



Techniques de production de pommes de terre de prébase

I. Production de plants de pommes de terre en chambre de croissance

C. L. LÊ, R. SCHWÄRZEL¹ et D. THOMAS, Station fédérale de recherches en production végétale de Changins, CH-1260 Nyon

@ E-mail: cong-linh.le@rac.admin.ch
Tél. (+41) 22/36 34 444.

Résumé

On décrit ici une technique de culture utilisant des explants nodaux pour la production de minitubercules de pommes de terre en conditions de chambre de croissance. Les observations réalisées ces dernières années permettent d'acquérir des données sur la nature de l'explant initial, l'influence de l'âge physiologique des plantes-mères et le mode de culture. Ces éléments sont importants pour constituer des stocks de matériel sain pouvant être incorporé dans le schéma de production de pommes de terre de semence de prébase.

Cette technique de multiplication peut être réalisée dans des conditions de culture telles que locaux de stockage ou frigos aménagés à cet effet.

Introduction

La production de plants de pommes de terre s'effectue traditionnellement en cultivant des *plants-tubers* d'un calibre de 32 à 55 mm dont la densité moyenne de plantation varie de 2 à 4 tonnes par ha. La production de plants de départ nécessite par conséquent des travaux de multiplication accélérée des stocks par étapes appelées plants de prébase, base et certifié. Les passages successifs des tubercules dans les conditions de culture en plein champ augmentent fortement les risques de contamination par des micro-organismes pathogènes (nématodes, champignons, bactéries et virus). Aussi, l'infection d'un seul tubercule au départ du cycle de reproduction peut prendre des proportions considérables dans les cultures subséquentes. La production des semences de pommes de terre a, par conséquent, toujours été limitée dans

des régions où les risques d'infection causés par les nématodes et les insectes (pucerons) vecteurs de maladies virales doivent être fortement réduits pendant la durée de végétation.

De nouvelles méthodes de production, utilisant les techniques de culture *in vitro*, ont été mises au point pour la reproduction accélérée des clones de pomme de terre (NOZERAN *et al.*, 1973; REUST et LÊ, 1985; LÊ, 1991). Ce mode de multiplication permet effectivement de pallier à tout moment de l'année le manque de matériel provoqué par des dégâts dus soit aux aléas de la culture, soit aux maladies causées par des conditions de culture inappropriées. Cette technique offre, certes, des avantages reconnus sous plusieurs aspects comprenant aussi bien la **rapidité du cycle de multiplication avec un taux de multiplication élevé** que la **parfaite garantie sanitaire**; cependant, elle exige une maîtrise parfaite du savoir-faire qui est, pour l'instant, du ressort des centres de recherche ou des laboratoires hautement spécialisés. Aussi, dans le but de faire

bénéficier pleinement le milieu agricole des nouvelles applications biotechnologiques, certains aspects techniques ont été mis au point, ces dernières années, à la Station de Changins, en vue de transférer le savoir-faire en matière technologique à la pratique agricole.

Dans cette étude, la mise au point d'une méthode de production *extra vitrum* de matériel sain sous forme de minitubercules a été réalisée, premièrement dans le but de repérer les difficultés d'ordre technique, afin d'y apporter des modifications susceptibles d'améliorer les conditions de culture en termes de qualité des produits; secondement d'envisager dans la suite l'incorporation de ce nouveau mode de culture dans le schéma de production conventionnelle des semences de pommes de terre en Suisse.

Matériel et techniques

Production de matériel expérimental *in vitro*

Des plantes de pomme de terre (cv. Urgenta et Erntestolz) sont établies aseptiquement selon les conditions décrites auparavant (REUST et LÊ, 1985). Ces plantes sont ensuite multipliées toutes les quatre semaines, en découpant les tiges feuillées en plusieurs segments comprenant chacun un bourgeon axillaire. Pour ce faire, on prélève quatre ou cinq segments (miniboutures) de rang intermédiaire, afin de maintenir un taux de reproduction optimal au cours de passages successifs *in vitro* selon LÊ (1991).

Les miniboutures sont cultivées dans des tubes en verre (25 x 150 mm) contenant un milieu de base CMS (LÊ et COLLET, 1985) et

¹Avec la collaboration technique de M^{me} Nelly Poget.

maintenues dans un environnement où elles reçoivent une photopériode de 16 heures par cycle de 24 heures. L'éclairage est assuré par des tubes fluorescents (Sylvania Cool White, 215 W) fournissant $55 \mu\text{mole.m}^{-2}.\text{sec}^{-1}$ au niveau des cultures. La température est de $18 \pm 1^\circ\text{C}$ de jour et de $16 \pm 1^\circ\text{C}$ de nuit. L'humidité relative a été maintenue à 55-60% durant toute la période de culture.

Production de minitubercules *extra vitrum*

Des miniplantes de pomme de terre (cv. Urgenta et Erntestolz) multipliées *in vitro* sont induites à former des tubercules en conditions de culture contrôlées (chambre de croissance). Des explants (miniboutures) prélevés aux différents niveaux d'insertion (apical, médian et basal) de la plante-mère sont disposés dans des caissettes, à raison de 15 ou 25 explants par caissette, contenant un substrat horticole de type commercial (Brill®).

Pour leur croissance, les cultures sont maintenues dans un environnement (chambre de culture ou frigo) où la température moyenne est de 18°C avec une photopériode de 14 h/jour ($70 \mu\text{mole.m}^{-2}.\text{sec}^{-1}$), alors que l'induction à la tubérisation a été réalisée en appliquant une thermopériode de 18°C le jour et de 12°C la nuit, durant toute la phase de jours courts (8 h/jour).

Dans nos conditions, l'effet de la position du matériel végétal dans le substrat sur le potentiel de tubérisation a été vérifié en disposant les miniplantes de la pomme de terre (cv. Erntestolz) de culture de différentes manières:

- en entier horizontalement;
- sans apex horizontalement;
- en entier verticalement.

Les cultures sont maintenues pendant un mois en conditions de croissance de jours longs avant d'être placées en photopériode courte (SLIMMON *et al.*, 1989) pendant une semaine (EWING et WAREING, 1978), avec une alternance de température de 18°C le jour et de 12°C la nuit (MORENO, 1985; CHARLES, 1993), afin d'induire la tubérisation. L'incidence de l'origine de l'explant

initial, de l'âge physiologique de la plante-mère, ainsi que de la position des plantations installées dans le substrat de culture sur la capacité de tubérisation ont été examinées au cours de cette phase de développement.

Résultats et discussion

Influence du niveau de prélèvement

Comme le montre la figure 1, la capacité de tubérisation des explants de pomme de terre (cv. Urgenta) s'avère influencée par leur emplacement (niveau d'insertion) sur la plante-mère. Les meilleurs résultats sont obtenus avec les explants prélevés au niveau supérieur (haut) suivis de ceux de la partie médiane (milieu) de la miniplante, qui ont, vraisemblablement, hérité de réserves en sucres plus riches et de potentialités métaboliques plus élevées que ceux du niveau inférieur (bas) de la tige, comme l'a démontré BLANC (1983) sur les différentes parties d'un germe de pomme de terre. A cet égard, on constate qu'effectivement la capacité de former des tubercules diminue lorsqu'on initie la tubérisation avec les explants de la partie basale.

Cette observation corrobore aussi les résultats des travaux de ROSSIGNOL *et al.* (1984) sur la croissance des plantes issues de tubercules riches en sucres. CHARLES *et al.* (1992) ont, à ce propos, rapporté que, chez la pomme de terre cultivée *in vitro*, la teneur moyenne en protéines solubles est de 64% plus élevée dans la partie supérieure des tiges que dans la partie inférieure. L'écart avec la partie basale s'accroît rapidement en cours de culture et entraîne, par conséquent, un vieillissement accéléré de cette zone. De même, REUST et

LÊ (1985) ont signalé, dans un travail portant sur l'influence des niveaux d'insertion sur la reprise des repiquages de pomme de terre (cv. Bintje, Palma et Aura), une différence importante entre les boutures prélevées dans les parties supérieure et inférieure. Les boutures du bas semblent avoir un âge physiologique plus avancé que celles qui sont prélevées au sommet de la plante-mère. Cette différence a été également observée en culture *in vitro* (LÊ, 1991).

Influence de l'état physiologique

A l'examen des résultats portant sur la capacité de tubériser des explants prélevés à différents stades de croissance (fig. 2), il semble que les plantes initiales de six à huit semaines de croissance ont un potentiel de tubérisation supérieur à celles qui dépassent neuf semaines de culture et à celles qui sont âgées de moins de 5 semaines. Cela est également valable pour les trois niveaux d'insertion sur la plante-mère. Cependant, on constate que souvent les explants de la base, contrairement à ceux de la partie supérieure, ne peuvent être amenés jusqu'à la tubérisation, cela en raison d'un vieillissement initial trop avancé chez les explants dépassant huit semaines de culture. Ces explants ont des feuilles trop vieilles et incapables d'assurer le métabolisme des sucres et la distribution des réserves et manifestent des difficultés à s'enraciner, contrairement à ceux qui sont prélevés sur des plantes relativement jeunes où les éléments nutritifs semblent être normalement distribués aux racines, favorisant ainsi la croissance active de la plante. L'importance de l'état physiologique de l'explant initial pour la capa-

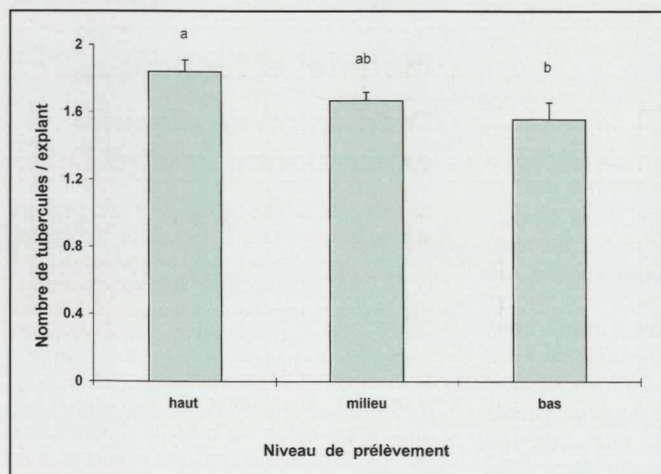


Fig. 1. Influence du niveau de prélèvement. Les valeurs (moyennes \pm erreurs standards) suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan ($p = 0,05$).

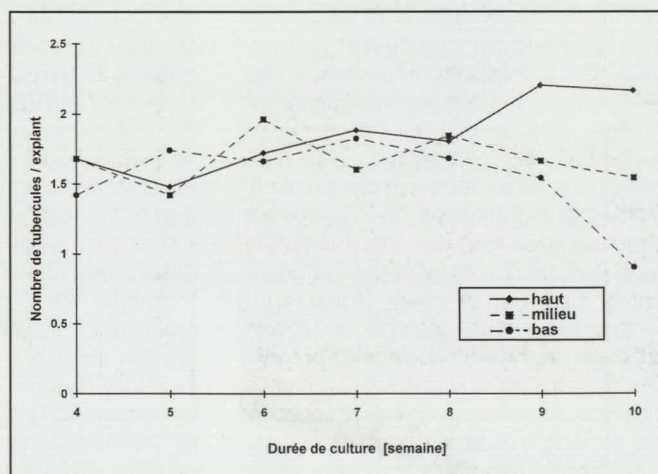


Fig. 2. Capacité de tubérisation selon l'âge des explants initiaux.

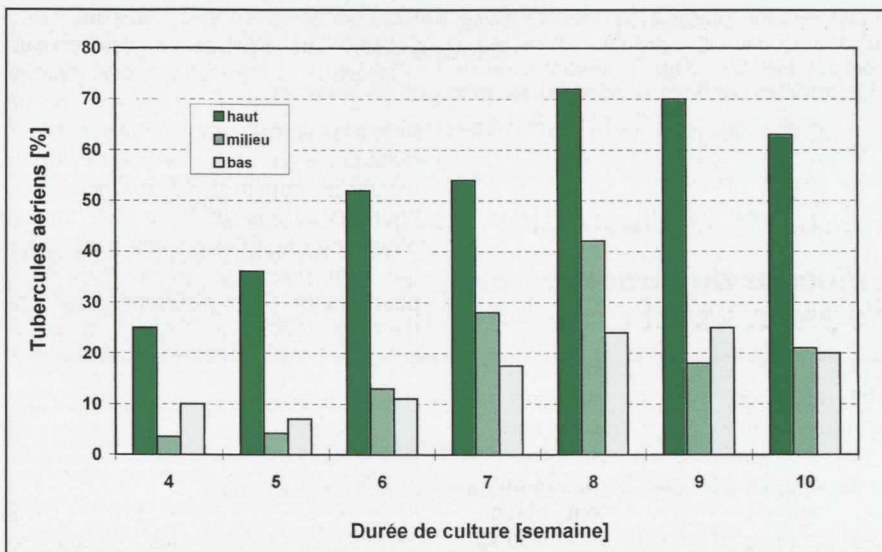


Fig. 3. Formation de tubercules aériens selon l'âge des explants initiaux.

cité de métaboliser les éléments nutritifs indispensables au développement de la nouvelle plante a été également rapportée par KNOWLES (1986). En effet, cet auteur constate que, durant la phase d'initiation de croissance chez la pomme de terre, la capacité de réduire les nitrates diminue fortement avec l'âge des explants initiaux. Dans nos essais, cette modification du métabolisme des explants âgés conduit à une tubérisation précoce, le plus souvent au détriment du rendement et de la qualité des tubercules.

Toutefois, si l'on tient compte du type de tubercules formés, il apparaît que la proportion de ceux qui se développent à l'extérieur du substrat (tubercules aériens) augmente également avec le prolongement de la période de croissance (fig. 3). Ce phénomène se manifeste,

dans notre étude, pour tous les niveaux d'insertion sur la plante-mère; en particulier pour le niveau supérieur qui manifeste un important potentiel de tubercules aériens dès la cinquième semaine de culture. En revanche, une extension de la durée de culture au-delà de la huitième semaine s'avère moins favorable à ce type de développement, en raison du vieillissement de l'explant initial entraînant une tubérisation avancée (fig. 4).

En ce qui concerne le développement des tubercules aériens en chambre de croissance, KARIM *et al.* (1996) mentionnent également l'obtention de tubercules aériens sur des tiges feuillées par l'usage de phytohormones. Ces auteurs ont constaté que les tubercules aériens pouvaient constituer une source de matériel intéressant pour la reproduc-

tion de génotypes cultivés. Ces tubercules sont moins sujets aux maladies liées au substrat de culture et peuvent être cultivés à une densité plus élevée. En outre, ils sont naturellement protégés par leur forte teneur en glycoalcaloïdes, qui sont toxiques pour les micro-organismes, durant toute la période de conservation, contribuant ainsi à réduire l'utilisation des produits pour la protection des récoltes. Enfin, ces tubercules, une fois la dormance levée et mis en terre, donnent naissance à de nouveaux tubercules normaux.

Influence de la position de la plante

Les résultats illustrés dans la figure 5 montrent que la production de tubercules obtenus dans nos conditions expérimentales est fortement influencée par la position de la plante installée dans le substrat de culture. Effectivement, le potentiel de développement de nouveaux tubercules des plantes disposées dans le sens vertical se révèle nettement supérieur à celui de plantes qui sont maintenues couchées dans le substrat de culture, en présence ou non de l'apex. De même, le transfert dans les conditions de culture conventionnelle montre une meilleure survie des plantes développées à partir de tubercules verticaux. Cette différence importante en regard de la capacité de survie des plantes dépourvues d'apex pourrait être expliquée par le fait que la présence de celui-ci paraît indispensable pour la reprise de croissance, en particulier pour les plantes issues d'*in vitro*. Ce phénomène semble être moins évident pour

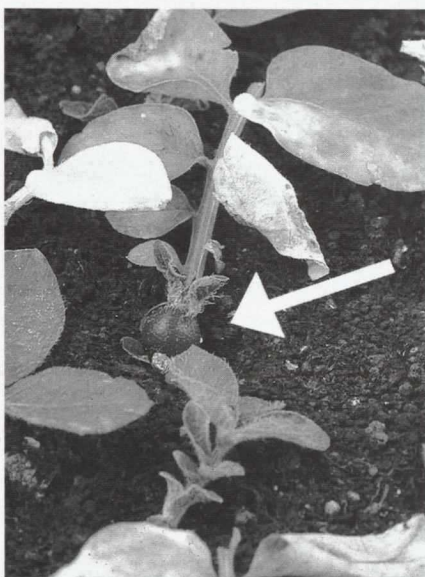


Fig. 4. Tubérisation précoce à l'extérieur du substrat de culture.

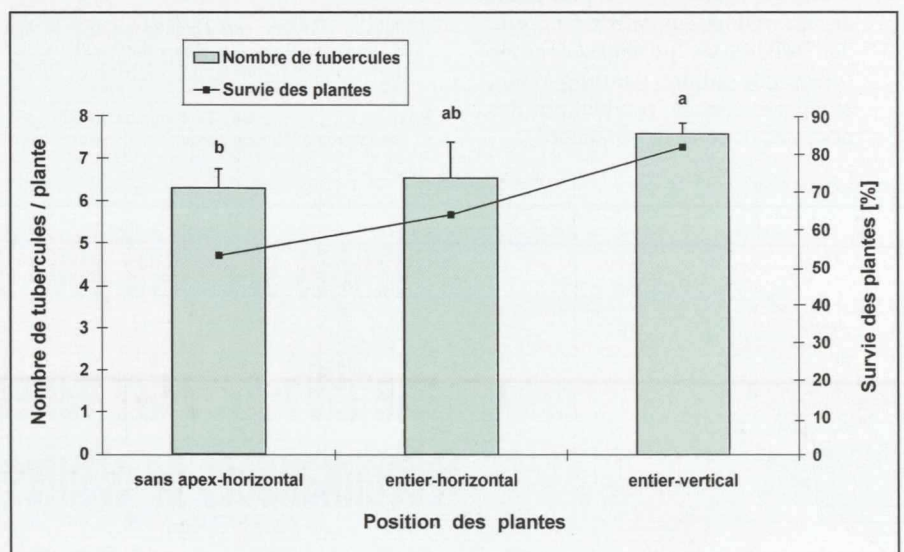


Fig. 5. Influence de la position des plantes-boutures sur la capacité de tubérisation. Les valeurs (moyennes \pm erreurs standards) suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan ($p = 0,05$).

les plantes placées horizontalement tout en conservant leur apex. Néanmoins, on note un léger fléchissement du potentiel de tubérisation chez ces dernières par rapport à celles qui sont maintenues verticalement.

Par ailleurs, le fait de coucher la mini-plante initiale dans le substrat entraîne, dans nos conditions, un redémarrage de l'activité des bourgeons axillaires dans le sens d'une croissance végétative excessive défavorable à la formation des tubercules.

Conclusions

- L'objet de cette étude est de déterminer les difficultés qui peuvent apparaître au cours de ces travaux de multiplication et de les surmonter en y apportant les modifications nécessaires.
- Les explants prélevés sur des plantes-mères issues de culture *in vitro* ont bien répondu, dans l'ensemble, à ce que nous en attendions. Cependant, il serait utile de modifier certains paramètres afin d'améliorer, sur le plan pratique, l'expression du potentiel de tubérisation de ces explants. A savoir:
 - utiliser des plantes-mères de 6 semaines de culture;
 - prélever les explants au niveau d'insertion supérieur;
 - mettre en terre les plantes intégrales en position verticale.
- A ces ajustements on peut encore ajouter la possibilité d'utiliser des tubercules aériens qui peuvent être d'une importance, sinon plus grande, du moins équivalente à celle des tubercules produits dans le substrat de culture, par rapport aux exigences de la production des pommes de terre de semence.

Summary

Production of healthy seed potatoes in growth chamber

A culture technique in which nodal explants were used to produce minitubers in growth chamber is described. Observations achieved during the last few years allow to provide data on the type of initial explant, the effect of physiological state of mother plants and the mode of culture, which are important for building up stocks of healthy material to be introduced in the scheme for production of prebasic seed potatoes. This cultivation technique can be achieved using environmental facilities (storage chamber or fridge) equipped to this end.

Key words: *Solanum tuberosum*, nodal cuttings, explant position, tuberization.

Zusammenfassung

Produktion von gesundem Kartoffelsaatgut in Klimakammern

Eine Kulturmethode wo Achselknospensexplantate verwendet wurden um Miniknollen in Klimakammern zu produzieren, wird beschrieben. Beobachtungen der letzten Jahre stellen Angaben zu Verfügung über Ursprungsexplantat, Folgen des physiologischen Zustandes der Mutterpflanzen und Kulturmethoden, die wichtig sind zur Schaffung von gesundem Materialbeständen, die in das Produktionsprogramm von Vorbasissaatgut integriert werden können.

Diese Vermehrungstechnik kann in Lagerhallen oder in dazu eingerichteten Kühlläusen angewendet werden.

Bibliographie

- BLANC A., 1983. Utilisation d'un marqueur - l'activité de l'invertase - pour la mise en évidence des corrélations établies, avant et pendant la culture, entre les différents bourgeons du germe de pomme de terre. *C. R. Acad. Sc. Paris*, série III, **297**, 401-403.
- CHARLES G., ROSSIGNOL L. M., 1992. Environmental Effects on Potato Plants *in vitro*. *J. Plant Physiol.* **139**, 708-713.
- CHARLES G., ROSSIGNOL L. M., 1993. A synchronous model perfecting for fundamental studies on the tuberization process. *J. Plant Physiol.* **142**, 474-479.
- EWING E. E., WAREING P. F., 1978. Shoot, stolon and tuber formation on potato (*Solanum tuberosum* L.) cuttings in response to photoperiod. *Plant Physiol.* **61**, 348-353.
- KARIM M. S., PERCIVAL G. C., DIXON G. R., 1996. Rapid multiplication of potato genotypes by aerial stem tubers. In: Abstracts of conference Papers, Posters and Demonstrations of the 13th Triennial conference of the EAPR, Veldhoven, The Netherlands, 14-19 July, 1996, 488-489.
- KNOWLES N. R., 1986. Differences in nitrogen metabolism during growth of plants from aged potato (*Solanum tuberosum* L.) meristems. *Ann. of Bot.* **58** (5), 711-718.
- LÉ C. L., COLLET G. F., 1985. Assainissement de la variété de pomme de terre Sangema. Méthode combinant la thérapie *in vitro* et la culture de méristèmes. Premiers résultats. *Revue suisse Agric.* **17** (4), 221-225.
- LÉ C. L., 1991. Aspects pratiques de la micropropagation de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). *Revue suisse Agric.* **23** (6), 357-358.
- MORENO U., 1985. Environmental effects on growth and development of potato plants. In: *Potato Physiology*. LI, P. H. ed., London, Academic Press, 481-501.
- NOZERAN R., BANCILHON-ROSSIGNOL L., GREANAN S., 1977. Nouvelles possibilités d'obtention et de multiplication rapide de clones sains de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). *C. R. Acad. Sc., Paris*, série D, **285**, 37-40.
- REUST W., LÉ C. L., 1985. La multiplication rapide des pommes de terre par le microbouturage. *Revue suisse Agric.* **17** (1), 11-18.
- SLIMMON T., SOUZA MACHADO V., COFFIN R., 1989. The effect of light on *in vitro* microtuberization of potato cultivars. *Am. Potato. J.* **66**, 843-848.

Toujours actuel

Mélanges standard pour la production fourragère

Liste 1999-2000 des variétés

recommandées de plantes fourragères

CHF 3.50

CHF 3.—

COMMANDE:

Station fédérale de Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1, tél. (+41) 22/363 41 51/52, fax (+41) 22/363 41 55.