol is absorbed slowly from the stomach, but rapidly from the small intestine, and has an intrinsic delaying activity of gastric emptying. Costunolide exacerbates it, and dilutes its concentration in the stomach by stimulating the production of gastric juices,

overall avoiding the quick attainment of mind-altering blood concentrations of ethanol.

### 7.2.3. Diabetes

Eupatilin (**20**) was identified as the main active ingredient of *Artemisia princeps* (Japanese mugwort), a traditional treatment of diabetes in Japan and Korea [87]. In rodent experiments, extracts of this plant could enhance hepatic and plasma glucose metabolism, and a randomized, double-blind, placebo-controlled study confirmed the beneficial effects of the plant in the management of hyperglycemia, reducing the plasma levels of fasting blood glucose, HbA1c, and free-fatty acids. These effects were observed with dosages of extract corresponding to a daily intake of 15–30 mg eupatilin [87]. Interestingly, costunolide (**7**), a major constituent (>1%) of some g n p s, showed potent anti-diabetic activity in the streptozotocin-induced diabetes model of the disease, with a dose-dependent effect on fasting glycemia, glycosidated haemoglobin (HbA1c) and plasma insulin concentrations, and with beneficial effects on serum total cholesterol, LDL cholesterol and triglycerides [88].

## 8. Conclusions

Génépi is currently a niche product in the market of alcoholic beverages, with a diffusion mostly limited to the Western Alpine region. However, given the growing interest in local food and the unique and pleasant sensory properties of this liqueur, the potential for a significant growth exists, including in the perfume and cosmetics industries. To implement this potential, cultivation of the source plants will become a necessity, as well as the development of analytical methods of authentication of both plant and biomass, and finished products. Many challenges still have to be addressed. Thus, the susceptibility to fungal diseases of the cultivated plants should be overcome by the selection of suitable cultivars and the optimization of the cultivation procedures, while the plague of adulteration requires the definition of mandatory rules for the qualification of plant biomass and finished products as génépi. Research carried out in the past decades highlights the concrete feasibility of overcoming the agronomical and analytical issues involved in the expansion of the currently very limited supply chain of the plant material, while the regulatory environment within the EU is definitely ripe for the definition of rigorous standards of authentication. Remarkably, several studies suggest that the bioactivity of various Alpine *Artemisia* species, and possibly of the liqueurs produced from them as well, is worth a serious pharmacological investigation, in accordance with the long tradition of medicinal use associated with these plants, while the peculiar sensory properties of génépi make it an attractive ingredient for the aromatization of a vast array of products, from chocolate to candies. Despite the medicinal potential of the génépi *Artemisia* species, only local intestinal effects are expected for génépi-based products like liqueurs, while systemic effects would require more concentrated delivery forms, like teas or extracts. Taken together, these considerations qualify the Alpine *Artemisia* species from the génépi group not only as promising candidates for the valorisation of Alpine agriculture, but also as a source of interesting compounds for biomedical research.

## Acknowledgements

This review is dedicated to the memory of don Giovanni Culasso (zio John, 1921–2004), who pioneered the cultivation of *A. umbelliformis* at Pietraporzio (CN, Italy) in the 1970s, paving the way to the first systematic phytochemical studies on this plant. We are also grateful to Dado Luciano for the picture of *A. umbelliformis* shown in the Graphical Abstract.

## References

- [1] A. Jones, *The Aperitif Companion*, Book Sales, New York, 1998.
- [2] M. Albert-Puleo, Mythobotany, pharmacology, and chemistry of thujone-containing plants and derivatives, *Econ. Bot.* 32 (1978) 65–74.
- [3] S. Padosch, D.W. Lachenmeier, L.U. Kroenen, Absinthism: a fictitious 19th century syndrome with present impact, *Subst. Abuse Treat. Prev. Policy* 1 (2006) 14, <http://dx.doi.org/10.1186/747-597X-1>.
- [4] M.-C. Delahaye, *Le Génépi*, EquinoxeSaint-R my-de-Provence, France 2008.
- [5] A. Pieroni, M.E. Giusti, Alpine ethnobotany in Italy: traditional knowledge of gastro-nomic and medicinal plants among the Occitans of the upper Varaita valley, Piedmont, *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 5 (2009), <http://dx.doi.org/10.1186/746-4269-5-32>.
- [6] The death of Claude Anet was a critical event in Rousseau's life. Anet was the lover of Mme de Warens, the wealthy lady who decided to end the virginity of the philosopher, and the sentimental triangular relationship between Rousseau, Mme de Warens, and the gardener has been the subject of a scholarly study (Madame de Warens et J. J. Rousseau by F. Mugnier, Calamann Lévy, Ed. Paris, 1891) as well as of successful novels [(Michel le jardinier au jardin de J. J. Rousseau, by F. Mothe and M. Lis (Meng s, Paris, 1984) and *La signora delle pervinche*, Madame de Warens e Jean-Jacques Rousseau by P.G. Gosso (Firenze Libri, 2006)]. In literary terms, Mme de Warens was the equivalent of Beatrice for Dante or Laura for Petrarch (Green, K. Rousseau's women. *International Journal of Philosophical Studies*, 1996, 4, 87–109).
- [7] Rousseau cultivated a life-long interests in botany and music. In 1771–1773 he published the *Lettres  l mentaires Sur La Botanique*, a scholarly treatise on botany.
- [8] Rousseau, J.J., *Confessions*, 1772. Livre V (posthumous). The use of génépi to promote sweating was also documented by the great botanist Carlo Allioni, who in his *Rariorum Pedemontii Stirpium* (Torino, 1755), mentioned the successful use of the plant in the management of all diseases where sweating is beneficial [*Absintia Alpina apud Alpinas Gentes ubique Genepi dicuntur, et iis utuntur ad multos morbos; egregie et potenter sudores cient iisque Medice nostrates cum successu utuntur iis in morbis in quibus e re est vehementia sudorifera adhibere* (The Alpine wormwood is known as genepi by the Alpine population, who uses it for many diseases. By promoting sweating, our doctors use it with success in all conditions that need sweating)].
- [9] See [4], p. 31.
- [10] B.T. Parson, *Bitters: A Spirited History of a Classic Cure-All, with Cocktails, Recipes, and Formulas*, Fernet Branca was a popular treatment for menstrual discomfort and nervous irritation, and, just like Coca-Cola originally contained cocaine, it used to contain small amounts of opioids, Ten Speed Press, Berkeley (CA), 2011.
- [11] G. Fabiani, *Elixirs & boissons retrouv s*, Equinoxe Saint-R my-de-Provence (France), 2008.
- [12] E. De Amicis, *Alle porte d'Italia*, Torino, 1883.
- [13] L. Pace, S. Grandi, M. Marotti, R. Piccaglia, G. Pacioni, L. Span , Terpenoids profiles of in vitro regenerated *Artemisia petrosa* subsp. *eriantha* (Apennines' genepi), *Ann. Appl. Biol.* 157 (2010) 309–316.
- [14] Diana is the Roman equivalent of the Ancient Greek deity Artemis, and ear refers to the shape of the inflorescence
- [15] H. Heske, La forme glabre de l'*Artemisia genipi* Weber de l'Ober-Rothorn (3415 m; Valais), *Le Monde des Plantes*, 64 1969, pp. 19–20.
- [16] C. Abbet, R. Mayor, D. Roguet, R. Spichiger, M. Hamburger, O. Potterat, Ethnobotanical survey on wild alpine food plants in lower and central Valais (Switzerland), *J. Ethnopharmacol.* 151 (2014) 624–634.
- [17] T.G. Tutin, V.H. Heywood, N.A. Burgess, D.H. Valentin, S.M. Walters, D.A. Webb, *Flora Europaea*, University Press, Cambridge, 1976.
- [18] H.E. Hess, E. Landolt, R. Hirzel, *Flora der Schweiz*, Birkhäuser Verlag, Basel, 1972.
- [19] J. Valles, T. Garnatje, S. Garcia, M. Sanz, A.A. Korobkov, Chromosome numbers in the tribes Anthemideae and Inuleae (Asteraceae), *Bot. J. Linn. Soc.* 148 (2005) 77–85.
- [20] V. Giacomini, S. Pignatti, Saggio preliminare sulle artemisie del gruppo "genipi", *Arch. Bot.* 26 (1950) 85–99.
- [21] S. D'Andrea, R. Caramiello, S. Ghignone, C. Siniscalco, Systematic studies on some species of the genus *Artemisia*: biomolecular analysis, *Plant Biosyst.* 137 (2003) 121–130.
- [22] S. Khela, *Artemisia umbelliformis*, The IUCN Red List of Threatened Species, Version 2014.2, 2013 ([www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org), Downloaded on 12 August 2014).
- [23] V. Stevanovi , *Artemisia Eriantha*, IUCN Red List of Threatened Species, IUCN, 2011 ([www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)).
- [24] F.H. Hofmann, über den Einfluss einiger Bodenarten auf Wachstum und Gehalt von Arzneipflanzen, *ETH, Zürich*, 1949 124 pp.
- [25] H. Fl ck, *Arzneipflanzen der montanen und alpinen Regionen*, *J. Suisse Pharm.* (1959) 699–704.
- [26] G. Boschero, Esperimenti di coltura di *Artemisia genipi* Weber e *A. mutellina* Vill. ("genepi"), *Revue Vald taine d'Histoire Naturelle*, 31 1977, pp. 81–83.
- [27] S. Stefanelli, G. Busanelli, Esperienze di coltivazione di piante officinali alpine su diversi substrati naturali, *Econ. Trentina* 4 (1980) 22–74.
- [28] G. Gilly, *La culture du génépi*, INRA, Antibes, 1984 37 pp.
- [29] E. François, *Le génépi: culture d'avenir?*, Rencontres techniques et  conomiques, Plantes Aromatiques et Médicinales, Nyons décembre 9–11 1985, pp. 132–136.
- [30] T. Eccher, E. Bussolati, Ricerche preliminari e prospettive per il miglioramento genetico di *Artemisia genipi* Weber, *Erboristeria Domani*, 6 1984, pp. 258–262.
- [31] C. Rey, I. Slacanian, Domestication du génépi blanc (*Artemisia umbelliformis* Lam.), *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 29 (1997) I–VIII.
- [32] C.-L. L , Culture in vitro du génépi blanc (*Artemisia umbelliformis* Lam.), *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 30 (1998) 153–156.
- [33] R. Gautheret, C. Leddet, C. Paupardin, L'amélioration des g n p s (*Artemisia umbelliformis* et *A. genipi*) par culture de méristème, *C. R. Acad. Agri. Fr.* 70 (1984) 1237–1246.

- [34] P. Rubiolo, M. Matteodo, C. Bicchi, G. Appendino, G. Gnani, C. Bertera, et al., Chemical and biomolecular characterization of *Artemisia umbelliformis* Lam., an important ingredient of the alpine liqueur "Genepi", *J. Agric. Food Chem.* 57 (2009) 3436–3443.
- [35] N. Sugimoto, F. Kiuchi, M. Mikage, M. Mori, H. Mizukami, Y. Tsuda, DNA profiling of *Acorus calamus* chemotypes differing in essential oil composition, *Biol. Pharm. Bull.* 22 (1999) 481–485.
- [36] T. Murashige, F. Skoog, A revised method for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures, *Physiol. Plant.* 15 (1962) 473–497.
- [37] C. Rey, B. Mercanti, F. Bondaz, R. Bonfanti, U. Lini, S. Piotti, et al., Projet interrégional sur la culture du génépi blanc, *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 34 (2002) 325–337.
- [38] M.-N. Binet, D. van Tuinen, N. Deprêtre, N. Koszela, C. Chambon, S. Gianinazzi, Arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Artemisia umbelliformis* Lam., an endangered aromatic species in Southern French Alps, influence plant P and essential oil contents, *Mycorrhiza* 21 (2011) 523–535.
- [39] C. Carlen, C.A. Carron, X. Simonnet, Optimising the cultivation of white genepi to achieve stable yields and high quality, *Acta Horticult.* 955 (2012) 211–217.
- [40] T. Aeschlimann, C.A. Baroffio, C.-A. Carron, F. Fournier, M., G., C. Gorbach, et al., Datenblätter Heil- und Gewürzkräuter, *Agridee*, Lindau, 2010.
- [41] F. Bondaz, R. Bonfanti, U. Lini, S. Piotti, B. Mercanti, C. Rey, et al., Développement et valorisation des plantes officinales des Alpes, le génépi, 2003.
- [42] C. Carlen, C.A. Carron, P. Amsler, Données de base pour la fumure des plantes aromatiques et médicinales, *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 28 (2006) I–VIII.
- [43] A. Brockhoff, M. Behrens, A. Massarotti, G. Appendino, W., M., Broad tuning of the human bitter taste receptor hTAS2R46 to various sesquiterpene lactones, clerodane and labdane diterpenoids, strychnine, and denatonium, *J. Agric. Food Chem.* 55 (2007) 6236–6243.
- [44] X. Simonnet, M. Quennoz, P. Jacquemettaz, U. Piantini, C. Carlen, Incidence of the phenological stage on the yield and quality of floral stems of white genepi (*Artemisia umbelliformis* Lam.), *Acta Horticult.* 826 (2009) 31–34.
- [45] C. Bicchi, G.M. Nano, C. Frattini, On the composition of essential oils of *Artemisia genepi* Weber and *Artemisia umbelliformis* Lam. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und Forschung A*, 175 1982, pp. 182–185.
- [46] M. Wüst, U. Piantini, Authenticity control of alpine aromatic plants by enantioselective gas chromatography–mass spectrometry. Part 1: white genepi (*Artemisia umbelliformis* Lam.), *Chim. Int. J. Chem.* 57 (2003) 741–742.
- [47] Gautheret, R., Leddet, C., Paupardin, C., Comparison of the essential oils of some genipi clones isolated and grown in vitro, *C. R. Acad. Sci. Ser.* 3 (1984) 621–4.
- [48] D. Lachenmeier, J. Emmert, T. Kuballa, G. Sartor, Thujone — cause of absinthism? *Forensic Sci. Int.* 158 (2006) 1–8.
- [49] G. Appendino, F. Belliardo, G.M. Nano, S. Stefanelli, Sesquiterpene lactones from *Artemisia genepi* Weber: isolation and determination in plant material and in liqueurs, *J. Agric. Food Chem.* 30 (1982) 518–521.
- [50] G. Appendino, P. Gariboldi, G.M. Nano, Isomeric hydroperoxyeudesmanolides from *Artemisia umbelliformis*, *Phytochemistry* 22 (1983) 2767–2772.
- [51] G. Appendino, P. Gariboldi, M. Calleri, G. Chiari, D. Viterbo, The structure and conformation of umbellifolide, a 4,5-secoeudesmane derivative, *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1* (1983) 2705–2709.
- [52] Appendino, G., Pollastro, F., Tagliatalata-Scafati, O., unpublished results.
- [53] P. Sancin, Chief terpenoid constituents from *Artemisia spicata*, *Phytochemistry* 8 (1969) 267–269.
- [54] G. Appendino, O. Tagliatalata-Scafati, A. Romano, F. Pollastro, C. Avonto, P. Rubiolo, Geneplolide, a sesterpene  $\gamma$ -lactone with a novel carbon skeleton from wormwood (*Artemisia umbelliformis*), *J. Nat. Prod.* 72 (2009) 340–344.
- [55] Z. Zhang, S. Zhou, X. Jiang, Y. Wang, F. Li, Y. Wang, et al., The role of the Nrf2/Keap1 pathway in obesity and metabolic syndrome, *Rev. Endocr. Metab. Disord.* (2014).
- [56] G. Appendino, M. Calleri, G. Chiari, D. Viterbo, Structure and conformation of 5-deoxy-5-hydroperoxy-5-epitelekin and 5-epitelekin, *J. Chem. Soc., Perkin Trans. II* (1984) 903–907.
- [57] J.A. Marco, Synthesis of umbellifolide and three natural eudesman-12,8-olides form (–) artemisin, *Tetrahedron* 43 (1987) 2523–2532.
- [58] M.E. Cappelletti, R. Caniato, G. Appendino, Localization of the cytotoxic hydroperoxyeudesmanolides in *Artemisia umbelliformis*, *Biochem. Syst. Ecol.* 14 (1986) 183–190.
- [59] W.J. Lommen, S. Elzinga, F.W. Verstappen, H.J. Bouwmeester, Artemisinin and sesquiterpene precursors in dead and green leaves of *Artemisia annua* L. crops, *Planta Med.* 73 (2007) 1133–1139.
- [60] E.M. Stocking, R.M. Williams, Chemistry and biology of biosynthetic Diels–Alder reactions, *Angew. Chem. Int. Ed.* 42 (2003) 3078–3115.
- [61] G. Appendino, P. Gariboldi, The structure and chemistry of hallerin, a mixture of anomeric sesquiterpenoids from *Laserpitium halleri* Crantz subsp. *halleri*, *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1* (1983) 2017–2026.
- [62] A. Giangaspero, C. Ponti, F. Pollastro, G. Del Favero, R. Della Loggia, A. Tubaro, et al., Topical anti-inflammatory activity of eupatilin, a lipophilic flavonoid from mountain wormwood (*Artemisia umbelliformis* Lam.), *J. Agric. Food Chem.* 57 (2009) 7726–7730.
- [63] C. Long, P. Sauleau, B. David, C. Lavaud, V. Cassabois, F. Ausseil, et al., Bioactive flavonoids of *Tanacetum parthenium* revisited, *Phytochemistry* 64 (2003) 567–569.
- [64] E. Fasoli, A. D'Amato, A. Citterio, P.G. Righetti, Anyone for an aperitif? Yes, but only a Braulio DOC with its certified proteome, *J. Proteome* 75 (2012) 3374–3379.
- [65] A. Brockhoff, M. Behrens, N. Roudnitsky, G. Appendino, C. Avonto, W. Neyerhof, Receptor agonism and antagonism of dietary bitter compounds, *J. Neurosci.* 31 (2011) 14775–14782.
- [66] V. Abraham, L. Doghramji, N.D. Adappa, J.N. Palmer, D.W. Kennedy, G.K. Beauchamp, et al., T2R38 taste receptor polymorphisms underlie susceptibility to upper respiratory infection, *J. Clin. Investig.* 122 (2012) 4145–4159.
- [67] J. Weaver, How bitter medicine could clear up asthma, *PLoS Biol.* 11 (2013) e1001500.
- [68] M. Behrens, W. Neyerhof, Bitter taste receptor research comes of age: From characterization to modulation of TAS2Rs, *Semin. Cell Dev. Biol.* 24 (2013) 215–221, <http://dx.doi.org/10.1016/j.semcdb.2012.08.006>.
- [69] C. Avonto, O. Tagliatalata-Scafati, F. Pollastro, A. Minassi, V. Di Marzo, L. De Petrocellis, et al., An NMR spectroscopic method to identify and classify thiol-trapping agents: revival of Michael acceptors for drug discovery? *Angew. Chem. Int. Ed.* 50 (2011) 467–471.
- [70] S. Lee, H.H. Park, H.Y. Son, J.H. Ha, M.G. Lee, T.Y. Oh, et al., DA-9601 inhibits activation of the human mast cell line HMC-1 through inhibition of NF- $\kappa$ B, *Cell Biol. Toxicol.* 23 (2007) 105–112.
- [71] X. Wen, T. Walle, Methylated flavonoids have greatly improved intestinal absorption and metabolic stability, *Drug Metab. Dispos.* 34 (2006) 1786–1792.
- [72] V. Pande, M.J. Ramos, NF- $\kappa$ B in human disease: current inhibitors and prospects for de novo structure based design of inhibitors, *Curr. Med. Chem.* 12 (2005) 357–374.
- [73] Munoz, E., Appendino, G., unpublished results.
- [74] Tubaro, E., Appendino, G., unpublished results.
- [75] S. Materazzi, S. Benemei, C. Fusi, R. Gualdani, G. De Siena, N. Vastani, et al., Parthenolide inhibits nociception and neurogenic vasodilatation in the trigeminovascular system by targeting the TRPA1 channel, *Pain* 154 (2013) 2750–2758.
- [76] J. Frasnelli, J. Albrecht, B. Bryant, J.N. Lundström, Perception of specific trigeminal chemosensory agonists, *Neuroscience* 189 (2011) 377–383.
- [77] A.K. Vogt-Eisele, K. Weber, M.A. Sherkheli, G. Vielhaber, J. Panten, G. Gisselmann, et al., Monoterpenoid agonists of TRPV3, *Br. J. Pharmacol.* 151 (2007) 530–540.
- [78] P. Feick, A. Gerloff, M.V. Singer, Effect of non-alcoholic compounds of alcoholic drinks on the pancreas, *Pancreatol.* 7 (2007) 124–130.
- [79] S.C. Choi, E.J. Choi, H.M. Oh, S. Lee, J.K. Lee, M.S. Lee, et al., DA-9601, a standardized extract of *Artemisia asiatica*, blocks TNF- $\alpha$ -induced IL-8 and CCL20 production by inhibiting p38 kinase and NF- $\kappa$ B pathways in human gastric epithelial cells, *World J. Gastroenterol.* 12 (2006) 4850–4858.
- [80] J.M. Jang, K.J. Park, D.G. Kim, H.J. Shim, B.O. Ahn, S.H. Kim, et al., Pharmacokinetics of a new anti-gastric agent, eupatilin, an active component of Stillen, in rats, *J. Appl. Pharmacol.* 11 (2003) 163–168.
- [81] E.J. Choi, H.M. Oh, B.R. Na, T.P. Ramesh, H.J. Lee, C.S. Choi, et al., Eupatilin protects gastric epithelial cells from oxidative damage and down-regulates genes responsible for the cellular oxidative stress, *Pharm. Res.* 25 (2008) 1355–1364.
- [82] C.J.P. Eriksson, The role of acetaldehyde in the actions of alcohol (update 2000), *Alcohol. Clin. Exp. Res.* 25 (2001) 155–325.
- [83] H. Takeshi, J. Sugimoto, S. Satob, Y. Abec, Y. Ohno, Phytophenols in whisky lower blood acetaldehyde level by depressing alcohol metabolism through inhibition of alcohol dehydrogenase 1 (class I) in mice, *Metab. Clin. Exp.* 57 (2008) 1753–1759.
- [84] M. Yoshikawa, H. Shimoda, U. Toshiaki, T. Morikawa, Y. Kawahara, H. Matsuda, Alcohol absorption inhibitors from bay leaf (*Laurus nobilis*): structure-requirements of sesquiterpenes for the activity, *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 8 (2000) 2071–2077.
- [85] H. Matsuda, H. Shimoda, T. Uemura, M. Yoshikawa, Preventive effect of sesquiterpenes from bay leaf on blood ethanol elevation in ethanol-loaded rat: structure requirement and suppression of gastric emptying, *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 9 (1999) 2647–2652.
- [86] M.T. Tinoco, P. Ramos, M.F. Candeias, Effects of a hexane extract from *Laurus novocanariensis* leaves on the ethanol metabolism of Wistar rats, *Fitoterapia* 80 (2009) 130–133.
- [87] J.Y. Choi, S.K. Shin, S.M. Jeon, N.I. Baek, H.G. Chung, T.S. Jeong, et al., Dose–response study of sajabalssuk ethanol extract from *Artemisia princeps* pampanini on blood glucose in subjects with impaired fasting glucose or mild type 2 diabetes, *J. Med. Food* 14 (2011) 101–107.
- [88] J. Eliza, S. Daisy, S. Ignacimuthu, V. Duraipandian, Normo-glycemic and hypolipidemic effects of costunolide isolated from *Costus speciosus* (Koen ex Retz) Sm. In streptozotocin-induced diabetic rats, *Chem. Biol. Interact.* 179 (2009) 329–334.
- [89] C. Vender, P. Fusani, Conservation of medicinal and aromatic plants in Italy, in: D. Baričević, J. Bernáth, L. Maggioni, E. Lipman (Eds.), Report of a Working Group on Medicinal and Aromatic Plants. First Meeting 12–14 September 2002 Gozd Martuljek Slovenia, International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, Gozd Martuljek Slovenia 2004, pp. 63–69.
- [90] M. Vust, P. Galland, Les Plantes Protégées de Suisse, Delachaux & Niestlé, Lausanne, 2001.
- [91] G. Hegi, *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, J. F. Lehmanns Verlag, München, 1927.

## CHAPTER 4

### **Agronomical and Phytochemical Evaluation of *Stevia rebaudiana* Genotypes**

José Vouillamoz<sup>1\*</sup>, Evelyn Wolfram-Schilling<sup>2</sup>, Claude-Alain Carron<sup>1</sup>,  
Catherine Baroffio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, Centre de Recherche Conthey, Route des Vergers 18, 1964 Conthey, Switzerland*

<sup>2</sup>*Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften, Fachgruppe Phytopharmazie, Gruental, 8820 Wädenswil, Switzerland*

*\*Corresponding author: Tel +41 (0) 58 481 35 36; Fax +41 (0) 58 481 30 17  
Email: jose.vouillamoz@agroscope.admin.ch*

#### **ABSTRACT**

The agronomical potential and the phytochemical variability of 18 genotypes of the Paraguayan plant *Stevia rebaudiana* have been investigated in Switzerland in order to identify the best genotype for local cultivation. Yields in dry leaves ranged from 10 to 170 g m<sup>-2</sup>, with a percentage of leaves ranging from 53 to 74 %. HPLC analyses showed a notable variability in phytochemical composition, with stevioside content ranging from 0.3 to 7.9 % w/w and rebaudioside A from 0.3 to 6.5 % w/w. Cultivation of *S. rebaudiana* in Switzerland is feasible. With a density of 10 plants per m<sup>2</sup>, the potential yields of dry matter are approximately 1-2 t ha<sup>-1</sup>. The most productive genotypes (Pharmasaat, Hem Zaden, Stepa and Mediplant 3 and 11) will be submitted to the industry for organoleptic evaluation.

## **KEYWORDS**

Stevioside, rebaudioside A, Sweetener plant, Switzerland

## **INTRODUCTION**

The Paraguayan shrub *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni contains large amounts of calorie-free sweeteners that are up to 400 times sweeter than sucrose. The main ones are stevioside and rebaudioside A. Some of these steviol glycosides *Stevia* also has a marked bitterness of licorice-like aftertaste that some manufacturers would like to avoid. The agronomic potential and the phytochemical variability of several genotypes have been investigated in Switzerland in order to identify the best genotype for local cultivation. The most productive genotypes will be submitted to the industry for organoleptic evaluation.

## **MATERIAL AND METHODS**

Plantlets of 18 genotypes (Pharmasaat, Hem Zaden, Stepa and 15 Mediplant clones from undisclosed origin) were planted in February 2013 in Conthey (480 masl) with a density of 10 plants per m<sup>2</sup>. Dry matter yield and percentage of leaves were measured over two harvests (August 26 and October 18, 2013). Steviol glycoside content (stevioside and rebaudioside A) was estimated by HPLC based on the Waters Application Notes WA60128 and WA60129, with a detection at UV 200 nm.

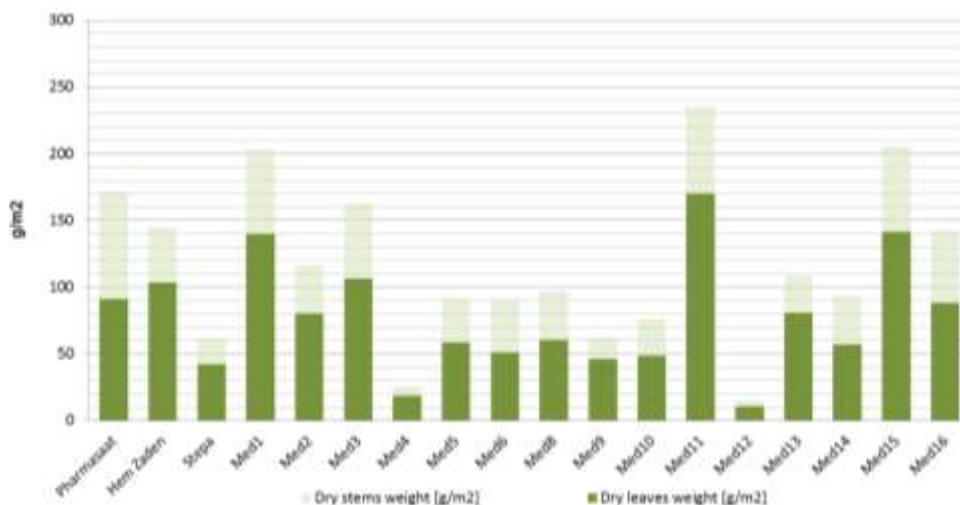
## **RESULTS AND DISCUSSION**

Dry leaf yield of all genotypes ranged from 10 to 170 g m<sup>-2</sup>, with a percentage of leaves ranging from 53 to 74 %. The genotypes Pharmasaat, Hem Zaden, Med1, Med3, Med11, Med15 and Med16 showed the best yields (Figure 1). A great diversity of the steviol glycoside content was observed, with stevioside levels ranging from 0.3 to 7.9 % w/w, whereas rebaudioside A ranged from 0.3 to 6.5 % w/w (Figure 2). The total steviol glycoside content was the greatest in the

genotypes Pharmasaat, Hem Zaden, Stepa and Mediplant 3 and 11. The stevioside-to-rebaudioside ratio was smaller than one for Hem Zaden, Stepa, Mediplant 6, 9, 11, 14 and 16, likely resulting in a less bitter after taste.

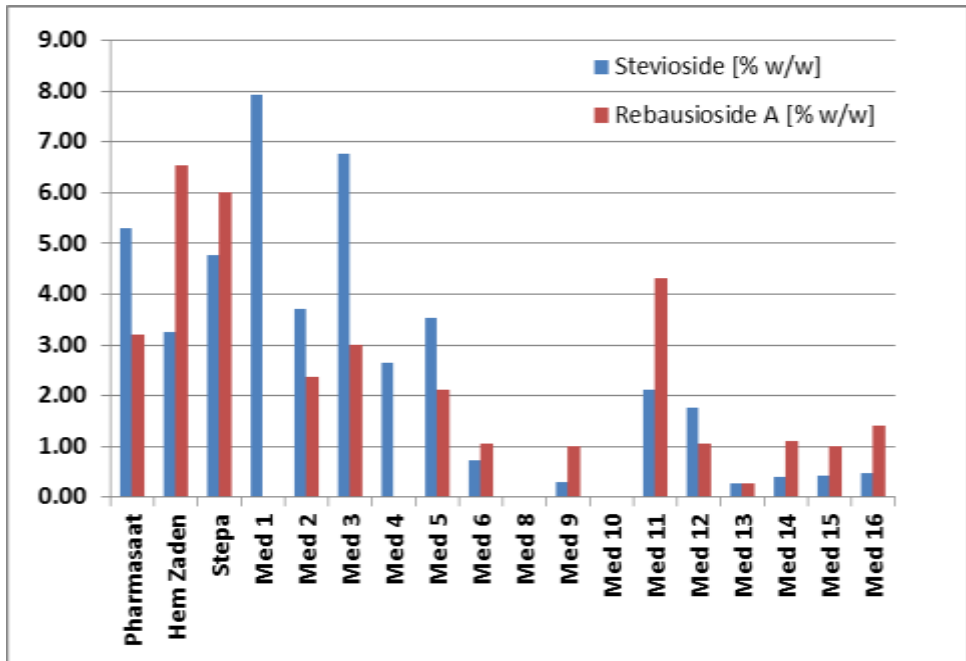
## CONCLUSION

Cultivation of *Stevia rebaudiana* is feasible in alpine areas. With a planting density of 10 plants/m<sup>2</sup>, the potential yield of dry matter is 2.5-3.0 t ha<sup>-1</sup> (leaves and stems) and 1-2 t ha<sup>-1</sup> (leaves only) over two harvests (August 26 and October 18), which is much lower than the highest quantity of leaf dry matter of 3.6 t ha<sup>-1</sup> estimated by Andolfi *et al.* (2006) for the most productive genotype in the first year in Central Italy. Under Swiss conditions in the first year, the theoretical yield range is 3-158 kg ha<sup>-1</sup> of stevioside and 3-130 kg ha<sup>-1</sup> of rebaudioside A. Pharmasaat, Hem Zaden, Stepa and Mediplant 3 and 11 showed the highest global content in steviol glycosides and a small stevioside-to-rebaudioside A ratio, resulting in a less bitter after-taste.



**Figure 1.** Yields in dry stem and leaf matter [g/m<sup>2</sup>] for 18 genotypes of *Stevia rebaudiana* over two harvests. The most productive genotypes are Pharmasaat, Hem Zaden and Mediplant 1, 3, 11, 15 and 16.





**Figure 2.** Steviol glycosides content for 18 genotypes. The global content in steviol glycosides was the highest in the genotypes Pharmasaat, Hem Zaden, Stepa and Mediplant 3 and 11. The stevioside/rebaudioside ratio was  $<1$  for Hem Zaden, Stepa, Mediplant 6, 9, 11, 14, 15 and 16, likely resulting in a less bitter after taste.

### Acknowledgements

We are grateful to Kennel AG (Baar/Switzerland) for supporting this research.

### LITERATURE CITED

- Lankes, C.; Mora Zabala, U. 2011. Evaluation of *Stevia rebaudiana* genotypes. In: Geuns J. M. C. (editor) '*Stevia: Break-Through in Europe*'. *Proceedings of the 5th Stevia Symposium 2011*, June 28-29; Leuven, Belgium, 75-87.
- Andolfi L.; Macchia M.; Ceccarini L. 2006. Agronomic productive characteristics of two genotype of *Stevia rebaudiana* in central Italy. *Ital. J. Agron.*, 2:257-262.

# Etude des *Longitarsus* sp. en cultures de PMA

Catherine A. Baroffio, C. Mittaz, C.A. Carron, K. Piato, D. Farquet  
 Agroscope, CH-1964 Conthey; www.agroscope.ch

## Présentation du ravageur

Coleoptera  
 Famille des Chrysomelidae

*Longitarsus lycopi*: vol en avril  
*Longitarsus ferrugineus*: vol en juillet



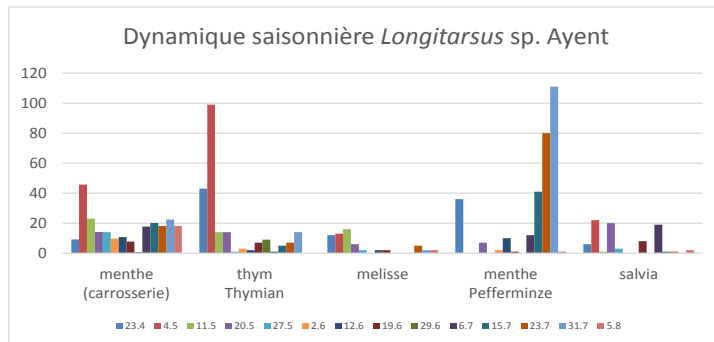
*Longitarsus* sp. adulte

## Dégâts

**Dégâts des adultes** : Les adultes se nourrissent des feuilles  
**Dégâts des larves** : Blanchâtres et vermiformes, elles sont souvent plus nuisibles que les adultes.

## Dynamique saisonnière

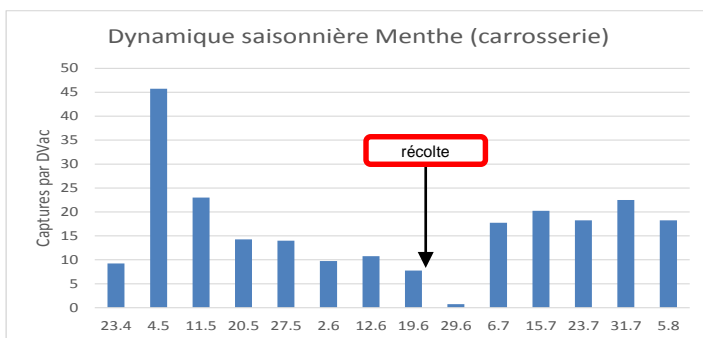
Des prélèvements faunistiques ont été effectués chaque semaine à Bruson et Ayent à l'aide du Dvac (aspirateur à moteur).



Détail des captures hebdomadaires de *Longitarsus* sp. à Ayent entre avril et juillet.

On voit un pic début mai qui devrait correspondre au vol de *Longitarsus lycopi* puis un nouveau pic se dessine en juillet qui correspondrait au vol de *L. ferrugineus*.

La menthe (carrosserie) et le thym ont le pic du printemps; la menthe d'Ayent, le pic de juillet

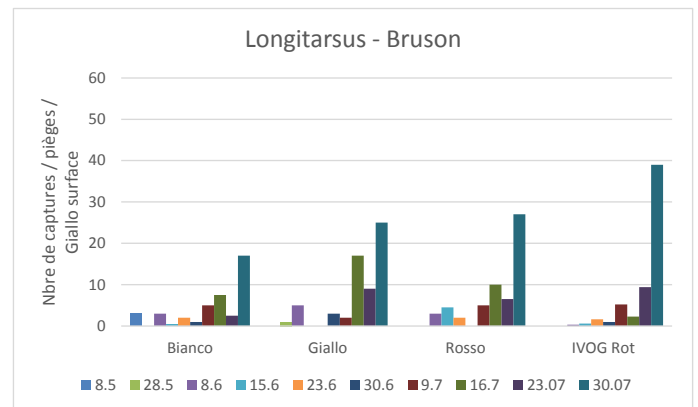


Moyenne de 4 échantillonnages par Dvac de *Longitarsus* sp. à Ayent entre avril et juillet

## Comparaison de pièges

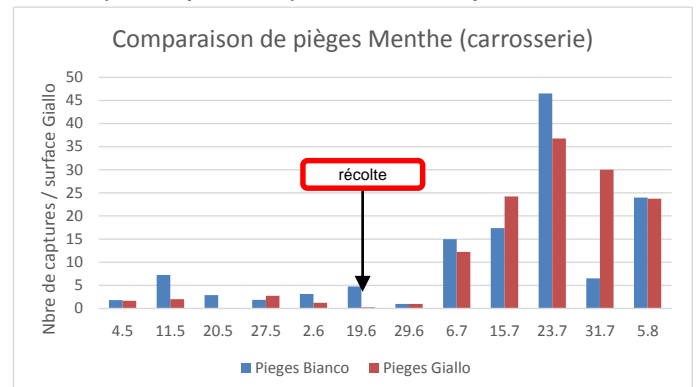
Des pièges Rebell de différentes couleurs ont été testés à Bruson

Alors que le piège Rebell bianco est supposé être le piège de référence pour les coléoptères, les pièges jaunes et rouges ont été attractifs particulièrement depuis le mois de juillet



Détail des captures sur pièges à Bruson : l'échelle est la surface du Giallo; les captures du Bianco et Rosso sont divisées par 2 et le Rot par 3, pour comparer à surface égale

A Ayent le piège blanc était le plus attractif en début de saison, puis le jaune depuis le mois de juillet



Détail des captures à Ayent ; les captures sont calculées à surface égale de piège

L'augmentation de l'attractivité du piège jaune en juillet pourrait correspondre à un comportement différent entre les 2 sp. de *Longitarsus*



- Le piège blanc attire plus en avril-mai; à partir de juillet, les pièges jaunes et rouges gagnent en attractivité (effet saison ou effet espèce?)
- Le Dvac permet un échantillonnage plus précis en début de saison et les pièges Rebell permettent une détection rapide du pic de juillet
- Les déterminations nous confirmeront la présence des 2 espèces ayant des vols à des périodes différentes
- Un traitement insecticide peut être ciblé en se basant sur les résultats des piégeages

# Studie über *Longitarsus* sp. in MAP

Catherine A. Baroffio, C. Mittaz, C.A. Carron, K. Piato, D. Farquet  
Agroscope, CH-1964 Conthey; www.agroscope.ch

## Vorstellung des Schädlings

Coleoptera  
Familie der Chrysomelidae

*Longitarsus lycopi*: fliegt im April  
*Longitarsus ferrugineus*: fliegt im Juli



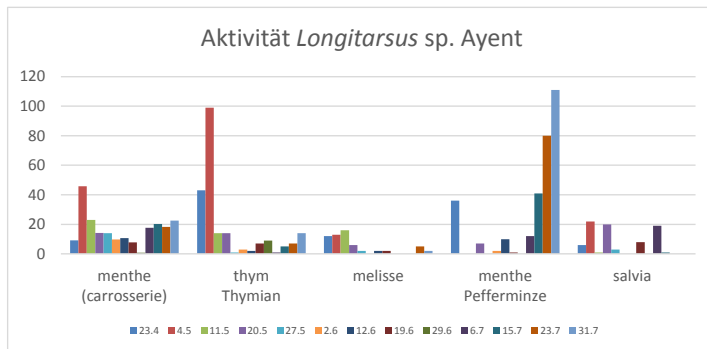
Ausgewachsener *Longitarsus* sp.

## Schäden

Schäden durch Adulttiere: Ernähren sich von Blättern  
Schäden durch Larven: Schädigen die Wurzeln und verursachen oft mehr Schäden als die Adulten.

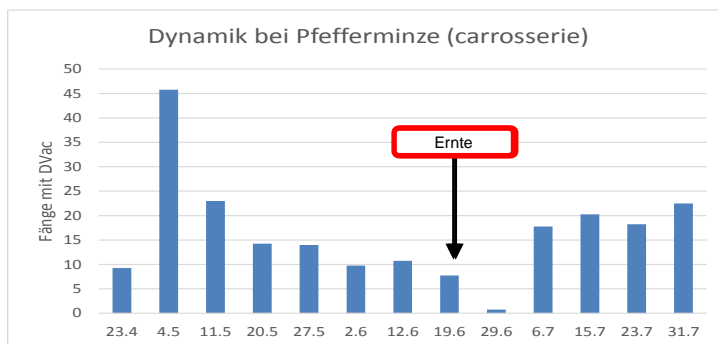
## Saisonale Dynamik

In Bruson und Ayent sind mittels Dvac (Motorsauger) wöchentlich faunistische Entnahmen durchgeführt worden.



Darstellung der wöchentlichen Fänge von *Longitarsus* sp in Ayent (April bis Juli).

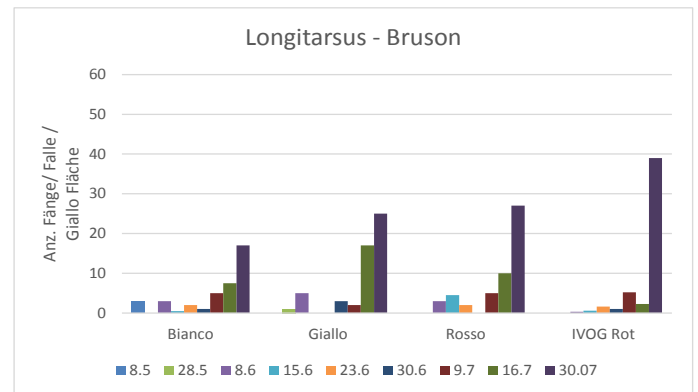
Die gefangenen Individuen müssen noch bestimmt werden. Anfangs Mai dominiert vor allem *Longitarsus lycopi*, im Juli dagegen vermutlich *L. ferrugineus*. Bei den Standorten «Pfefferminze (carrosserie) und Thymian» ist der Flughöhepunkt im Frühling, beim Standort «Pfefferminze (Ayent)» im Juli.



Dvac Fänge in Ayent zwischen April und Juli (Dutschnitt 4 Wiederholungen)

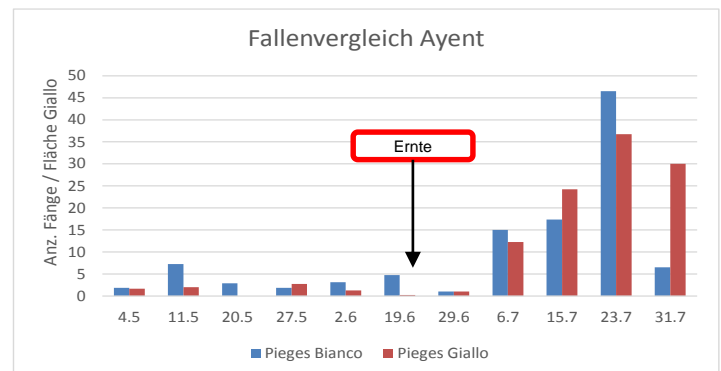
## Vergleich der Fallen

In Bruson wurden Leimtafeln unterschiedlicher Farbe getestet. Während Rebell bianco als Referenzfalle für Coleopteren gilt, zeigten sich die gelben und roten Fallen ab dem Monat Juli als besonders anziehend.



Detaillierte Darstellung der Fänge in Bruson (Anzahl Adulte pro Leimfalle, bezogen auf die Fläche der Leimfalle Giallo; die Anzahl Adulte mit Bianco und Rosso sind durch zwei geteilt und IVOG Rot durch drei, um identische Fallengrößen zu erzielen).

In Ayent war die weisse Falle Rebell bianco zu Beginn der Saison am anziehendsten. Ab Juli die gelbe Falle Rebell giallo.



Detaillierte Darstellung der Fänge in Ayent: die Fänge sind auf eine identische Fallenoberfläche berechnet.

Die Erhöhung der Anziehungskraft der gelben Falle im Monat Juli könnte mit einem unterschiedlichen Verhalten der beiden Spezies von *Longitarsus* in Beziehung stehen.



- Die weisse Leimfalle Rebell bianco ist attraktiver im April und Mai, ab Juli scheinen die gelben und roten Fallen besser zu sein (Effekt der Jahreszeit oder der *Longitarsus*-Art ?)
- Der Dvac ermöglicht ein einfacheres Fangen von Adulten Anfangs Saison; die Rebell-Fallen ermöglichen eine rasche Bestimmung der Aktivität im Juli.
- Die Bestimmungen der *Longitarsus* Adulte wird das Vorkommen der zwei Arten und deren unterschiedlichen Flugzeiten bestätigen können
- Das Monitoring der Adulten mittels Leimfallen oder Dvac-Motorsauger kann für die Bestimmung der Schadschwelle für Insektizid-Behandlungen benutzt werden.

# Pimpinella peregrina L. : Effet de la densité de semis et de la date de récolte sur le rendement et la qualité

Claude-Alain CARRON<sup>1</sup>, Sará Kindlovits<sup>2</sup>, Catherine BAROFFIO<sup>1</sup> et Christoph Carlen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agroscope IPV, Centre de Recherche Conthey

<sup>2</sup>Faculty of Horticultural Science, Corvinus University of Budapest

Agroscope, CH-1964 Conthey; www.agroscope.ch

## Buts

- Etude de l'effet de la densité de semis de 6 à 30 g de semences/are
- Suivi de la formation de la biomasse en racines et en feuilles
- Définition de la fenêtre optimale de récolte en fonction du rendement et de la qualité, ainsi que de la perte en eau au séchage

## Résultats

Rendement en racines sèches de cinq densités de semis durant huit semaines. Moyenne de trois répétitions.

Densité de semis [g/are]	semaine 36 02.09.2014 g/m <sup>2</sup>	semaine 37 09.09.2014 g/m <sup>2</sup>	semaine 38 16.09.2014 g/m <sup>2</sup>	semaine 39 23.09.2014 g/m <sup>2</sup>	semaine 40 30.09.2014 g/m <sup>2</sup>	semaine 41 07.10.2014 g/m <sup>2</sup>	semaine 42 14.10.2014 g/m <sup>2</sup>	semaine 43 21.10.2014 g/m <sup>2</sup>
6 g	91	114	110	120 <sup>b</sup>	138	172	150	123 <sup>b</sup>
12 g	159	149	169	192 <sup>ab</sup>	182	166	183	179 <sup>ab</sup>
18 g	142	228	172	209 <sup>ab</sup>	202	188	200	164 <sup>ab</sup>
24 g	130	185	212	219 <sup>ab</sup>	237	150	205	174 <sup>ab</sup>
30 g	153	219	188	241 <sup>a</sup>	204	237	236	210 <sup>a</sup>

Les lettres différentes indiquent les différences significatives [P > 0,05 test de Tukey]



Morphologie et nombre de racines en fonction de cinq densités de semis.

Pourcentage de matière sèche (MS) après séchage de cinq densités de semis durant huit semaines. Moyenne de trois répétitions.

Densité de semis [g/are]	semaine 36 02.09.2014 %	semaine 37 09.09.2014 %	semaine 38 16.09.2014 %	semaine 39 23.09.2014 %	semaine 40 30.09.2014 %	semaine 41 07.10.2014 %	semaine 42 14.10.2014 %	semaine 43 21.10.2014 %
6 g	21,8	22,8	21,5	21,5	23,1	22,8	22,0	21,2
12 g	20,8	22,2	22,9	22,1	22,1	21,1	21,3	21,5
18 g	22,3	24,4	23,4	25,7	23,9	22,4	22,2	22,4
24 g	21,6	23,2	23,6	23,6	23,3	22,3	21,3	22,2
30 g	22,1	23,1	23,5	23,6	22,6	22,5	22,4	22,8

Les différences ne sont pas significatives [P > 0,05 test de Tukey]



Culture de *Pimpinella peregrina* à Melchnau (BE).

Teneur en huile essentielle de cinq densités de semis durant huit semaines. Moyenne de trois répétitions.

Densité de semis g/are	semaine 36 02.09.2014 %	semaine 37 09.09.2014 %	semaine 38 16.09.2014 %	semaine 39 23.09.2014 %	semaine 40 30.09.2014 %	semaine 41 07.10.2014 %	semaine 42 14.10.2014 %	semaine 43 21.10.2014 %
6 g	0,131	0,162	0,146	0,147	0,162	0,178	0,137	0,128 <sup>ab</sup>
12 g	0,136	0,139	0,137	0,155	0,145	0,156	0,147	0,141 <sup>a</sup>
18 g	0,152	0,145	0,116	0,137	0,137	0,159	0,161	0,103 <sup>ab</sup>
24 g	0,130	0,137	0,132	0,137	0,137	0,151	0,158	0,088 <sup>b</sup>
30 g	0,138	0,105	0,129	0,139	0,15	0,145	0,142	0,128 <sup>ab</sup>

- En Suisse, l'époque optimale de récolte des racines est la première moitié du mois d'octobre. Le rendement en racines n'augmente plus significativement à partir du début octobre.
- Les densités de semis préconisées sont 12 g et 18 g/a, car les densités supérieures occasionnent un surcroît de travail en raison du nombre élevé de racines à récolter et à laver.
- La perte en eau au cours du séchage est demeurée stable durant la saison (en moyenne 22,3 % de la MS). Aucun effet de la densité de plantation ou de la date de récolte n'a été observé sur ce paramètre.
- La teneur en huile essentielle tend à diminuer en fin de saison. Dans cet essai, elle est demeurée toujours en dessous de 0,2 % de la matière sèche.

# Pimpinella peregrina L. : Einfluss der Saaddichte und des Erntezeitpunktes auf Ertrag und Qualität

Claude-Alain CARRON<sup>1</sup>, Sará Kindlovits<sup>2</sup>, Catherine BAROFFIO<sup>1</sup> et Christoph Carlen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agroscope IPB, Forschungszentrum Conthey

<sup>2</sup>Faculty of Horticultural Science, Corvinus University of Budapest

Agroscope, CH-1964 Conthey; www.agroscope.ch

## Ziel

- Einfluss der Saaddichte zwischen 6 bis 30 g Samen pro Are auf Ertrag und Qualität.
- Verlauf der Biomasseproduktion an Wurzeln und Blätter im September und Oktober.
- Bestimmung des optimalen Fensters für die Ernte unter Berücksichtigung des Ertrages, der Qualität und des Trockensubstanzgehaltes.

## Resultate

**Trockensubstanzertrag an Wurzeln in Abhängigkeit der fünf Saaddichten während September und Oktober. Mittelwert aus 3 Wiederholungen.**

Saaddichte [g/are]	Woche 36 02.09.2014 g/m <sup>2</sup>	Woche 37 09.09.2014 g/m <sup>2</sup>	Woche 38 16.09.2014 g/m <sup>2</sup>	Woche 39 23.09.2014 g/m <sup>2</sup>	Woche 40 30.09.2014 g/m <sup>2</sup>	Woche 41 07.10.2014 g/m <sup>2</sup>	Woche 42 14.10.2014 g/m <sup>2</sup>	Woche 43 21.10.2014 g/m <sup>2</sup>
6 g	91	114	110	120 <sup>b</sup>	138	172	150	123 <sup>b</sup>
12 g	159	149	169	192 <sup>ab</sup>	182	166	183	179 <sup>ab</sup>
18 g	142	228	172	209 <sup>ab</sup>	202	188	200	164 <sup>ab</sup>
24 g	130	185	212	219 <sup>ab</sup>	237	150	205	174 <sup>ab</sup>
30 g	153	219	188	241 <sup>a</sup>	204	237	236	210 <sup>a</sup>

Kleine Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede



Morphologie und Anzahl Wurzeln in Abhängigkeit der fünf Saaddichten.

**Gehalt an Trockensubstanz der Wurzeln in Abhängigkeit der fünf Saaddichten während September und Oktober. Mittelwert aus 3 Wiederholungen.**

Saaddichte [g/are]	Woche 36 02.09.2014 %	Woche 37 09.09.2014 %	Woche 38 16.09.2014 %	Woche 39 23.09.2014 %	Woche 40 30.09.2014 %	Woche 41 07.10.2014 %	Woche 42 14.10.2014 %	Woche 43 21.10.2014 %
6 g	21,8	22,8	21,5	21,5	23,1	22,8	22,0	21,2
12 g	20,8	22,2	22,9	22,1	22,1	21,1	21,3	21,5
18 g	22,3	24,4	23,4	25,7	23,9	22,4	22,2	22,4
24 g	21,6	23,2	23,6	23,6	23,3	22,3	21,3	22,2
30 g	22,1	23,1	23,5	23,6	22,6	22,5	22,4	22,8

Kleine Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede



Kultur von Bibernelle (*Pimpinella peregrina*) in Melchnau (BE).

**Gehalt an ätherischem Öl in den Wurzeln in Abhängigkeit der fünf Saaddichten während September und Oktober. Mittelwert aus 3 Wiederholungen.**

Saaddichte [g/are]	Woche 36 02.09.2014 %	Woche 37 09.09.2014 %	Woche 38 16.09.2014 %	Woche 39 23.09.2014 %	Woche 40 30.09.2014 %	Woche 41 07.10.2014 %	Woche 42 14.10.2014 %	Woche 43 21.10.2014 %
6 g	0,131	0,162	0,146	0,147	0,162	0,178	0,137	0,128 <sup>ab</sup>
12 g	0,136	0,139	0,137	0,155	0,145	0,156	0,147	0,141 <sup>a</sup>
18 g	0,152	0,145	0,116	0,137	0,137	0,159	0,161	0,103 <sup>ab</sup>
24 g	0,130	0,137	0,132	0,137	0,137	0,151	0,158	0,088 <sup>b</sup>
30 g	0,138	0,105	0,129	0,139	0,15	0,145	0,142	0,128 <sup>ab</sup>

Kleine Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede

- Das optimale Erntefenster für Bibernelle-Wurzeln in der Schweiz ist die erste Hälfte des Monats Oktober. Der Trockensubstanzertrag an Wurzeln steigt ab anfangs Oktober nicht mehr an.
- Die empfohlene Saaddichte liegt zwischen 12 und 18 g pro Are. Höhere Saaddichten erzielen nur wenig mehr Ertrag, aber verursachen einen höheren Arbeitsbedarf für die Ernte und das Waschen der Wurzeln.
- Der Verlust an Wasser während des Trocknens war sehr ähnlich während September und Oktober. Die Saaddichte hatte ebenfalls keinen Einfluss.
- Der Gehalt an ätherischem Öl schien nach Mitte Oktober geringer zu werden. In diesem Versuch war der Gehalt immer unter 0.2% der Trockenmasse.

# Domestication et sélection des plantes médicinales et aromatiques

José F. Vouillamoz, Claude-Alain Carron, Catherine A. Baroffio

Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, Groupe plantes aromatiques et médicinales, Centre de Recherche Conthey, Route des Vergers 18, 1964 Conthey/Suisse; [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

## *Salvia officinalis*

But: amélioration variétale pour une nouvelle variété avec les mêmes qualités que 'Regula' mais avec une bien meilleure productivité en semences.



2012-2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>27 provenances (Allemagne, Hongrie, Suisse)</li> <li>HE, homogénéité, résistance au gel hivernal, viabilité du pollen, production de semences (2 récoltes)</li> <li>Choix de 10 provenances</li> </ul>
2014-2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>Choix de 10 mâles fertiles (MF) : floraison synchrone, production de semences, viabilité du pollen, hauteur, teneur en HE</li> <li>Bouturage</li> </ul>
2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>Polycross des 10 MF et récolte semences</li> </ul>
2017-2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Semis + 'Regula'</li> <li>HE, rendement et fertilité (2 récoltes)</li> </ul>
2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Production de semences à partir des 10 MF</li> </ul>

## *Hyssopus officinalis*

But: amélioration variétale pour une nouvelle variété tétraploïde (doublement du nombre de chromosomes) avec les mêmes qualités que 'Perlay' mais avec une bien meilleure productivité en huile essentielle.



2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>400 semences traitées à la colchicine</li> </ul>
2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>101 polyplôïdes dont 81 tétraploïdes</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>49 tétraploïdes ont survécu</li> </ul>
2011-2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rendement+composition HE + biomasse</li> <li>Choix des 5 meilleurs tétraploïdes fertiles</li> </ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>Semis en pots pour analyse des descendants</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ploïdie et bouturage des parents et descendants</li> </ul>
2016-2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantation essai 5 parents + 5 descendants + 'Perlay'</li> <li>Rendement+composition HE et biomasse (2 récoltes)</li> </ul>
2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>Choix du meilleur parent et production de semences tétraploïdes</li> </ul>

## *Primula veris*

But: amélioration variétale pour des tiges plus hautes et une floribondité plus élevée que les plantes cultivées actuellement en Suisse.



2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>Semis de 6 provenances: Hofer, Wies, UFA, UFA/4 ans, Jelitto, RAC/Agroscope</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sélection des meilleurs individus et récolte de semences</li> </ul>
2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>Semis des descendants</li> </ul>
2014-2105	<ul style="list-style-type: none"> <li>Floribondité et hauteur des descendants</li> <li>Choix de 5 plantes-mères</li> </ul>
2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>Polycross des 5 plantes-mères</li> <li>Production de semences</li> </ul>

## *Stevia rebaudiana*

But: veille variétale pour culture en Suisse d'un clone adapté aux exigences de l'industrie agro-alimentaire, avec fort pouvoir sucrant (stévioside et rebaudiosides A-F) et peu d'amertume (stévioside).



2013-2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>Semis ou plantons</li> <li>8 provenances: GAWI (Eustas, Bonn), F (Eustas, Colombia), Jelitto, Pharmasaat, Hem Zaden, Stepa</li> <li>15 clones de Mediplant</li> <li>2 récoltes</li> <li>Analyses UPLC stévioside et rebaudioside A</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>Meilleur rendement: GAWI et Pharmasaat</li> <li>Moins d'amertume: F et Médiplant 11</li> </ul>

## Conclusions

La plupart des variétés de plantes médicinales et aromatiques développées par Agroscope sont aujourd'hui cultivées majoritairement en Suisse et dans les pays limitrophes, et de nouvelles viendront satisfaire la demande de l'industrie. Les variétés Agroscope sont commercialisées par mediSeeds sàrl ([www.mediseeds.ch](http://www.mediseeds.ch)).

# Domestikation und Züchtung von Arznei- und Aromapflanzen

José F. Vouillamoz, Claude-Alain Carron, Catherine A. Baroffio

Agroscope, Institut für Pflanzenbauwissenschaften IPB, Centre de Recherche Conthey, Suisse; [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

## *Salvia officinalis*

Ziel: Sortenverbesserung für eine neue Sorte mit den gleichen Eigenschaften wie 'Regula', aber mit einer viel besseren Samenproduktion.



2012-2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 27 Herkünfte (Deutschland, Ungarn, Schweiz)</li> <li>• ÄÖ, Homogenität, Frostbeständigkeit, Lebensfähigkeit der Pollen, Samengewicht (2 Ernte)</li> <li>• Auswahl von 10 Herkünften</li> </ul>
2014-2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl von 10 männlich Fertilen Herkünften (MF) : synchrone Blütezeit, Samengewicht, Pollen Lebensfähigkeit, Höhe, ÄÖ Gehalt</li> <li>• Stecklinge</li> </ul>
2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polycross der 10 MF und Samenernte</li> </ul>
2017-2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aussaat + Vergleich mit 'Regula' und 'Extrakta'</li> <li>• ÄÖ, Ertrag und Fruchtbarkeit (2 Ernte)</li> </ul>
2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samenproduktion aus 10 männlich-fertilen Pflanzen</li> </ul>

## *Hyssopus officinalis*

Ziel: Sortenverbesserung durch eine neue tetraploide Sorte (Verdoppelung der Anzahl der Chromosomen) mit den gleichen Eigenschaften wie 'Perlay', aber mit einer besseren Produktion (TS und ätherisches Öl).



2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 400 Samen mit Colchicin behandelt</li> </ul>
2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 101 Polyploiden, darunter 81 Tetraploiden</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 49 Tetraploiden überlebt</li> </ul>
2011-2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ertrag und Zusammensetzung an ÄÖ + Biomasse</li> <li>• Wahl der 5 besten fertilen Tetraploiden</li> </ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aussaat zur Analyse der Nachkommen</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ploidie und Stecklinge der Eltern + Nachkommen</li> </ul>
2016-2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuch Anpflanzung 5 Eltern + 5 Nachkommen + Vergleich mit 'Perlay'</li> <li>• Ertrag+Zusammensetzung ÄÖ + Biomasse (2 Ernte)</li> </ul>
2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl des besten Eltern und Tetraploiden Samenproduktion</li> </ul>

## *Primula veris*

Ziel: Sortenverbesserung für eine Sorte mit höheren Stielen und blütenreiche Pflanzen als zur Zeit in der Schweiz kultivierte Herkünfte.



2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aussaat von 6 Herkünfte: Hofer, Wies, UFA, UFA/4 Jahren, Jelitto, RAC/Agroscope</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl den besten Pflanzen und Samenernte</li> </ul>
2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aussaat der Nachkommen</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Blumenanzahl und Höhe der Nachkommen</li> <li>• Auswahl von 5 Mutterpflanzen</li> </ul>
2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polycross der 5 Mutterpflanzen</li> <li>• Saatgut Produktion</li> </ul>

## *Stevia rebaudiana*

Ziel: Sortentest für den Anbau in der Schweiz, mit dem Ziel einen Klon zu finden, der an die Anforderungen der Lebensmittelindustrie angepasst ist, mit starken Süßungseffekt (Steviosid und Rebaudiosid A-F) und wenig Bitterkeit (Steviosid).



2013-2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aussaat oder Setzlinge</li> <li>• 8 Herkünfte: GAWI (Eustas, Bonn), F (Eustas, Colombia), Jelitto, Pharmasaat, Hem Zaden, Stepa</li> <li>• 15 Klone von Mediplant</li> <li>• 2 Ernte</li> <li>• UPLC Analyse von Steviosid und Rebaudiosid A</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besten Ertrag : GAWI und Pharmasaat</li> <li>• Weniger Bitterkeit : F und Médiplant 11</li> </ul>

## Schlussfolgerungen

Die meisten Sorten von Arznei- und Gewürzpflanzen, die von Agroscope entwickelt werden, sind heute vor allem in der Schweiz und den Nachbarländern angebaut, und neue werden die Nachfrage der Industrie zu erfüllen. Die Agroscope Sorten werden von mediSeeds sàrl ([www.medisecds.ch](http://www.medisecds.ch)) vermarktet.

# Plantes aromatiques et médicinales : 1982-2015

**Catherine Baroffio, José Vouillamoz et Claude-Alain Carron**

Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, Groupe plantes aromatiques et médicinales, Centre de Recherche Conthey, Route des Vergers 18, 1664 Conthey/Suisse; [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

## 1982 Les pionniers/Die Pioniere

Gabriel Perraudin, RAC

Charly Rey, RAC

Marc Constantin, agriculteur

Blaise Chappaz, ingénieur conseil

Roland Terretaz, RAC



Charly Rey, Conthey

Charly Rey, agronome et botaniste passionné, premier chef du groupe "Plantes aromatiques et Médicinales" au centre de recherche de Conthey d'Agroscope ACW (RAC). Il a su insufflé sa passion des plantes aux producteurs et acheteurs suisses/Charly Rey, Agronom und Botaniker Enthusiast, der erste Leiter der Gruppe "Medizinal- und Gewürzpflanzen bei Agroscope ACW Conthey (RAC). Er hat seine Leidenschaft für die Pflanze den Produzenten und Käufern in der Schweiz eingeflüßt.



Journée d'information à Arbaz 1987. Le Dr Gabriel Perraudin commente les essais. A gauche au premier rang: Peter Imhof de Ricola et Peter Achermann, retraité Sandoz

## 1984-1989 Les activistes de la première heure/Die ersten Aktiven

Reto Raselli, producteur au Poschiamo dès 1980

Laurent Tornay, vulgarisateur, Valplantes

Ilias Kapetanidis, UNI/GE

Achilles Benakis, UNI/GE

Kurt Hostetmann, UNI/GE

Peter Achermann, Sandoz

Heinzer, Spagyros/Burrus

Charly Darbellay, RAC/ACW

Christian Vergères, RAC/Médiplant

Huguette Hausamman, RAC/Médiplant

Hans Peter Richterich, Ricola

Félix Richterich, Ricola

Peter Imhof, Ricola

Andreas Ellenberg, Weleda

Marcel Magnin, horticulteur

Louis Cheseaux, horticulteur

Paul Amsler, SRVA, Agridea



Reto Raselli, Poschiamo

## 1990-2015

Aldo Fossati, RAC

Arnold Schöri, RAC/ACW

Christoph Carlen, RAC/ACW/Agroscope

Catherine Baroffio, ACW/Agroscope

Pia Malnoë, ACW

José Vouillamoz, ACW/Agroscope

Claude-Alain Carron, RAC/ACW/Agroscope

Nicolas Delabays, Médiplant

Nicole Darbellay-Debrunner, Médiplant/Valplantons

Myriam Gaudin, Médiplant

Xavier Simonnet, Médiplant

Josy Cheseaux, horticulteur Valplantons

Guenot Alexandre, horticulteur Biojardins

Ivan Slacanin, laboratoire ILIS

Umberto Piantini, HES-SO Sion

Alain-François Grogg, HES-SO Sion

Frans Zonneville, HES-SO Sion

Urban Frei, HES-SO Sion

Romain Chollet, Agridea

Markus Leumann, Agridea

Frédéric Bondaz, Regione Valle Aosta

Fournier Fabien, Valplantes

François Paul, DSM/Alpflor

Frank Gafner, Mibelle

Gaston Haenni, Rostal

Peter Studer, Kennel

Stephan Vautravers, Schwabe

Joséphine Grétilat, DSP

Sarah Sigg-Bouillant, Mediseeds

Karine Bourgeois, Cimark/Phytoark

...

A partir de 1982, la culture de PAM s'est développée en Suisse grâce à l'enthousiasme de pionniers visionnaires et audacieux. La collaboration entre les producteurs, les vulgarisateurs, les industries acheteuses et la recherche a abouti à l'émanation d'une filière solide et exemplaire pour l'agriculture.

Durant ces plus de trente années de développement, la culture de PAM en moyenne altitude a répondu pleinement aux objectifs initiaux et à la vision d'une agriculture moderne et dynamique:

- innovation
- respect de l'environnement
- maintien et valorisation de l'activité agricole en zone de montagne

Seit 1982 sind Medizinal- und Gewürzpflanzen in der Schweiz dank der Begeisterung von visionären und mutigen Pionieren entwickelt worden. Die Zusammenarbeit zwischen Produzenten, Beratern, der abnehmenden Industrie und der Forschung führte zum Aufbau eines soliden und vorbildhaften Zweigs der Landwirtschaft.

Während dieser 30-jährigen Entwicklung, ist der Anbau von Medizinal- und Gewürzpflanzen in mittlerer Höhe stets den ursprünglichen Zielen und der Vision einer dynamischen und modernen Landwirtschaft treu geblieben:

- Innovation
- Umweltgerecht
- Erhaltung und Verbesserung der Landwirtschaft in Berggebieten



# La sélection variétale / Die Sortenauswahl

**Claude-Alain Carron, José Vouillamoz et Catherine Baroffio**

Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, Groupe plantes aromatiques et médicinales, Centre de Recherche Conthey, Route des Vergers 18, 1964 Conthey/Suisse; [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

## Obtentions/Sorten ACW 1990-2000

*Achillea collina* 'Spak'  
*Alchemilla xanthochlora* 'Aper'  
*Hyssopus officinalis* 'Perlay'  
*Thymus vulgaris* 'Varico 1' & 'Varico2'

*Artemisia umbelliformis* 'Rac 12' / 'Rac 10'  
*Marrubium vulgare* 'Claudala'  
*Melissa officinalis* 'Landor'  
*Rosmarinus officinalis* 'Reynard'  
*Salvia officinalis* 'Regula'

## Obtentions/Sorten ACW 2001-2012

*Leontopodium alpinum* 'Helvetia'  
*Melissa officinalis* 'Lorelei'  
*Origanum vulgare* hybr., F1 'Carva'  
*Rhodiola rosea* 'Mattmark'  
*Thymus vulgaris* 'Varico 3'



Production de semences de thym  
 'Varico 3' à Conthey/'Varico3'  
 Thymiansamen Produktion in  
 Conthey

## Variétés recommandées

### Empfohlene Sortenliste

*Althaea officinalis* 'Dany'  
*Lippia citriodora* 'ACW'  
*Malva silvestris mauritanica*  
*Malva verticillata* var. *crispa* 'Bene'  
*Matricaria recutita* 'Lutea' & 'Bodegold'  
*Mentha x piperita* '541'  
*Mentha x piperita* var. *citrata* 'Camich'  
*Monarda fistulosa* var. *menthaefolia* 'Morden3'  
*Pimpinella peregrina* 'Licora'  
*Plantago lanceolata* 'Noflor'  
*Primula officinalis* 'Goldkornsamen Jelitto'  
*Rosmarinus officinalis* 'Arp'  
*Salvia officinalis* 'Extrakta'  
*Sambucus nigra* 'Häscherberg'  
*Thymus citriodorus* 'Nicola'  
*Urtica dioica*  
*Verbena officinalis*  
*Veronica officinalis*



Le clone '541' de menthe  
 poivrée/Die Pfefferminze Klon  
 '541'

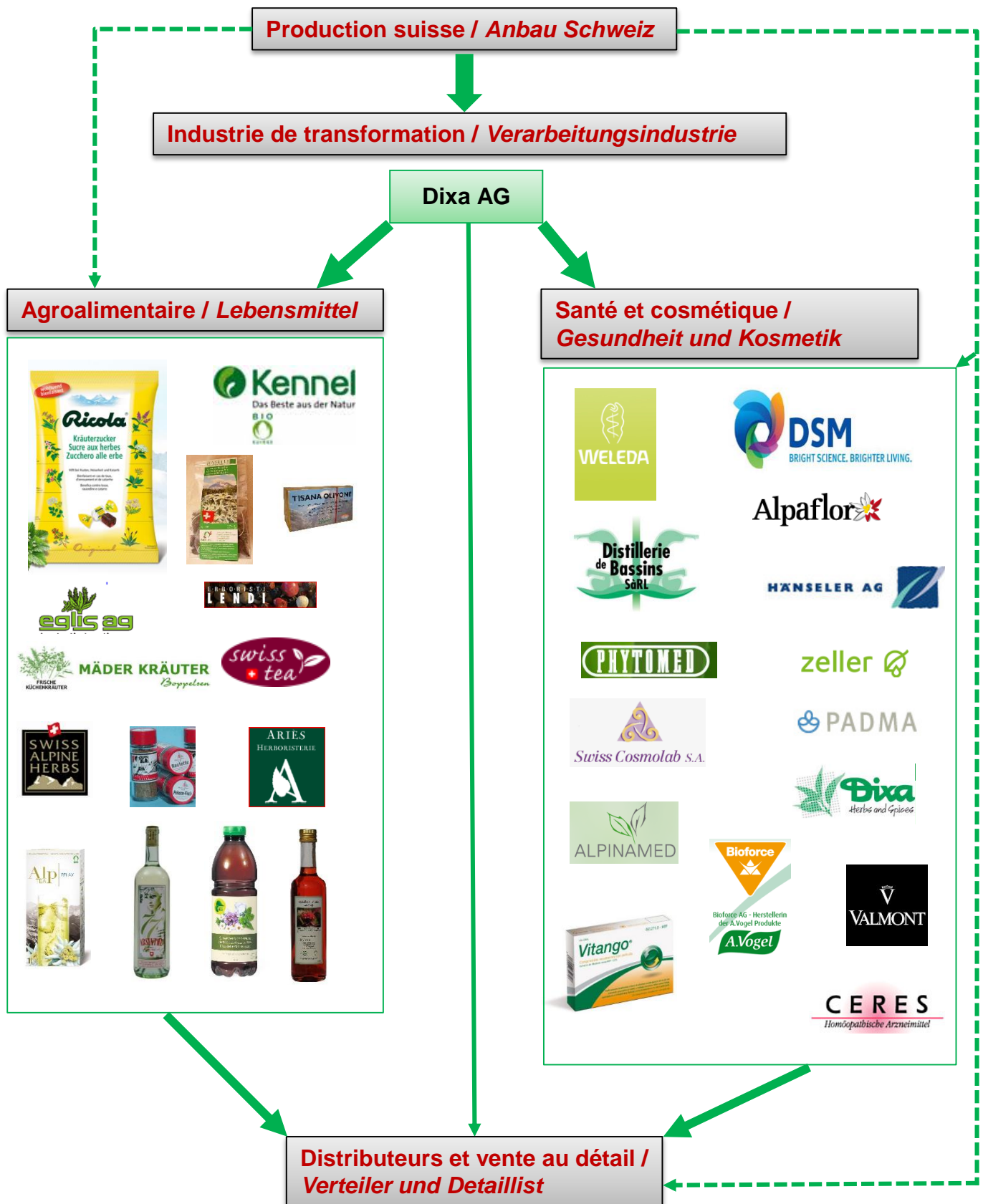
Dès les premières expériences de culture des plantes aromatiques et médicinales, la nécessité de rechercher des variétés adaptées aux conditions pédo-climatiques des montagnes suisses s'est imposée comme une priorité. Ce travail a été effectué par Agroscope (anciennement ACW), en étroite collaboration avec les industries et les agriculteurs. Selon les espèces, deux approches complémentaires ont été utilisées: la sélection de nouvelles variétés et la comparaison de provenances du marché. Les principaux critères de sélection ont été la productivité, l'homogénéité, la teneur en matière active, la rusticité et la résistance aux pathogènes. Initialement, la commercialisation de ces variétés a été assurée par UFA Samen (Fenaco). Dans un deuxième temps, les principales obtentions Agroscope ont été produites par Delley Semences Production (DSP). Depuis octobre 2008, la nouvelle société mediSeeds Sàrl assume la production et la diffusion des principales espèces de PAM cultivées en Suisse. Actuellement, les travaux Agroscope en cours pour l'amélioration variétale portent essentiellement sur la pimprenelle, la primevère, la sauge, l'hysop et le rhodiola.

Ausgehend von den ersten Erfahrungen mit Heil – und Gewürzpflanzen rückte der Forschungsbedarf für Sorten, welche an die pedoklimatischen Bedingungen der Schweizer Berge angepasst sind, stark in den Vordergrund. Diese Arbeit wurde von der Agroscope (vorher ACW) mit enger Zusammenarbeit von Industrie und Produzenten durchgeführt. Je nach Art, kamen zwei sich ergänzende Konzepte zur Anwendung: die Selektion von neuen Sorten und der Vergleich von bereits vermarkteten Sorten. Die wichtigsten Auswahlkriterien waren die Produktivität, die Homogenität, der Gehalt an Wirkstoffen, die Robustheit und Resistenz gegenüber Krankheiten. Zu Beginn wurde die Vermarktung dieser neuen Sorten von UFA Samen (Fenaco) realisiert. In einem zweiten Schritt wurden die wichtigsten Sorten von Delley Semences Production (DSP) produziert. Seit Oktober 2008 übernimmt das Unternehmen mediSeeds GmbH die Produktion und Distribution der in der Schweiz kultivierten wichtigsten Arten vom Bereich MAP. Momentan konzentriert sich die Arbeit der Agroscope auf die Selektion von Sorten besonders bei den Pflanzen Bibernelle, Schlüsselblume, Salbei, Ysop und Rosenwurz.

# Le marché suisse / Schweizer Kräutlermarkt

Claude-Alain Carron, José Vouillamoz et Catherine Baroffio

Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, Groupe plantes aromatiques et médicinales, Centre de Recherche Conthey, Route des Vergers 18, 1964 Conthey/Suisse; www.agroscope.ch



# Les organisations professionnelles– Die Produzentenorganisationen

Claude-Alain Carron, José Vouillamoz et Catherine Baroffio

Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, Groupe plantes aromatiques et médicinales, Centre de Recherche Conthey, Route des Vergers 18, 1964 Conthey/Suisse; [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)



## Plantamont ArGe Bergkräuter

L'organisation nationale faitière de promotion de la culture de plantes aromatiques et médicinales en zones de montagne  
*Die Schweizerische Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Kräuterbaus im Berggebiet*



## Coperme Valle di Poschiavo

Cooperativa dei produttori di erbe medicinali Poschiavo  
Erboristeria Biologica  
[info@bioraselli.ch](mailto:info@bioraselli.ch)  
<http://www.bioraselli.ch>



## Waldhofkräuter

Kräuterproduzenten im Berggebiet des Berner-Juras, des Emmentals und Oberrhaudens  
[ha-hofer@bluewin.ch](mailto:ha-hofer@bluewin.ch)  
<http://waldhofkraeuter.ch>



## Buone Erbe Ticinesi

Associazione delle Buone Erbe Ticinesi e la Cooperativa COFIT  
<http://www.vallediblenio.ch>



## Kräuteranbaugenossenschaft Entlebuch (KAGE)

[Anton.moser@edulu.ch](mailto:Anton.moser@edulu.ch)



## ACAV

Production d'absinthe du Val de Travers  
[cnav@ne.ch](mailto:cnav@ne.ch)  
<http://www.absinthe-interprofession.ch>

## IG Kräuterbau Uri

Interessengemeinschaft Uri  
[kneiwies@bluewin.ch](mailto:kneiwies@bluewin.ch)  
<http://www.kneiwies.ch>



Coopérative Valplantes des Plantes Médicinales et Aromatiques du Valais  
[info@valplantes.ch](mailto:info@valplantes.ch)



Kräuteranbaugenossenschaft Luzerner Hinterland  
[www.napfkraeuter.ch](http://www.napfkraeuter.ch)  
[napfkraeuter@bluewin.ch](mailto:napfkraeuter@bluewin.ch)

## VBKB

Organisation pour les producteurs biologiques de PAM en zone de montagne suisse  
*Vereinigung für biologischen Kräuteranbau im Schweizer Berggebiet*

En 1984, l'organisation faitière 'Plantamont'/ArGe Bergkräuter de promotion de la culture de plantes aromatiques et médicinales en zone de montagne a été créée. Elle regroupe les principales coopératives suisses. Cette plateforme, charnière de la filière permet d'organiser le marché. Parallèlement, l'organisation VBKB Bio Bergkräuter, membre de bio Suisse regroupe également d'autres cultivateurs helvétiques.

*In 1984 wurde die Dachorganisation «Plantamont / ArGe Bergkräuter Förderung der Kultur von Arznei- und Gewürzpflanzen in Berggebieten» geschaffen.*

*Diese umfasst die wichtigsten Schweizer Genossenschaften. Diese Plattform ermöglicht es der Branche den Markt zu organisieren.*

*Inzwischen umfasst die Organisation VBKB Bergkräuter Bio, Mitglied der Schweizer Bio-Bauern, auch noch andere Schweizer Produzenten.*

# Techniques culturales / Anbautechniken

Claude-Alain Carron, José Vouillamoz et Catherine Baroffio

Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, Groupe plantes aromatiques et médicinales, Centre de Recherche Conthey, Route des Vergers 18, 1964 Conthey/Suisse; www.agroscope.ch

## Principaux essais axes de recherches/Wichtigsten Bereiche der Forschungsarbeit

### 1. Techniques de cultures/Anbautechnik

- Bouturages (romarin, thym citronné, estragon, lippia...)/Jungpflanzenzüchtung (Rosmarin, Zitronenthymian, Estragon, Eisenkraut...)
- Dormance des semences et germination (alchémille, verveine officinale)/Samenruhe und Keimung (Frauenmantel, Eisenkraut)
- Densité de semis et plantation (pimprenelle, guimauve, sauge, thym)/Dichte der Aussaat und Pflanzung (Pimpinelle, Eibisch, Salbei, Thymian)
- Comparaison stolons vs plantons (menthe poivrée)/Vergleich Ausläufer vs. Setzlinge (Pfefferminze)
- Dates et hauteur de récoltes (thym vulgaire, sauge, menthe poivrée, mélisse)/Erntezeitpunkt und geeigneter Wuchshöhe (Thymian, Salbei, Pfefferminze, Melisse)
- Protection hivernale (romarin, verveine odorante, sauge, stévia...)/Winter- bzw. Kälteschutz (Rosmarin, Eisenkraut, Salbei, Stevia...)
- Culture sous toiles non tissées (Agryl)/Kulturführung unter Agryl
- Normes de fumure pour toutes les espèces/Düngungsnormen für alle Arten

### 2. Protection phytosanitaire/Pflanzenschutz

- Luttés contre les ravageurs (pucerons sureaux, cicadelles sur lamiacées, chenilles sur sauge)/Schädlingskontrolle (Blattläuse auf Holunder, Zikaden auf Lippenblütler, Raupen auf Salbei)
- Homologation de produits phytosanitaires, tests de résidus/Zulassung von phytosanitären Produkten, Rückstandstests

### 3. Qualité/Qualität

- Séchage (température, coupe avant séchage)/Trocknung (Temperatur, Schnitt vor Trocknung)
- Stockage (qualité phytochimique et microbiologique de la menthe poivrée)/Lagerung (phytochemische Qualität und Mikrobiologie bei Pfefferminze)



Suivi des populations de cicadelles sur sauge à Venthône (VS)/Beobachtung der Zikaden Population auf Salbei in Venthône (VS)



Comparaison stolons 2 ans et 3 ans à Hergiswil (LU)/Vergleich von Ausläufern im 2. und 3. Jahr in Hergiswil (LU)



Visite d'une culture de primevère officinale en Emmental (BE)/Besuch einer Kultur mit Schlüsselblumen im Emmental (BE)

Durant les trente années passées, le groupe de recherche PAM d'Agroscope ACW a contribué aux progrès accomplis par les producteurs suisses grâce à des essais ciblés discutés au sein du Forum Plantamont, ainsi qu'à un travail permanent de veille technologique et de vulgarisation. La maîtrise de l'itinéraire cultural de chaque espèce et une mécanisation raisonnée adaptée aux conditions spécifiques de l'étage de végétation collinéen et montagnard suisse ont été les moteurs de l'amélioration globale de la productivité, de la qualité et de la rentabilité des plantes aromatiques et médicinales en zone de montagne/Während der letzten dreißig Jahre, konnte die Arbeitsgruppe der Medizinal- und Gewürzpflanzen von Agroscope ACW mit vielen Projekten dank der Zusammenarbeit mit den Schweizer Produzenten sowie der gezielten Tests die vom Forum Plantamont beobachtet und diskutiert wurden, am Fortschritt und technologischer Entwicklung und Erweiterung beitragen. Die Inkulturnahme jeder Art sowie eine sinnvolle Mechanisierung, adaptiert an die spezifischen vegetativen Bedingungen in Gebirgsregionen der Schweiz, waren und sind noch immer der Antrieb für eine Verbesserung der allgemeinen Produktivität, der Qualität und der Rentabilität der Produktion von Medizinal- und Gewürzpflanzen in Berggebieten

# Domestication et sélection des plantes médicinales et aromatiques

José F. Vouillamoz, Claude-Alain Carron, Catherine A. Baroffio

Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, Groupe plantes aromatiques et médicinales, Centre de Recherche Conthey, Route des Vergers 18, 1964 Conthey/Suisse; [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

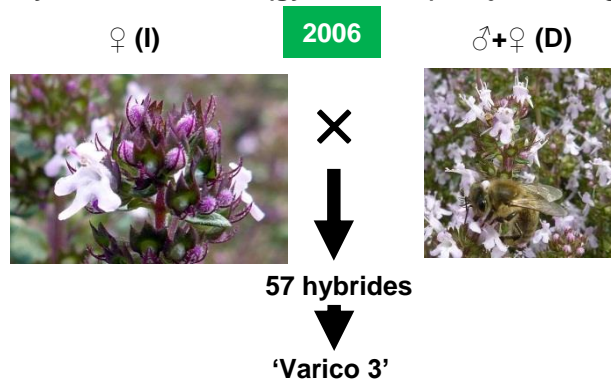
## But

Domestiquer de nouvelles espèces et sélectionner de variétés homogènes et de haute qualité, avec priorité aux espèces des régions de l'arc alpin. Ces activités innovantes soutiennent la filière des plantes médicinales et aromatiques (PMA) en Suisse et permettent de développer des produits à haute valeur ajoutée correspondant à la demande du marché. La mise en culture permet en outre d'éviter la cueillette sauvage d'espèces rares et ainsi de maintenir la biodiversité.

## Stratégies de sélection

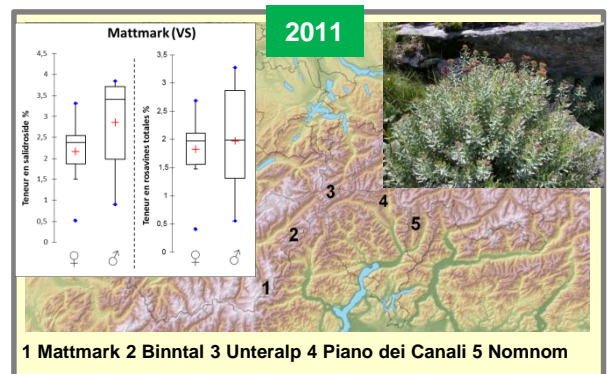
Parmi les méthodes de sélection, Agroscope a privilégié pour les PMA des 1) variétés-lignées homogènes obtenues par autofécondation, 2) hybrides de clones, 3) croisements de plusieurs individus sélectionnés (variétés synthétiques) ou aléatoires (variétés de population), 4) polyploïdes obtenus en augmentant le nombre de chromosomes.

### Hybrides de clones (gynodioécie): *Thymus vulgaris*



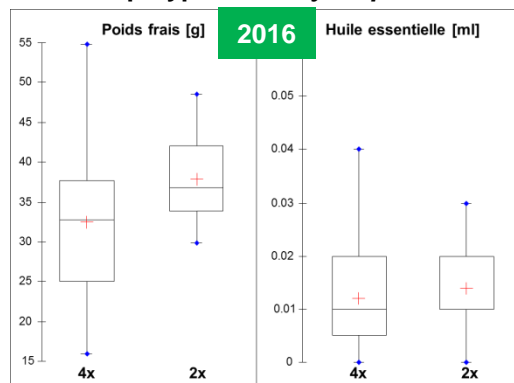
**But:** utiliser la vigueur hybride pour augmenter rendement et homogénéité

### Variété synthétique : *Rhodiola rosea* 'Mattmark'



**But:** polycross des plantes riches en principes actifs (salidroside et rosavins) de Mattmark (Saas Fee, VS)

### Création de polyploïdes: *Hyssopus officinalis*



**But:** les meilleurs tétraploïdes (4x) (rendement et en huile essentielle) seront utilisés pour des croisements

Espèce	Variété ACW	Type
<i>Alchemilla xanthochlora</i>	'Aper'	Variété lignée
<i>Achillea collina</i>	'Spak'	Variété de population
<i>Artemisia umbelliformis</i>	'RAC 10' (+ thuyone) 'RAC 12' (- thuyone)	Variétés de population
<i>Hyssopus officinalis</i>	'Perlay'	Variété lignée
<i>Leontopodium alpinum</i>	'Helvetia'	Hybride de clones
<i>Marrubium vulgare</i>	'Claudala'	Variété de population
<i>Melissa officinalis</i>	'Landor' et 'Lorelei'	Variétés synthétiques
<i>Monarda fistulosa</i>	'Morden #3'	Clone
<i>Origanum vulgare</i>	'Carva'	Hybride de clones
<i>Rhodiola rosea</i>	'Mattmark'	Variété synthétique
<i>Salvia officinalis</i>	'Regula'	Hybride de clones
<i>Thymus vulgaris</i>	'Varico 1', 'Varico 2', 'Varico 3'	Hybrides de clones

## Conclusions

La plupart des variétés de plantes médicinales et aromatiques développées par Agroscope sont aujourd'hui cultivées majoritairement en Suisse et dans les pays limitrophes, et de nouvelles viendront satisfaire la demande de l'industrie. Les variétés Agroscope sont commercialisées par [mediSeeds sàrl](http://www.mediseeds.ch) ([www.mediseeds.ch](http://www.mediseeds.ch)).

## Références

- Carlen C., Schaller M., Carron C., Vouillamoz J., Baroffio C. 2010. The new *Thymus vulgaris* L. Hybrid Cultivar "Varico 3" compared to five established cultivars from Germany, France and Switzerland. *Acta Horticulturae* (ISHS). 860: 161-166.
- Vouillamoz JF, Carron CA, Mraz P, Müller-Schärer H, Baroffio CA, Carlen C 2012. Chromosome doubling to potentially increase essential oil content in *Hyssopus officinalis* L. 'Perlay'. 19th EUCARPIA General Congress, 21-24 May 2012, Budapest, Hungary
- Vouillamoz JF, Carron CA, Malnoë P, Baroffio CA, Carlen C 2012. *Rhodiola rosea* 'Mattmark', the first synthetic cultivar is launched in Switzerland. *Acta Hort.* 955:185-189

# Secondary plant metabolites in medicinal and aromatic plants and berries

C. Carlen, J. Vouillamoz, C. Baroffio

Agroscope, CH-1964 Conthey; [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

## Introduction

Plants are the source of many functional foods, cosmetics and pharmaceuticals. Especially plants rich in secondary metabolites are of interest.

Three examples of Agroscope are shown to underline the importance of agricultural research for obtaining well-defined cultivars adapted to the requirements of the stakeholders and for developing sustainable practices for a quality production.

### Raspberry fruits, rich in ellagitannins



Ellagitannins are bioactive polyphenols and have some antioxidant, anticancer, antiviral, antimicrobial, and anti-parasite activities, as well as an ability to regulate blood glucose. In general, raspberry fruits are rich in these compounds.

Comparisons of cultivars showed that there are big variations in the contents and in the pattern of ellagitannins in the fruits (Tab. 1). Breeding for high contents of these bioactive compounds will increase the health value of raspberry fruits.

Tab.1. Ellagitannins pattern of raspberry fruits of four cultivars tested in 2012. Ellagitannins are expressed in mg ellagic acid equivalents (EAE) per 100g fw,

Cultivars	Lambertianin C	Sanguin H-6	Ellagic acid	Sum of ellagitannins
Joan J	5.27 <sup>a</sup>	6.33 <sup>ab</sup>	0.27 <sup>b</sup>	11.86 <sup>a</sup>
Kweli	2.23 <sup>b</sup>	5.56 <sup>b</sup>	0.59 <sup>a</sup>	8.38 <sup>b</sup>
HimboTop	0.60 <sup>c</sup>	7.29 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	8.36 <sup>b</sup>
Sugana	1.74 <sup>b</sup>	3.34 <sup>c</sup>	0.26 <sup>b</sup>	5.35 <sup>c</sup>

## Abstract

Agronomic research and development play an essential role to improve quality, profitability and sustainability of cultivation of medicinal and aromatic plants and berries.

Breeding of new genotypes (cultivars) is a key factor allowing to adapt phytochemicals in the plants and their contents.

Research on best cultivation practices is also essential to optimize the yield of valuable secondary metabolites.

### *Oreganum vulgare*, rich in carvacrol



Carvacrol is present in the essential oil of *Oreganum vulgare* (oregano).

Carvacrol inhibits the growth of several bacteria strains. Its low toxicity together with its pleasant taste and smell suggests its use as a food additive to prevent contaminations.

The oregano cultivar CARVA, developed by Agroscope, answers the demand of high essential oil yield with a high content of the secondary metabolite carvacrol (Tab. 2).

Tab. 2. Yield, essential oil and carvacrol content of the cultivar CARVA during two years on three sites.

Cultivar CARVA	
Dry weight leaf and flower yield (2 years)	2.8 t dw/ha
Essential oil yield	212 l/ha
Essential oil content in leaves and flowers	7.6 % (v/w)
Carvacrol content in the essential oil	75 %

### *Melissa officinalis*, rich in rosmarinic acid



Rosmarinic acid is a phenolic compound with high antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial activities. Rosmarinic acid is also used for food preservation.

The leaves of *Melissa officinalis* are very rich in this compound.

Research on best cultivation practices showed that adapting harvest frequency from 2 to 3 harvests a year increased the concentration and the yield of rosmarinic acid (Tab. 3).

Tab 3. Influence of 2 harvests regimes (2 and 3 harvests per year) on yield and contents of rosmarinic acid

Number of harvests per year	Yield (t dw/ha)	Leaf yield (t dw/ha)	Content of rosmarinic acid (% dw)	Yield of rosmarinic acid (kg/ha)
2	9.8 a	4.9 b	4.8 a	235 b
3	8.6 b	5.6 a	5.2 a	290 a

# Effect of sowing density and harvesting time on the root production and essential oil content of *Pimpinella peregrina* L.

Claude-Alain Carron<sup>1</sup>, Sára Kindlovits<sup>2</sup>, José Vouillamoz<sup>1</sup>, Catherine Baroffio<sup>1</sup>, Christoph Carlen<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Agroscope, CH-1964 Conthey www.agroscope.ch

<sup>2</sup> Department of Medicinal and Aromatic Plants, Corvinus University of Budapest, H-1118 Budapest,

## Introduction

*Pimpinella peregrina* L. is a biennial medicinal plant belonging to Apiaceae family which occurs in alpine and mountainous areas in Europe. Its root, *Pimpinellae radix*, contains essential oil and saponins as active agents. The drug has antitussive and expectorant effect and used traditionally for curing diseases of upper-respiratory tract in several parts of Europe. In the drug production, cultivation of *P. peregrina* seems to achieve an increasing role instead of collection, with high yields and advantageous chemical composition. However, the bases of cultivation are developed, results on economical issues of the production and drug quality are only scarce. Therefore in this experiments our aim was to explore the effect of sowing density and harvesting time on the root production and essential oil content of the roots.

## Materials and methods

Growing location: Conthey, Agroscope

Plot size: 150 X600 m

Plants: *Pimpinella peregrina* cv. 'Licora'

Treatments: 5 different sowing densities:

06 g/100 m<sup>2</sup>; 12 g/100 m<sup>2</sup>;

18 g/100 m<sup>2</sup>; 24 g/100 m<sup>2</sup>;

30 g/100 m<sup>2</sup>.

Sowing: 12<sup>th</sup> May 2014 (Sembdner machine)

Harvest: sampling of roots from 0.75 m<sup>2</sup>.

Harvest periods: 8 times during vegetation period from 1<sup>st</sup> September till 21<sup>th</sup> October 2014.

Replications: 3 on an RCB design

Statistical analysis: Anova, XLSTAT 2014

## Measurements

Morphological features

Root length (15 plants per repl.)

Root diameter (15 plants per repl.)

Number of roots (0.75 m<sup>2</sup> per repl.)

Weight per root

Productional features

Fresh root yield (0.75 m<sup>2</sup> per 3 repl.)

Dry root yield (0.75 m<sup>2</sup> per repl.)

Essential oil content (3 repl.)

70 g cut roots were distilled in 1000 ml distilled water for 3 hours in a Clevenger type apparatus. To avoid foaming 3 ml paraffin oil was added. The essential oil content was calculated to dry matter.



Photo 1. The experimental field in Conthey



Photo 2. Fresh *Pimpinella* roots from harvest VI.

## Results

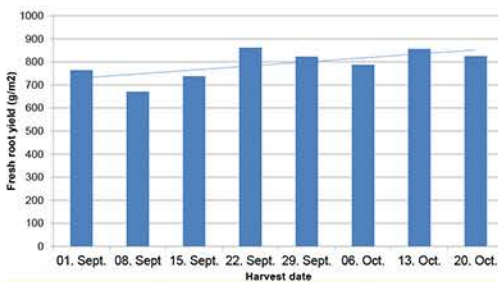


Fig. 1. Evolution of fresh root yield in density 12 g/100m<sup>2</sup>



Fig. 2. Evolution of essential oil content of *Pimpinella* roots

Table 1. Root parameters, yields and essential oil content of *Pimpinella peregrina* in the different sowing densities at harvest VI.

Density	Number of roots (per m <sup>2</sup> )	Weight of one root (g)	Root length (cm)	Root diameter (cm)	Fresh root yield (g/m <sup>2</sup> )	Dry root yield (g/m <sup>2</sup> )	Essential oil content (ml/100 g)
6 g/100 m <sup>2</sup>	51 c	15.2 a	24.17 a	1.10 a	753 ab	171.6 a	0.178 a
12 g/100m <sup>2</sup>	72 bc	11.2 ab	24.70 a	0.98 ab	787 ab	165.8 a	0.156 a
18 g/100 m <sup>2</sup>	112 bc	7.5 ab	24.27 a	0.85 ab	839 ab	188.0 a	0.159 a
24 g/100 m <sup>2</sup>	125 b	5.4 b	23.47 a	0.74 b	673 b	150.2 a	0.151 a
30 g/100 m <sup>2</sup>	214 a	5.0 b	23.27 a	0.63 b	1052 a	236.9 a	0.145 a

## Summary

- The root yields showed an increasing tendency during harvesting, with the highest average values (~120 roots/m<sup>2</sup> and ~240 g dw/m<sup>2</sup>) reached in 30 g/m<sup>2</sup> sowing density.
- The root parameters were related to the sowing density: the biggest root diameter (1.19 cm) and weight (13.8 g) were measured in the lowest density
- The essential oil content slightly increased from September to beginning of October, but later one decreased.
- The sowing density didn't have an effect on essential oil content (0.134-0.140 ml/100g) of the drug.

## Conclusions

- The optimal harvesting time of *Pimpinella* root is the **first half of October** due to high root yield and high essential oil contents.
- A sowing density about **12 to 18 g/100 m<sup>2</sup>** in cultivation is a good compromise between high yields and good quality drug.