



Domestication du podophylle indien (*Podophyllum hexandrum* Royle): étude sur la germination

X. SIMONNET et B. HELL, Médiplant, Centre de recherche Conthey, 1964 Conthey

C. FRANZ, Institut für Angewandte Botanik und Pharmakognosie, Veterinärmedizinische Universität Wien, 1210 Wien (A)

@ E-mail: xavier.simonnet@acw.admin.ch
Tél. (+41) 27 34 53 517.

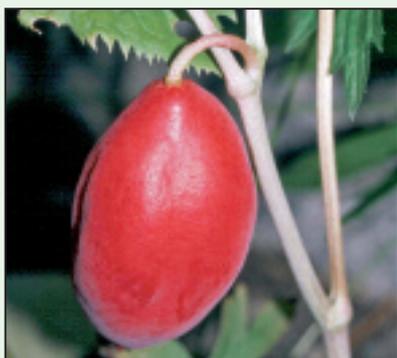
Résumé

Podophyllum hexandrum, plante médicinale d'origine himalayenne, fait l'objet d'une surexploitation mettant en danger sa survie dans les sites naturels. La réponse à la demande croissante en matériel végétal passe par la mise en culture de cette espèce. Les difficultés de germination n'ont jusqu'à présent pas encouragé sa domestication. Les tests de germination conduits par Médiplant apportent un éclairage sur les recommandations parfois contradictoires pour le semis. Ainsi, une maturation des semences de quelques mois après la récolte s'est révélée indispensable avant le semis. Le traitement à l'acide gibbéréllique a également montré de bons résultats pour certains lots de semence. La germination reste cependant longue, de un à deux mois au moins.

Introduction

Une plante himalayenne...

Podophyllum hexandrum (= *P. emodii* Wall; = *Sinopodophyllum hexandrum* Royle), de la famille des *Berberidaceae*, est une plante herbacée vivace possédant un rhizome avec de nombreuses racines (Airi *et al.*, 1997). Elle développe chaque année de nouvelles pousses érigées, plus ou moins rougeâtres, hautes de 15 à 60 cm (fig.1). Certaines pousses sont végétatives et d'autres reproductives. La fleur est gé-



Baie mature (~ 50 g).



Le fruit charnu contient en moyenne 75 graines.



Environ 20 graines fraîches au gramme.



Fleur solitaire rosâtre (diam. 4-5 cm).



Plante âgée de trois ans et demi.



Appareil souterrain.

Fig. 1. Détail des différents organes de *Podophyllum hexandrum*.

néralement solitaire, blanche ou rose pâle, et apparaît en même temps que les feuilles, en mars-avril sous notre climat suisse. Le fruit est une baie ovoïde de 3 à 5 cm de long, contenant de nombreuses graines (4 × 8 mm) mêlées à la pulpe. Le fruit rouge écarlate est mûr en fin d'été.

Cette espèce, aussi appelée podophylle indien, est présente uniquement sur la chaîne himalayenne de l'Inde, de l'Afghanistan et du sud-ouest de la Chine (Airi *et al.*, 1997). C'est une plante de haute altitude qui croît entre 2000 et 4000 m. Victime d'une surexploitation dans la nature, la plante ne se trouve plus que dans des zones très restreintes (Bhadula *et al.*, 1996).

... victime de son succès

A la fin du XIX^e siècle, la forte concentration en résine de l'appareil souterrain de *P. hexandrum* est mise en évidence (Chatterjee, 1952). Cette teneur est environ trois à quatre fois plus élevée que celle d'une espèce voisine, *P. peltatum*, récoltée sur le continent nord-américain. C'est principalement la podophyllotoxine, lignane antimittotique, extraite de la résine (podophylline) qui est utilisée pour être transformée en dérivés semi-synthétiques, l'étoposide et le téniposide (Canel *et al.*, 2000). L'étoposide est devenu un produit de référence pour le traitement du cancer des testicules et des cancers bronchiques à petites cellules, mais est également prescrit en association dans divers protocoles de polychimiothérapie à vi-

sées curative ou palliative (lymphomes, leucémies aiguës, ...) (Bruneton, 1999). Des dérivés semi-synthétiques de *P. hexandrum* sont également utilisés depuis une trentaine d'années pour le traitement des rhumatismes articulaires (Olhagen, 1977).

Les firmes pharmaceutiques sont approvisionnées essentiellement par la récolte des rhizomes et des racines dans la nature (Singh *et al.*, 1994). La pression de ces récoltes dépasse le taux de régénération de cette espèce dans son habitat naturel (Bhadula *et al.*, 1996) et a conduit la CITES à l'enregistrer à l'annexe II des espèces protégées.

Selon Moraes *et al.* (2000), les nouveaux développements à base de podophyllotoxine et le passage de l'étoposide dans le domaine public auront pour conséquence un accroissement de la demande en matière première végétale dans les prochaines années.

Etrangement, cette espèce a fait l'objet de très peu de travaux de mise en culture. Les informations disponibles proviennent essentiellement de travaux pour sa sauvegarde *in situ*.

Un développement très lent

La propagation de *P. hexandrum* est rendue difficile par sa fructification tardive (après 3-4 années de végétation), sa germination très capricieuse (tabl.1) et sa croissance très lente (Bhadula *et al.*, 1996). La plante exigerait une année de pépinière suivie de trois à cinq ans au champ pour être récoltée.

A la demande d'un partenaire privé, Médiplant a conduit en 1999 et 2000 une série de tests avec pour principal objectif d'obtenir une germination rapide et homogène avec une technique si possible fiable, simple et rapide. Les principaux résultats de ces tests sont repris dans cet article.

Matériel et méthodes

La faible quantité de semence disponible nous a contraints à travailler avec plusieurs petits lots et un nombre limité de graines par traitement. Le tableau 2 résume les différents traitements testés.

Les différents variantes sont organisées en cinq tests qui correspondent aussi à cinq étapes chronologiques. Ces tests poursuivent trois objectifs: les tests 1, 2 et 3 visaient à identifier un traitement pouvant favoriser la germination; le test 4 avait pour but de confirmer certaines observations intéressantes découlant des tests précédents; le test 5 concernait plusieurs lots de semences avec seulement deux traitements. Les tests 1 à 4 ont été réalisés avec des semences reçues du même fournisseur mais en plusieurs envois (tabl. 3).

Sauf indication contraire, les graines reçues fraîches ont toutes été lavées à l'eau courante. Le séchage des graines s'effectue ensuite durant quelques jours à température ambiante. Les semences ont toutes été stockées à température ambiante dans l'attente de la réalisation des tests.

Les solutions avec acide gibbérélique (GA₃) ont été préparées à l'aide de comprimés de Berelex® à 0,9% d'acide gibbérélique A₃.

Les semis ont été faits en boîtes de Pétri (Ø 9 cm). Une feuille de papier buvard a été placée dans chaque boîte avec une couche de sable de quartz, préalablement étuvé durant deux heures à 120 °C. Environ 25 ml

Tableau 1. Principales conclusions des travaux trouvés dans la littérature sur la germination des semences de *P. hexandrum*.

Principaux résultats / Recommandations	Références
Germination deux à trois années après le semis	Troup, 1915
Germination après une à deux années en nature	Chopra <i>et al.</i> , 1958, cités par Pankaj, 1999
Semer dès la récolte sans ôter la pulpe	Badhwar <i>et al.</i> , 1963
Le lavage des graines est sans intérêt	Krishnamurthy <i>et al.</i> , 1965
Effet positif d'un stockage préalable (un mois) de semence lavée et de la GA ₃	Nautiyal <i>et al.</i> , 1987
Présence d'une dormance (non définie)	Arumugam <i>et al.</i> , 1990
Régulateur de croissance sans intérêt; effet positif de la scarification et de l'obscurité	Choudhary <i>et al.</i> , 1994
Effet positif de la scarification; très importante variabilité comportementale	Bhadula <i>et al.</i> , 1996
Laver et semer immédiatement; germination après un à deux hivers	Berny, 1997
Importante variabilité concernant la vitesse et la faculté germinative	Purohit <i>et al.</i> , 1998
Effet positif de la scarification et de la GA ₃	Pankaj, 1999
Effet positif de la scarification et de la GA ₃ ; présence d'une dormance épicytaire	Achermann, 2000
Effet positif de NaHClO ₃ , GA ₃ et GA ₃ +6-benzyladénine	Nadeem <i>et al.</i> , 2000
Perte de viabilité dès une année de stockage	Thakur <i>et al.</i> , 2004
Culture d'embryons excisés	Kharkwal <i>et al.</i> , 2004
Dormance post-récolte; effet positif de H ₂ SO ₄ +GA ₃	Sharma <i>et al.</i> , 2006
Effet positif de la GA ₃	Kushwaha <i>et al.</i> , 2007

Tableau 2. Paramètres testés sur la faculté germinative des semences de *P. hexandrum*.

Tests	Paramètres	Lots de semences utilisés ¹	Nombre de graines par répétition	Nombre de répétitions	Durée de l'observation
N° 1	– séchage ou non de la graine préalablement au semis – ajout de GA ₃ à 0, 100, 500 et 1000 ppm – trempage de 14 et 24 h dans les solutions de GA ₃ – combinaison de ces différents paramètres	1	40	1	36 semaines (semis 31.08.99)
N° 2	– un et deux mois de traitement à basses températures (+ 4 °C/- 4 °C/- 25 °C) – état de la graine, sèche (+ 4 °C/- 4 °C/- 25 °C) ou humide (+ 4°C/- 4°C) – ajout de GA ₃ à 0 et 500 ppm, trempage 24 h des graines sèches – combinaison de ces différents paramètres	1	20 ou 40	1	36 semaines (semis 05.11.99)
N° 3	– un mois de traitement à basses températures (+ 4 °C/- 4 °C/- 25 °C) – état de la graine (sèche ou humide) pendant le traitement au froid – ajout de GA ₃ à 0 et 500 ppm, trempage 24 h des graines sèches – combinaison de ces différents paramètres	1 et 2	20	1	32 semaines (semis 11.11.99)
N° 4	– 0, 2 et 5 semaines de traitement à basse température (+ 4 °C) – ajout de GA ₃ à 0, 100, 250 et 500 ppm, trempage 24 h des graines sèches – combinaison de ces différents paramètres	3	28	3	13 semaines (semis 13.04.00)
N° 5	– ajout de GA ₃ à 0 et 500 ppm, trempage 24 h des graines sèches	2, 4, 5, 6	30	3	13 semaines (semis 10.03.00)

¹Cf. tableau 3.

d'eau désionisée par boîte ont été utilisés pour l'humidification. Les boîtes étaient maintenues fermées par du Parafilm® (fig. 2). Pour les observations de longue durée, de l'eau a été ajoutée en fonction des besoins afin de maintenir une humidité suffisante. Les différents tests effectués se sont déroulés entre fin août 1999 et mi-juillet 2000. Ils ont tous été réalisés dans le même laboratoire à la lumière naturelle (46° lat. N) et à une température ambiante voisine de 20-25 °C. Le décomptage des graines germées a été réalisé tous les un à trois jours en moyenne. Était considérée comme germée une graine présentant un petit radicule de 2 mm au minimum.

Les traitements ont été évalués sur la faculté germinative et la vitesse de germination (DMG pour Durée Moyenne de Germination) des graines. La DMG est une moyenne du nombre de jours nécessaires pour que les graines germent, calculée à partir de la date de semis.

Pour les tests réalisés sans répétition, des moyennes ont été calculées en regroupant les résultats selon les modalités (tabl. 4).

Résultats

Test n° 1 (tabl. 4)

Globalement, la germination est faible pour ces graines semées quelques jours après leur réception. Elle ne dépasse pas 54% dans le meilleur des cas. Sans addition de GA₃, les graines lavées et séchées avant semis ont une faculté germinative moyenne nettement supérieure à celle des graines non lavées et non séchées (40-46% contre 9-25%).

Tableau 3. Origine des lots de semence de *P. hexandrum* utilisés pour les tests de germination.

Lot 1	Firme semencière Jelitto (Allemagne)	réceptionné le 23.08.1999*
Lot 2	Firme semencière Jelitto (Allemagne)	réceptionné le 11.09.1999*
Lot 3	Firme semencière Jelitto (Allemagne)	réceptionné le 02.03.2000*
Lot 4	Jardin botanique Champex (Suisse)	récolté le 25.09.1999*
Lot 5	Jardin botanique Stockholm (Suède)	récolté en octobre 1993**
Lot 6	Jardin botanique Uppsala (Suède)	récolté en octobre 1999**

*Graines réceptionnées fraîches; **graines réceptionnées sèches.

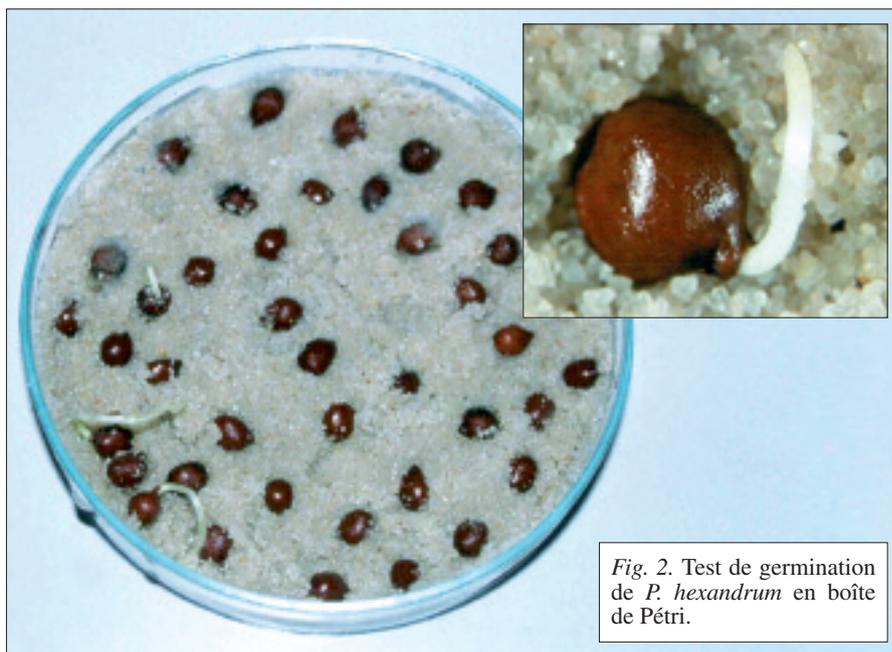


Fig. 2. Test de germination de *P. hexandrum* en boîte de Pétri.

Tableau 4. Principaux résultats des tests 1, 2, 3 sur la germination de *P. hexandrum*.

		Faculté germinative (%)		Durée moyenne de germination (j)	
		Moyenne	ET ²	Moyenne	ET
Test N° 1					
Témoin non lavé et non séché, sans GA ₃	(n = 1) ¹	20	–	139	–
Témoin lavé et non séché, sans GA ₃	(n = 1)	25	–	120	–
Témoin lavé et séché, sans GA ₃	(n = 1)	40	–	186	–
Modalités lavées et non séchées avant traitement GA ₃	(n = 8)	9	8,0	112	40,4
Modalités lavées et séchées avant traitement GA ₃	(n = 8)	46	12,8	81	38,2
Modalités lavées, séchées + GA ₃ 0 ppm	(n = 2)	54	1,8	140	1,4
Modalités lavées, séchées + GA ₃ 100 ppm	(n = 2)	43	0,0	79	1,4
Modalités lavées, séchées + GA ₃ 500 ppm	(n = 2)	54	5,3	52	7,1
Modalités lavées, séchées + GA ₃ 1000 ppm	(n = 2)	35	24,7	56	4,2
Modalités lavées, séchées, traitées GA ₃ pendant 14 h	(n = 3)	37	17,0	64	14,2
Modalités lavées, séchées, traitées GA ₃ pendant 24 h	(n = 3)	51	7,6	59	16,4
Test N° 2					
Témoin lavé, séché et conservé un mois à température ambiante, sans GA ₃	(n = 1)	15	–	116	–
Témoin lavé, séché et conservé deux mois à température ambiante, sans GA ₃	(n = 1)	20	–	138	–
Témoin lavé, séché et conservé un mois à température ambiante + GA ₃ 500 ppm 24 h	(n = 1)	*	*	*	*
Témoin lavé, séché et conservé deux mois à température ambiante + GA ₃ 500 ppm 24 h	(n = 1)	75	–	45	–
Modalités lavées, séchées, un mois à basses températures, sans GA ₃	(n = 5)	32	11,8	133	17,6
Modalités lavées, séchées, deux mois à basses températures, sans GA ₃	(n = 5)	22	22,6	142	22,0
Modalités lavées, séchées, un mois à basses températures + GA ₃ 500 ppm 24 h	(n = 2)	83	10,6	42	0,7
Modalités lavées, séchées, deux mois à basses températures + GA ₃ 500 ppm 24 h	(n = 2)	88	10,6	36	7,8
Test N° 3					
Témoin lavé, séché et conservé un mois à température ambiante, sans GA ₃	(n = 2)	13	10,6	127	16,3
Témoin lavé, séché et conservé un mois à température ambiante + GA ₃ 500 ppm 24 h	(n = 2)	83	10,6	38	10,6
Modalités lavées, séchées, un mois à basses températures, sans GA ₃	(n = 10)	24	10,5	87	32,5
Modalités lavées, séchées, un mois à basses températures + GA ₃ 500 ppm 24 h	(n = 6)	89	8,0	35	2,3

¹Nombre de modalités prises en considération pour le calcul; ²écart-type; *boîte endommagée.

Si l'emploi de GA₃ n'a pas amélioré le taux de germination, il semble en revanche avoir permis une germination plus rapide. La durée de germination reste cependant élevée avec au minimum une cinquantaine de jours.

En l'absence de différence notable entre les différents traitements à la GA₃ (concentration et durée de trempage), le choix pour les tests suivants s'est fixé sur un trempage de 24 h avec une concentration de 500 ppm de GA₃.

Test n° 2 (tabl. 4)

Avec le même lot de semence que le test précédent, mais deux mois plus tard, les germinations dépassent 80% avec l'emploi de la GA₃. L'effet de la GA₃ était, cette fois, très nettement perceptible en améliorant, d'un facteur 3 à 4, à la fois le taux et la vitesse de germination.

Les traitements à basses températures (un et deux mois à +4 °C, -4 °C ou -25 °C) ne se sont pas différenciés entre eux.

Test n° 3 (tabl. 4)

Cette variante reprenait le test n° 2 avec une seule durée de passage à basses températures (un mois) et l'emploi de deux lots de semences. Ces derniers, mis en germination deux à deux mois et demi après leur réception, se sont comportés de manière similaire. Les traitements à la GA₃ ont très nettement confirmé leur efficacité concernant la faculté germinative, en enregistrant en moyenne plus de 80% de germination, contre moins de 25% pour les modalités non traitées.

Les passages à basses températures n'ont pas donné de résultats concluants. Soulignons simplement que les se-

mences congelées un mois à -25 °C n'ont pas été affectées par ce traitement et ont très bien germé après traitement à la GA₃.

Test n° 4 (tabl. 5)

Ce test conduit avec un dispositif expérimental à trois répétitions avait pour principal objectif d'évaluer la possibilité d'employer des concentrations en GA₃ plus faibles (100 et 250 ppm).

Ce test a nécessité l'utilisation d'un nouveau lot de semence, moins de deux semaines après sa réception. Les résultats se sont révélés décevants, avec des facultés germinatives faibles pour l'ensemble des traitements, de l'ordre de 35 à 40%. Seule la vitesse de germination a été légèrement améliorée par l'emploi de GA₃ à partir de 250 ppm.

Ces résultats sont globalement très semblables à ceux obtenus lors du 1^{er} test.

Tableau 5. Analyse de variance des résultats du test n° 4 sur la germination de *P. hexandrum*.

Modalité	Faculté germinative (%)	Durée moyenne de germination (jours)
Effet passage au froid (+ 4 °C)		
0 semaine	39	33
2 semaines	35	31
5 semaines	40	30
Effet traitement GA₃		
0 ppm	35	42 a
100 ppm	41	31 b
250 ppm	37	27 c
500 ppm	39	26 c

Des lettres différentes indiquent des différences significatives (p < 5%) entre les modalités.

Tableau 6. Analyses de variance des résultats du test n° 5 sur la germination des graines de *P. hexandrum* de diverses origines.

Modalité	Faculté germinative (%)	Durée moyenne de germination (jours)
Lot 2 sans GA ₃	12 b	49 a
Lot 2 + 500 ppm GA ₃ 24h	78 a	37 b
Lot 4 sans GA ₃	78	55 a
Lot 4 + 500 ppm GA ₃ 24h	68	34 b
Lot 5 sans GA ₃	16	73 a
Lot 5 + 500 ppm GA ₃ 24h	7	36 b
Lot 6 sans GA ₃	100 a	29
Lot 6 + 500 ppm GA ₃ 24h	96 b	28

Des lettres différentes indiquent des différences significatives (p < 5%) entre les modalités.

Test n° 5 (tabl. 6)

Les cinq lots de semence utilisés, d'origines différentes, se sont comportés de façon très différenciée, après traitement ou non à la GA₃. Le lot 2 confirme sa très bonne réponse à l'acide gibbérellique. Les lots 4 et 6, âgés de cinq à six mois et originaires respectivement de Suisse et de Suède, ont bien germé même en l'absence de GA₃.

Le lot 5, également originaire de Suède mais récolté sept années auparavant, a médiocrement germé (15% maximum). La GA₃ a de nouveau réduit jusqu'à 50% la durée de germination.

Discussion

La germination difficile et aléatoire des graines de *Podophyllum hexandrum*, rapportée par de nombreux auteurs (tabl.1), se trouve confirmée par nos travaux.

L'amélioration très nette des taux de germination après plusieurs mois de stockage ainsi que l'effet positif de certains traitements à l'acide gibbérellique, relevés également par plusieurs auteurs (tabl.1), confortent l'existence d'une dormance de type morphophysiologique pour les *Berberidaceae*, du type de celle que décrivent Baskin *et al.* (1998). Il s'agit en fait de la combinaison d'une dormance physiologique (DP) et d'une dormance morphologique (DM). La première (DP) provient d'un mécanisme d'inhibition physiologique qui empêche l'émergence du radicule après la récolte des semences. Les causes de cette dormance sont encore mal connues et se situent probablement au niveau d'interactions entre l'embryon et les structures tégumentaires. La stratification au froid, une période prolongée

de stockage des semences sèches à température ambiante ou encore l'emploi d'acide gibbérellique permettent de lever ce type de dormance. Le deuxième type de dormance (DM) correspond à une période de maturation après récolte (après dispersion des graines) qui permet à l'embryon de terminer son développement. L'imbrication de ces deux types de dormance (DP et DM) complique la détermination des conditions ambiantes nécessaires à leur accomplissement. Ces conditions (par exemple des températures élevées ou basses) peuvent être, selon les espèces, semblables ou différentes, accomplies simultanément ou successivement.

Des travaux complémentaires comprenant un meilleur suivi des semences dès leur récolte et la culture d'embryons excisés devraient permettre de mieux établir les conditions de dormance de cette espèce.

Conclusions

- ❑ La germination des graines de *P. hexandrum* est lente et réclame un à deux mois dans le meilleur des cas.
- ❑ La faculté germinative dépend probablement très fortement de l'origine des semences.
- ❑ Le semis des graines dès la récolte est déconseillé. La maturation après récolte est obligatoire: un stockage préalable de un à deux mois après nettoyage et séchage est ainsi recommandé.
- ❑ L'emploi d'acide gibbérellique (GA₃) à 500 ppm peut améliorer très nettement le taux et la vitesse de germination.

Remerciements

Nos remerciements s'adressent à la firme Analytecon SA pour le soutien financier accordé à cette étude, ainsi qu'à M. Peter Achermann pour ses précieuses informations et au Jardin botanique alpin «Flore-Alpe» de Champex-Lac (Valais) pour la mise à disposition de semence.

Bibliographie

- Airi S., Rawal R. S., Dhar U. & Purohit A. N., 1997. Population studies on *Podophyllum hexandrum* Royle – a dwindling, medicinal plant of the Himalaya. *Plant Genetic Resources Newsletter* **110**, 19-34.
- Arumugam N. & Bhojwani S. S., 1990. Somatic embryogenesis in tissue cultures of *Podophyllum hexandrum*. *Can. J. Bot.* **68**, 487-491.
- Badhwar R. L. & Sharma B. K., 1963. A note on the germination of *Podophyllum* seeds. *Indian Forester* **89**, 445-447.
- Baskin C. C. & Baskin J. M., 1998. *Seeds*. Academic Press, 666 p.
- Berny B., 1997. Communication personnelle. Jardin botanique de l'Université de Bâle, 4056 Bâle.
- Bhadula S. K., Singh A., Lata H., Kuniyal C. P. & Purohit A. N., 1996. Genetic resources of *Podophyllum hexandrum* Royle, an endangered medicinal species from Garhwal Himalaya, India. *Plant Genetic Resources Newsletter* **106**, 26-29.
- Bruneton J., 1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Ed. Tech. & Doc., Lavoisier, 3^e éd., 1120 p.
- Canel C., Moraes R. M., Dayan F. E. & Ferreira D., 2000. Podophyllotoxin. *Phytochemistry* **54** (2), 115-120.
- Chatterjee R., 1952. Indian *Podophyllum*. *Economic Botany* **6**, 342-354.
- Chaudhary D. K., Kaul B. L. & Khan S., 1996. Effect of light vs dark on seed germination of *Podophyllum hexandrum* Royle. Supplement to cultivation and utilization of medicinal plants ed. S. S. Handa & M. K. Kaul, 381-383.
- Kharkwal A. C., Prakash O., Bhattacharya A. & Ahuja P. S., 2004. Mass propagation and conservation of *Podophyllum emodi* Wall, an endangered medicinal plant of the Himalaya. *Plant Genetic Resources* **2** (1), 51-57.

Krishnamurthy T., Karira G. V., Sharma B. K. & Bhatia K., 1965. Cultivation and exploitation of *Podophyllum hexandrum* Royle (syn. *P. emodi* Wall, ex Hook. f. Thomas). *Indian Forester* **91** (7), 470-475.

Kushwaha R., Pandey S., Chanda S., Bhattacharya A. & Ahuja P. S., 2007. GA₃ induced changes in slow growing endangered himalayan plant *Podophyllum hexandrum* and hastening of vegetative growth. *Plant Growth Regul.* **51**, 207-215.

Moraes M. R., Burandt Jr. Ch., Ganzera M., Li X., Khan I. & Canel C., 2000. The american Mayapple revisited – *Podophyllum peltatum* – still a potential cash crop? *Economic Botany* **54** (4), 471-476.

Nadeem M., Palmi L. M. S., Purohit A. N., Pandey H. & Nandi S. K., 2000. Propagation and conservation of *Podophyllum hexandrum* Royle: an important medicinal herb. *Biological Conservation* **92**, 121-129.

Nautiyal M. C., Rawat A. S., Bhadula S. K. & Purohit A. N., 1987. Seed germination in *Podophyllum hexandrum*. *Seed Research* **15** (2), 206-209.

Olhagen B., 1977. Long-term trial with crude semi-synthetic derivatives from *Podophyllum emodi* (Proresid) in rheumatoid arthritis. Abstract, XIV International Congress of Rheumatology, San Francisco, 1977.

Pankaj P., 1999. Enhancement of seed germination of *Podophyllum hexandrum* Royle and *Aconitum heterophyllum* Wall by different treatments. *Journal of Hill Research* **12** (2), 102-106.

Purohit A. N., Lata H., Nautiyal S. & Purohit M. C., 1998. Some characteristics of four morphological variants of *Podophyllum hexandrum* Royle. *Plant Genetic Ressources Newsletter* **114**, 51-52.

Sharma R. K., Sharma S. & Sharma S. S., 2006. Seed germination behaviour of some medicinal plants of Lahaul and Spiti cold desert (Himachal Pradesh): implications for conservation and cultivation. *Current Science* **90** (8), 1113-1118.

Singh J. & Shah N. C., 1994. *Podophyllum*: a review. *Curr. Res. Med. Arom. Pl.* **16** (2), 53-83.

Thakur A., Mehta R. & Thakur P. S., 2004. Germination, viability and vigour of fresh and aged seeds of some endangered medicinal plant species of Western Himalayas. *Indian J. Plant Physiol.* **9** (3), 247-254.

Troup, 1915. *Indian For.* **41** (10), 361.

Summary

Domestication of Indian mayapple (*Podophyllum hexandrum* Royle): germination study

The overuse of *Podophyllum hexandrum*, an Himalayan medicinal species, is endangering its survival in natural sites. The cultivation of this species may answer to the growing needs for plant material. The difficulties of germination have not favoured its domestication so far. Germination tests conducted by Médiplant (VS, Switzerland) gave information about the sometimes contradictory recommendations for drilling. A post harvest seeds maturation for a few months was essential before drilling. Treatment with gibberellic acid was also very beneficial for some batches of seeds. Germination remains however long, at least one or two months.

Key words: *Podophyllum hexandrum*, germination, medicinal plant, Switzerland.

Zusammenfassung

Anbau des Himalaja-Maiapfel (*Podophyllum hexandrum* Royle): Untersuchungen zur Keimung

Eine übermässige Nutzung von *Podophyllum hexandrum* in der Himalaja-Region, seinem Ursprungsgebiet, gefährdet sein Vorkommen an seinem natürlichen Standort. Um der steigenden Nachfrage an Himalaja-Maiapfel zu genügen, ist sein Anbau notwendig. Dieser wurde bis anhin durch Probleme bei der Keimung stark erschwert. Durch Médiplant durchgeführte Keimtests helfen Klarheit in die zur Zeit widersprüchlichen Empfehlungen zu bringen. Für eine erfolgreiche Saat war eine mehrmonatige Reife nach der Ernte unabdingbar. Bei gewissen Saatgutposten erwies sich eine Behandlung mit Gibberellinsäure ebenfalls als nutzbringend. Trotz dieser Massnahmen dauert die Keimung jedoch ein bis zwei Monate.

Riassunto

La domesticazione di *Podophyllum hexandrum* Royle: studio sulla germinazione

Podophyllum hexandrum, specie d'origine himalaiana, è oggetto di un eccessivo sfruttamento che ne mette in pericolo la sopravvivenza nei suoi luoghi d'origine. La risposta alla crescente domanda di materiale vegetale passa per la coltivazione di questa specie. La difficoltà di germinazione della semente non ha finora incoraggiato la domesticazione. Le prove di germinazione condotte da Médiplant apportano una nuova luce sulle raccomandazioni, a volte contraddittorie, per la semina. Una maturazione dopo la raccolta di qualche mese della semente prima della semina si è rivelata indispensabile. Il trattamento con acido giberellinico si è pure rivelato molto benefico per alcuni lotti di semente. Ciononostante, la germinazione resta lunga, almeno di uno a due mesi.



EN 45001 / STS 213

SCHWEIZERISCHER PRÜFSTELLENDIENST
SERVICE SUISSE D'ESSAI
SERVIZIO DI PROVA IN SVIZZERA
SWISS TESTING SERVICE

**Son laboratoire accrédité et ses ingénieurs sont à votre service
pour toutes vos analyses et pour des conseils de fumure personnalisés**

SOL-CONSEIL • Changins • Case postale 1381 • 1260 Nyon 1

Tél. 022 363 43 04 • Fax 022 363 45 17 • E-mail: sol.conseil@acw.admin.ch • www.acw.admin.ch