Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 84 (1993)

Heft: 6

Artikel: Evolution de la teneur en nitrate de la laitue pommée pendant l'entreposage frigorifique = Evolution of nitrate content in lettuce during cold store conservation

Autor: Jermini, M. / Martinoni, A. / Jelmini, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-982155

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Trav. chim. aliment. hyg. **84**, 677–686 (1993)
Présenté le 18 octobre 1993. Accepté le 9 novembre 1993

Evolution de la teneur en nitrate de la laitue pommée pendant l'entreposage frigorifique

Evolution of Nitrate Content in Lettuce during Cold Store Conservation

M. Jermini, A. Martinoni et *G. Jelmini*
Stazioni federali di ricerche agronomiche, Centro di Cadenazzo, Cadenazzo

M. Ceschi
Laboratorio cantonale d'igiene, Lugano

Introduction

Les nitrates sont des composés chimiques qui sont présents normalement dans la nature, mais depuis plusieurs années ils sont soupçonnés de favoriser la formation chez l'homme des nitrosamines de nature cancérigène (1). Ce fait a eu des répercussions en agriculture et en particulier dans le secteur de la culture maraîchère, car certains légumes, et en particulier la laitue pommée (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*), sont des accumulateurs importants de ces substances et ils constituent la principale source d'apport de nitrates dans notre alimentation (2). Pour ces raisons, l'Office fédéral de la santé publique a fixé une tolérance de 3500 mg de NO_3^-/kg matière fraîche et un seuil limite de 4000 mg de NO_3^-/kg matière fraîche. L'accumulation des nitrates dans la plante est un problème qui est connu depuis longtemps, car déjà en 1907 on enregistrait des teneurs en nitrate autour de 4000 mg/kg (3). La recherche agronomique tenta de trouver des solutions pratiques pour chercher à abaisser cette teneur en nitrate dans les légumes et en particulier dans la laitue. De nombreux facteurs influençant cette accumulation ont été analysés (4–7), mais une solution pratique dans un contexte réaliste n'a pas encore été trouvée. En Suisse, ce phénomène dépend principalement de la saison et donc de la radiation solaire (8) qui est un facteur très important pour leur accumulation (6, 9–11). En effet, le nitrate a une fonction osmotique et, dans les vacuoles des cellules, il peut agir en interaction avec d'autres composants. Son accumulation dépend de l'efficacité photosynthétique de la plante, puisqu'il réagit aux conditions écologiques en substituant dans le cytoplasme des composants organiques (glucides et acides organiques) (12).

Pour garantir le respect des limites fixées, les laboratoires officiels effectuent des contrôles chez les grossistes et les détaillants. Dans plusieurs cas, les résultats de ces

analyses étaient en contradiction avec ceux des analyses effectuées au moment de la récolte, même si les méthodes d'échantillonnage et d'analyse étaient les mêmes. Puisque la possibilité d'erreur due à la représentativité de l'échantillonnage était la même, la seule différence entre ces analyses était la période d'entreposage frigorifique entre la récolte et la commercialisation de la marchandise. Pour ce motif, nous avons voulu étudier l'évolution de la teneur en nitrate de la laitue pommée en fonction de différentes durées d'entreposage en frigo.

Matériel et méthode

Disposition des essais

Entre 1992 et 1993 l'essai a été répété 4 fois sur 4 différentes cultures de laitue pommée. Chaque culture était un essai variétal et la variété choisie pour le contrôle de la teneur en nitrate était la variété de référence de l'essai. En conséquence, elle était cultivée en parcelles de 42 plantes avec 4 répétitions.

Les principales données des 4 essais sont les suivantes:

1. Laitue pommée de printemps en serre, variété Rosalba:
   semée le 5 octobre 1991
   plantation le 14 janvier 1992
   récoltée le 24 mars 1992

2. Laitue pommée d'automne en serre, variété Sanora
   semée le 9 septembre 1992
   plantation le 9 octobre 1992
   récoltée le 14 décembre 1992

3. Laitue pommée d'automne sous tunnel, variété Tinella
   semée le 25 août 1992
   plantation le 14 septembre 1992
   récoltée le 3 novembre 1992

4. Laitue pommée de printemps en serre, variété Tinella
   semée le 15 décembre 1992
   plantation le 21 janvier 1993
   récoltée le 22 mars 1993.

Prélèvement des échantillons

Pour tous les essais, la récolte a été effectuée selon la pratique normale. Chaque parcelle a été récoltée séparément et, avant l'entreposage frigorifique, un échantillon

de 6 têtes de laitue a été prélevé au hasard dans les caisses des différentes répétitions. La température de conservation était de 5 °C avec une humidité relative de 95%. Pendant la période d 'entreposage plusieurs prélèvements ont été effectués toujours selon la même méthode.

Pour l'essai no 1 les prélèvements ont été faits après 24, 72, 168 et 240 heures de conservation; pour l'essai no 2 après 24, 48, 72, 168 et 240 heures; pour l'essai no 3 et pour l'essai no 4 après 24, 48, 72, 192 et 216 heures.

Tous les échantillons ont été pesés et envoyés immédiatement au laboratoire cantonal pour les analyses.

Préparation des échantillons au laboratoire

Chaque tête de laitue a été immédiatement brièvement lavée et bien essuyée. Ensuite, sauf dans une série dans laquelle on a déterminé la matière sèche, elle a été entièrement homogénéisée avec un mixer (Braun Multimix MX 32). Cette opération a permis d'obtenir une répartition homogène des nitrates.

Analyse de la teneur en nitrate

L'analyse de la teneur en nitrate a été effectuée tout de suite après l'homogénéisation par potentiométrie avec électrode sélective (13). Deux séries d'analyses ont été effectuées aussi par HPLC (14).

Détermination de la teneur en nitrate par électrode sélective

A 30 g de purée ont été ajoutés 370 ml d'eau distillée et le tout a été à nouveau homogénéisé intensivement pendant 1 minute au moyen d'un appareil Polytron PT 3000. A 50 ml de ce liquide ont été ajoutés 5 ml d'une solution $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ (600 g par litre d'eau distillée). Après cette adjonction, la teneur en nitrate a été déterminée grâce à une électrode sélective du nitrate (électrode Orion 930700; référence: électrode Orion 900200).

La lecture de la concentration a été effectuée au moment où la valeur indiquée par l'appareil (pH/ISE-metro Orion modèle SA 720) était stable. Avant chaque série de mesure on a contrôlé la fiabilité des électrodes et l'appareil a été calibré avec des solutions standard dans des conditions opérationnelles identiques à celles des mesures des échantillons.

Détermination de la teneur en nitrate par le moyen de la méthode HPLC

La même solution que celle dans laquelle on a déterminé les nitrates par électrode sélective a été diluée 1:10 avec de l'eau distillée et filtrée sur une membrane de 0,45 µ. 10 µl de la solution ont été injectée dans le HPLC sur une colonne Supelcosil LC-NH_2, 5 µ, 250 x 4,6 mm (Supelco 5-8338) avec comme éluant 1% de KH_2PO_4, pH 3 à 1 ml/min. Le nitrate se détecte à 210 nm.

Analyse de la matière sèche

Au moment des prélèvements, chaque tête de laitue est coupée en quatre parties, les deux quart opposés sont envoyés au laboratoire pour l'analyse des nitrates. Les deux autres quarts sont lavés, essuyés, pesés et mis au four pour 24 heures à la température de 105 °C. Après cette période, les échantillons sont pesés à nouveau afin de calculer la teneur en matière sèche (exprimée en % du poids frais).

Résultats et discussion

Détermination des nitrates

Des exigences opérationnelles n'ont pas permis de mesurer immédiatement les nitrates, pour toutes les séries, par la méthode HPLC. La congélation des purées et leur mesure par HPLC après conservation, n'a pas donné de résultats satisfaisants, puisqu'il y avait des variations de concentration dues à des modifications de nature enzymatique. Dans deux séries sans congélation, la comparaison entre la méthode HPLC et celle par électrode sélective, qui est normalement utilisée pour les analyses de routine, a de toute façon donné des résultats suffisamment concordants. Dans une série nous avons obtenu des résultats supérieurs en moyenne de 4,5% et avec $s = 2{,}6$ (min = 0,1%, max = 9%). Dans l'autre série, les résultats étaient en moyenne supérieurs de 2,6% avec $s = 2{,}1$ (min = 0,1%, max = 6,7%).

Evolution des nitrates pendant la conservation de la laitue

Dans les 4 essais nous avons observé une augmentation de la teneur en nitrate après 24 heures (essai no 1 et 4) et 48 heures (essai no 2 et 3) d'entreposage par rapport à la teneur en nitrate au moment de la récolte (fig. 1).

A partir de 72 heures de conservation, le contenu en nitrate diminue légèrement, même si dans deux cas il y a une nouvelle augmentation après 192 heures (8 jours) et 216 heures (9 jours) depuis le début du stockage en frigo (fig. 1). Ce comportement est intéressant, mais il est négligeable par rapport aux problèmes phytosanitaires et de qualité de la marchandise que pose une si longue conservation. A ce stade de conservation, le problème n'est donc plus la teneur en nitrate, mais le fort abaissement de la valeur commerciale de la laitue.

L'augmentation moyenne de la teneur en nitrate observée entre la récolte et les premières 48 heures d'entreposage frigorifique est de 390 mg NO_3^-/kg (tableau 1). Pour les 4 essais cette augmentation varie entre 380 mg NO_3^-/kg et 400 mg NO_3^-/kg (tableau 1), ce qui correspond en moyenne à 13,8% en plus par rapport aux mesures faites à la récolte.

Ces résultats signifient qu'il est possible, chez le grossiste ou le détaillant, que de la laitue récoltée avec une teneur admissible en nitrate d'environ 3500 mg

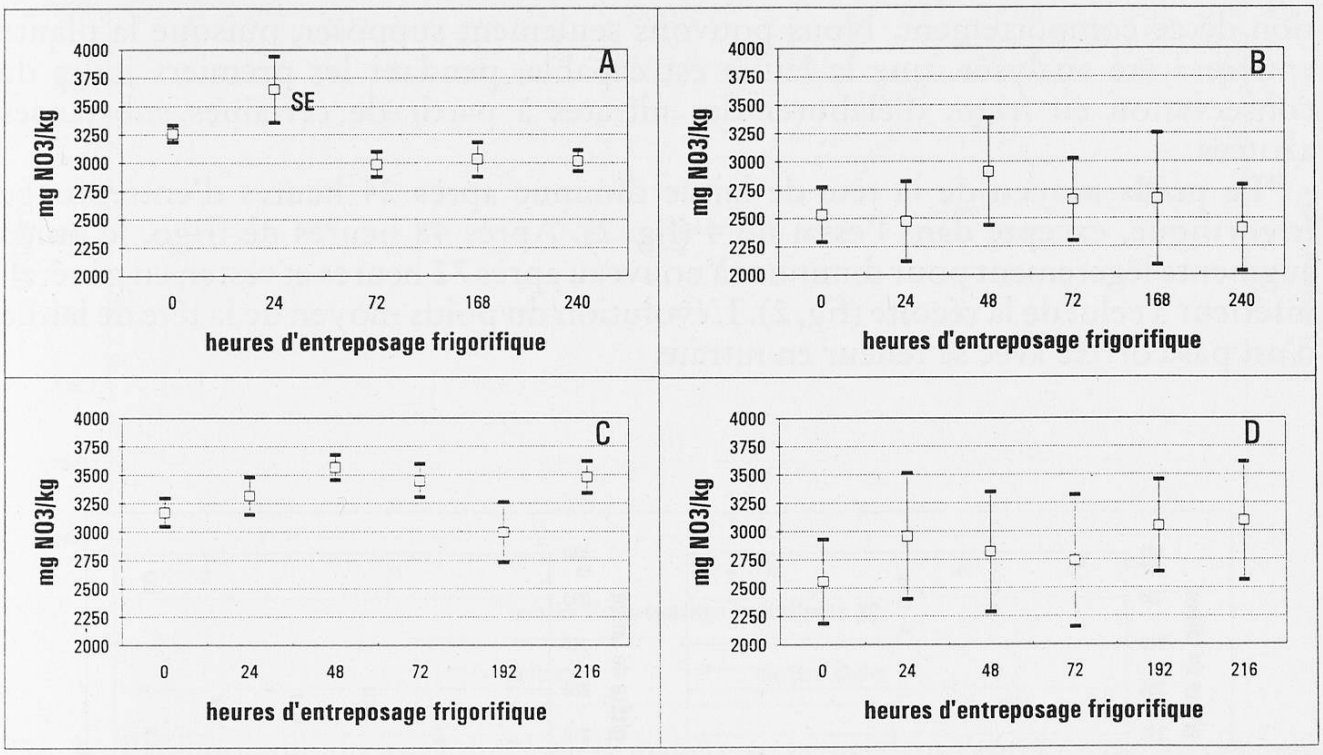

Fig. 1. Evolution de la teneur en nitrate de la laitue pommée pendant l'entreposage frigorifique (A = essai no 1; B = essai no 2; C = essai no 3; D = essai no 4). Moyenne des 6 têtes de laitue prélevées à chaque contrôle (SE = erreur standard de la moyenne)

Tableau 1. Augmentation de la teneur en nitrate de la laitue pommée pendant les premières 48 heures d'entreposage frigorifique (SE = erreur standard de la moyenne)

	Contenu en nitrate à la récolte (mg/kg)	Contenu max. de nitrate après 24–48 heures d'entreposage (mg/kg)	Différence dans le contenu en nitrate (mg/kg)	Variation en % par rapport à la récolte
Essai no 1	3260	3650	390	+ 12,0%
Essai no 2	2530	2910	380	+ 15,0%
Essai no 3	3170	3570	400	+ 12,6%
Essai no 4	2560	2960	400	+ 15,7%
Moyenne			390	+ 13,8%
SE			4,8	0,9%

NO_3^-/kg, puisse, après entreposage, dépasser la tolérance officielle. A ce propos, un exemple significatif est celui de l'essai no 1 ou on passe d'une valeur de 3260 mg NO_3^-/kg à la récolte à 3650 mg NO_3^-/kg après 24 heures de conservation.

Nous n'avons pas étudié les changements physiologiques qui se sont produits pendant l'entreposage frigorifique de la laitue et donc nous n'avons pas d'explica-

tion de ce comportement. Nous pouvons seulement supposer, puisque la plante entière a été analysée, que la laitue est capable, pendant les premiers jours de conservation en frigo, d'élaborer des nitrates à partir de certaines substances azotées.

Le poids moyen de la tête de laitue diminue après 24 heures d'entreposage frigorifique, excepté dans l'essai no 4 (fig. 2). Après 48 heures de frigo, le poids augmente légèrement pour diminuer à nouveau après 72 heures et rester, en général, inférieur à celui de la récolte (fig. 2). L'évolution du poids moyen de la tête de laitue n'est pas corrélé avec sa teneur en nitrate.

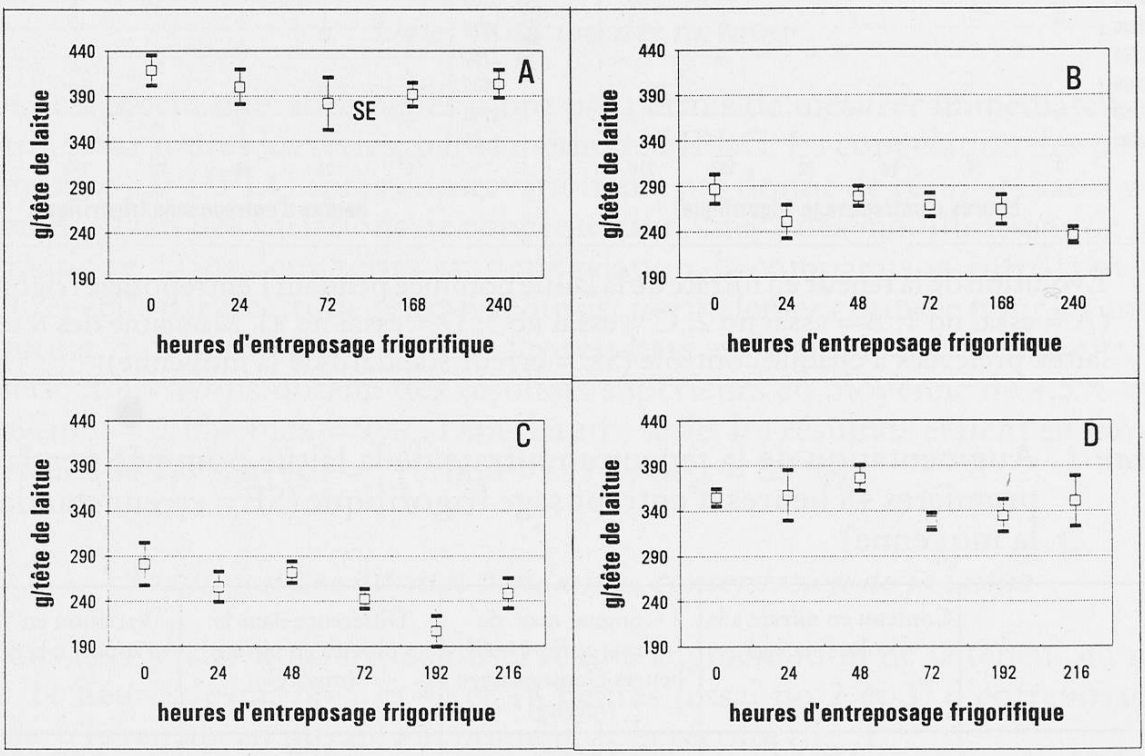

Fig. 2. Evolution du poids moyen de la tête de laitue pendant l'entreposage frigorifique (A = essai no 1; B = essai no 2; C = essai no 3; D = essai no 4; SE = erreur standard de la moyenne)

L'évolution de la matière sèche, exprimée en % (fig. 3), a été contrôlée seulement dans l'essai no 4, où on observe une augmentation après 24 heures d'entreposage, qui correspond aussi au maximum de la teneur en nitrate.

La teneur diminue ensuite, pour augmenter à nouveau jusqu'au maximum de 4,5% (216 heures d'entreposage frigorifique) qui correspond à 3090 mg NO_3^-/kg. Ces données ne permettent pas d'établir une corrélation entre le taux de matière sèche et la teneur en nitrate.

Cette tendance doit être considérée avec prudence car elle se rapporte à un seul essai.

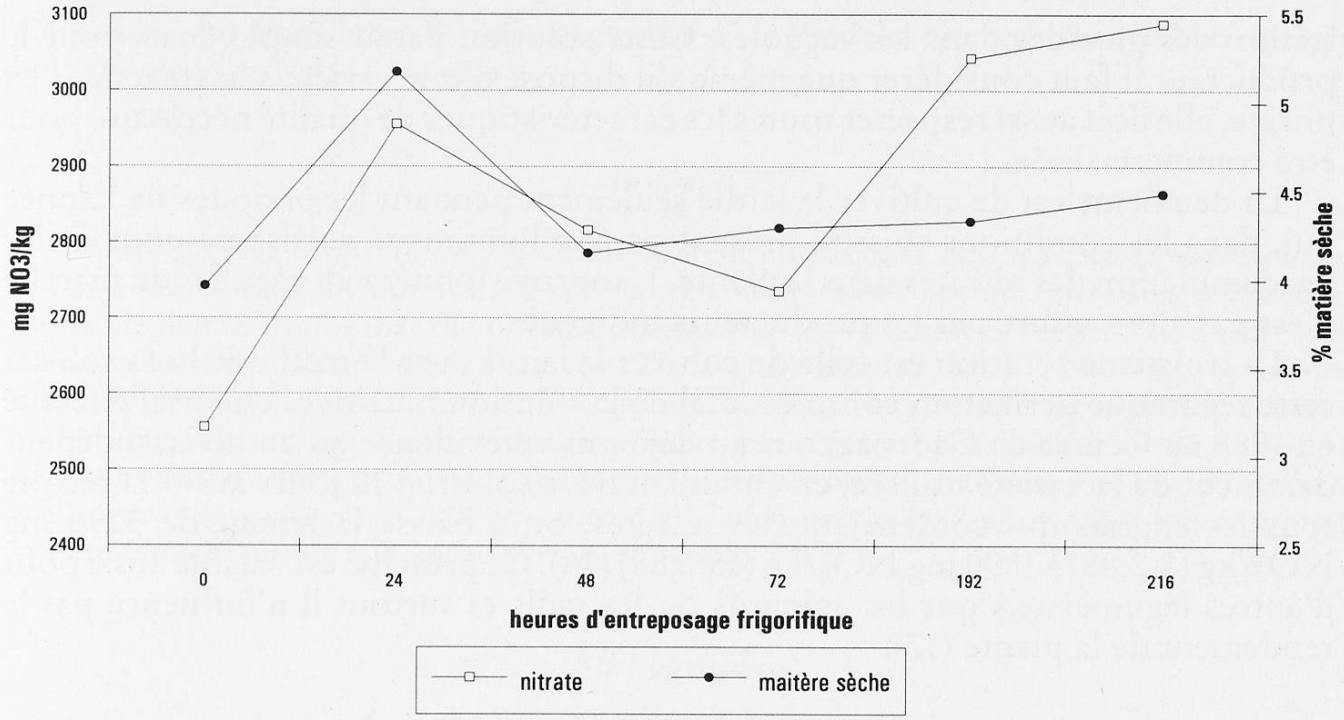

Fig. 3. Evolution du nitrate et du % de la matière sèche pendant l'entreposage frigorifique. Résultats obtenus dans l'essai no 4

Conclusions

Ce travail n'apporte pas de nouvelles solutions à la problématique des nitrates dans les cultures maraîchères, mais il permet de mieux comprendre le comportement de la laitue pendant son entreposage frigorifique. En effet, il résulte que la teneur en nitrate augmente en moyenne de 390 mg NO_3^-/kg pendant les premières 48 heures d'entreposage, ce qui correspond à 13,8% par rapport à la teneur à la récolte. Ces résultats nous permettent ainsi de mieux expliquer certaines différences entre les analyses à la récolte et celles effectuées chez le grossiste ou le détaillant, même s'il faut toujours considérer la forte variabilité existant entre échantillons. Cette variation pose des problèmes de représentativité de l'échantillonnage lors des contrôles officiels (15).

Cette problématique, très importante, et les résultats de notre travail posent encore plus fortement la question de la validité des contrôles effectués chez le grossiste ou le détaillant et même chez le producteur. Toutes ces questions d'analyse et d'échantillonnage ne se poseraient pas s'il était possible de trouver une solution définitive au problème des nitrates. De notre point de vue, il existe trois solutions possibles.

La première est de cultiver des variétés de laitue pommée à basse teneur en nitrate. Ces différences dépendent de l'activité photosynthétique de la plante. En effet, selon *Behr* et *Wiebe* (12), l'accumulation des nitrates dans la plante dépend de son niveau d'activité photosynthétique, qui détermine à son tour la production de glucides. En conséquence, les nitrates diminuent avec l'augmentation de la concen-

tration des glucides dans les vacuoles. Cette solution paraît simple, mais pour le producteur il faut considérer que même s'il dispose d'une variété à basse teneur en nitrate, elle doit aussi respecter toutes les caractéristiques de qualité nécessaire pour être commercialisée.

La deuxième est de cultiver la laitue seulement pendant les périodes de l'année qui, dans les conditions suisses, présentent une luminosité suffisante pour éviter l'accumulation des nitrates dans la plante. L'approvisionnement régulier du marché n'est pas alors assuré par les producteurs indigènes.

La troisième solution est celle de cultiver la laitue avec la méthode hors sol, car cette technique permet un contrôle total de la solution nutritive. Un essai effectué en 1988 au Centre de Cadenazzo avait déjà mis en évidence qu'en hiver, indépendamment de la variété utilisée, en éliminant de la solution 10 jours avant la récolte tous les engrais qui contenaient des nitrates, on a baissé la teneur de 3290 mg NO_3^-/kg (8.2.88) à 1890 mg NO_3^-/kg (15.2.88) (16). Ce principe est valable aussi pour d'autres légumes tels que les épinards ou les radis et surtout il n'influence pas le rendement de la plante (17).

Remerciements

Pour leur aide technique nous tenons à remercier MM *Carrera, Sulmoni* et *Macchi,* ainsi que le *Dr G. Collet* de Changins pour ses avis.

Résumé

Avec ce travail nous avons étudié l'évolution de la teneur en nitrate de la laitue pommée en fonction de différentes durées d'entreposage en frigo. Les résultats des analyses effectuées par électrode sélective, ont montré que la teneur en nitrate augmente après 24–48 heures d'entreposage par rapport à la teneur en nitrate au moment de la récolte. Cette augmentation est, en moyenne, de 390 mg NO_3^-/kg, qui correspond à 13,8% en plus par rapport à la teneur à la récolte. Le poids moyen de la tête de laitue varie lui aussi pendant l'entreposage, mais il n'est pas corrélé avec l'évolution de la teneur en nitrate. Des trois possibilités proposées pour trouver une solution aux problèmes du nitrate, la plus efficace est celle de cultiver la laitue pommée en hors sol. Un essai effectué à Cadenazzo en 1988 a montré que cette technique culturale permet de réduire les teneurs à des niveaux très bas.

Zusammenfassung

Der Verlauf des Nitratgehaltes im Kopfsalat wurde in Abhängigkeit der Kältelagerungsdauer untersucht. Die mittels einer selektiven Elektrode durchgeführten Analysen zeigen, dass der Nitratgehalt 24–48 Stunden nach der Einlagerung ansteigt. Die Zunahme gegenüber demjenigen bei der Ernte beträgt im Mittel 390 mg NO_3^-/kg oder 13,8%. Das Durchschnittsgewicht des Salatkopfes variiert ebenfalls während der Lagerung. Es ist jedoch nicht mit dem Verlauf des Nitratgehaltes korreliert. Von den drei vorgeschlagenen Lösungsmöglichkeiten zum Nitratproblem beim Kopfsalat ist die Hors-sol-Kultur die wirksamste. Ein 1988 in

Cadenazzo durchgeführter Versuch zeigt, dass diese Produktionsmethode den Nitratgehalt auf sehr niedrige Werte sinken lässt.

Summary

We studied the evolution of the nitrate content in lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L.) as a function of the duration of cold store conservation. The analysis using a selective electrode demonstrates that the nitrate content after 24–48 hours of conservation increases compared to the nitrate content at harvest. The average increase, 390 mg NO_3^-/kg, represents a nitrate content increase of 13.8%. The average weight of lettuce also varies during conservation, but it is not correlated with the nitrate content. Three possibilities are proposed as solutions to the nitrate problem. The most efficient possibility is to cultivate the lettuce in a soilless cropping system. A trial effectuated in Cadenazzo in 1988, shows that this cropping system reduces nitrate content to very low levels.

Bibliographie

1. *Hartmann, Ph.E.:* Nitrate/nitrite ingestion and gastric cancer mortality. Env. Mutagenesis **5,** 111–121 (1983).
2. *Tremp, E.:* Die Belastung der schweizerischen Bevölkerung mit Nitrat in der Nahrung. Trav. chim. aliment. hyg. **71,** 182–194 (1980).
3. *Laske, von, P.:* Nitratgehalt von Gemüsekulturen unter Hochglas, Veränderung desselben während der Kulturzeit. Bodenkultur **33,** 203–214 (1982).
4. *Christen, R.* et *Palasthy, A.:* Mesures culturales pour diminuer les nitrates dans les laitues protégées. Le Maraîcher **4,** 17–19 (1985).
5. *Eichenberger, M., Ott, P., Schudel, P., Vogtmann, H.* und *Leu, D.:* Über den Einfluss von Kompost- und NPK-Düngung auf Ertrag und Nitratgehalt von Spinat, Schnittmangold, Kopf- und Nüsslisalat. Trav. chim. aliment. hyg. **72,** 31–41 (1981).
6. *Neyroud, J.A., Collet, G.F., Granges, A., Jelmini, G.* et *Quinche, J.P.:* Etude de quelques causes d'accumulation des nitrates dans la laitue pommée. Schweiz. Landw. Forsch. **24,** 7–25 (1985).
7. *Matthäus, K., Matthäus, D.* und *Jampen, E.:* Reduktion des Nitratgehaltes von Nüsslisalat-Versuchen und Untersuchungen 1988–1990. Gemüsebau **15,** 4–5 (1992).
8. *Gysi, Ch., Ryser, J.P.* und *Lüthi, J.:* Auswertung von Nitratuntersuchungen an Kopfsalat im schweizerischen Gemüsebau. Schweiz. Landw. Forsch. **23,** 203–214 (1985).
9. *Quinche, P.:* Fluctuation des téneurs en nitrates des légumes au cours de la journée. Revue suisse vitic. arboric. hortic. **14,** 85–87 (1982).
10. *Quinche, P.:* Essai de culture de laitues pommées en serre avec suppléments de lumière artificielle. Revue suisse vitic. arboric. hortic. **15,** 269–271 (1983).
11. *Temperli, A., Künsch, U., Schärer, H.* und *Konrad, P.:* Einfluss zweier Anbauweisen auf den Nitratgehalt von Kopfsalat. Schweiz. Landw. Forsch. **21,** 167–196 (1982).
12. *Behr, U.* and *Wiebe, H.-J.:* Relation between photosynthesis and nitrate content of lettuce cultivars. Scientia Horticulturae **49,** 175–179 (1992).
13. *Künsch, U., Shärer, H.* und *Temperli, A.:* Eine Schnellmethode zur Bestimmung von Nitrat in Frischgemüsen mit Hilfe der ionensensitiven Elektrode. Mitteilungen der Eidg.

Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau Wädenswil. Flugschrift Nr. 106 (1981).
14. *Leuenberger, U., Gauch, R., Rieder, K.* und *Baumgartner, E.:* Determination of nitrate and bromide in foodstuffs by High-Performance-Liquid-Chromatography. J. Chromatogr. **202,** 461–468 (1980).
15. *Corvi, C., Macri, G.* et *Vogel, J.:* Sur la représentativité des échantillons lors du dosage des nitrates dans les laitues de serre. Trav. chim. aliment. hyg. **77,** 435–445 (1986).
16. *Martinoni, A.:* La coltura della lattuga su substrato inerte. Rapporto RAC Cadenazzo (1988) (non pubblié).
17. *Oertli, J.J., Bauder, P.* und *Ruh, R.:* Einfluss des Nitratentzuges vor der Ernte auf die Nitratgehalte in Gemüsen. Schweiz. Landw. Forsch. **26,** 491–498 (1987).

M. Ceschi
Laboratorio cantonale d'igiene
Via Ospedale 6
CH-6900 Lugano

M. Jermini
A. Martinoni
Dr. G. Jelmini
Stazioni federali di ricerche agronomiche
Centro di Cadenazzo
CH-6593 Cadenazzo