

Umwelt

Arsenaufnahme von Kulturpflanzen

Petra Gulz und Satish-Kumar Gupta, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Liebefeld, CH-3003 Bern

Auskünfte: Petra Gulz, e-mail: petra.gulz@iul.admin.ch, Fax +41 (0)31 323 84 15, Tel. +41 (0)31 323 38 44

Im schweizerischen Bodenschutz wurde dem Arsen und seinen Verbindungen bisher kaum Aufmerksamkeit geschenkt, obwohl seine hohe Toxizität schon seit langem bekannt ist. Sensibilisiert durch hohe Arsengehalte des Grundwassers im Tessin wurde 1998 ein vom Schweizerischen Nationalfonds finanziertes Forschungsprojekt gestartet. Ziel dieses Projektes ist es, wissenschaftliche Grundlagen zu erarbeiten, die zur Bewertung von Kontaminationen des Bodens durch Arsen nötig sind. Über den Transfer des Arsens vom Boden in die Pflanzen ist wenig bekannt. Deshalb wurden die vier Kulturpflanzen Eiweissbse, Mais, Rairgras und Raps in arsenhaltiger Nährlösung bezüglich ihrer Arsenaufnahme getestet. In allen Pflanzen lagen die Arsengehalte deutlich über dem Grenzwert von 1 mg/kg Trockenmasse, den die Weltgesundheitsorganisation (WHO) für Futtermittel festgesetzt hat.

Anorganisches Arsen war schon zu Zeiten des Aristoteles be-

kannt. Sein Name leitet sich vom griechischen *arsenikon* ab - so wurde das Mineral Auripigment genannt, mit dem man im Altertum das Silber goldartig färbte. In der Umwelt sind geringe Arsenmengen überall zu finden. Die Erdkruste hat eine mittlere Arsenkonzentration von 1,5 bis 2 mg/kg (Woolson 1983). Im Pyrit (FeS) kann der Anteil an Arsen bis zu drei Prozent, in Arsen-Mineralien und ihren Erzen sogar bis zu 36 Prozent betragen (Pfeifer *et al.* 1996). Lösungsprozesse, die im Lauf der Verwitterung die Gesteine angreifen, können zu erhöhten Arsengehalten im Grundwasser führen. Bekannte Beispiele sind die extrem hohen Arsen-Belastun-

gen des Grundwassers in West-Bengalen und Bangladesch. Dort leben über 38 Millionen Menschen in Gebieten, in denen die Arsenkonzentrationen im Grundwasser weit über dem von der WHO festgelegten Grenzwert von 50 µg/l liegen (Samanta *et al.* 1999). Unbelastete Böden haben eine durchschnittliche Arsenkonzentration von 5 mg/kg, wobei der Konzentrationsbereich zwischen 0,1 und 40 mg/kg (Woolson 1983) schwanken kann. Die Arsenkonzentrationen der Böden hängen von den Arsengehalten der Gesteine ab, aus denen sie entstanden sind. Böden über sulfidischen Erzlagern enthalten bis zu 8000 mg/kg Arsen (O'Neill 1990).



Deutlich erkennbar ist die verminderte Biomasseproduktion des Mais bei steigender Arsenkonzentration im Boden (von links nach rechts).

Menschlich verursachtes Arsen im Boden

Zu diesem «natürlichen» Arsen kommen die durch industrielle und landwirtschaftliche Tätigkeiten in die Böden eingebrachten Arsenmengen hinzu. Chemisch unterscheiden sich diese Verbindungen nur in Ausnahmefällen von den «natürlichen» Arsenverbindungen. Der industrielle und landwirtschaftliche Einsatz von Arsen ist äusserst vielfältig: Kalzium- und Bleiar-senate wurden bis Mitte der 60er Jahre als Schädlingsbekämpfungsmittel angewendet (Woolson 1983), Natriummethylarsenate und -dimethylarsinate wurden als Herbizide eingesetzt und aromatische Phenylarsonsäuren werden noch heute als Mastbeschleuniger den Futtermitteln in der Geflügel- und Schweinezucht beigemischt. Arsen trioxid entsteht bei der Verhüttung von Kupfer und Eisen und wird als Läuterungs- und Entfärbungsmittel bei der Glasherstellung verwendet. Über 40 Prozent der weltweiten Arsenemissionen entstehen bei der Verbrennung von Kohle. In Deutschland sind Flächen bekannt, die durch arsenhaltige Kampfstoffe verseucht sind; in Andalusien ist in Folge des Dammbrochs von Doñana 4300 Hektar Ackerland hochgradig mit Arsen belastet; aus Bulgarien sind grossflächige Bodenkontaminationen, verursacht durch Emissionen aus dem Bergbau und der Metallindustrie bekannt und in den USA sind Ackerflächen nach arsenhaltiger Pestizidbehandlung stark kontaminiert.

Risikobeurteilung und Sanierungsperspektiven

Um das Risiko, das von einem Bodenschadstoff verursacht wird beurteilen zu können, müssen seine verschiedenen Wirkungspfade bekannt sein. Über den hier untersuchten Wirkungspfad des Arsens Boden → Pflanze ist wenig bekannt. Die Wahl der in diesem Versuch verwendeten Pflanzen zur Untersuchung dieses Wirkungspfades wurde von folgenden Überlegungen bestimmt:

Risikobeurteilung: Es soll die Grenzkonzentration von Arsen, die zur Ertragsminderung führt, bestimmt werden. Dafür ist der Einsatz einer sensibel auf Arsen reagierenden Pflanze nötig. Aus der Literatur ist bekannt, dass Erbsen gegenüber Arsen sensibel reagieren (Xu und Thronton 1985), was zum Einsatz der Eiweisserbse im Nährlösungsversuch und später im Gefässversuch geführt hat.

Sanierungsperspektiven: Es soll der maximale Schadstofftransfer Boden → Pflanze getestet werden. Dafür benötigt man Pflanzen mit einem hohen Aufnahmepotenzial bei hoher Biomasseproduktion. Aus der Literatur ist bekannt, dass Gräser in der Lage sind, Arsen im Spross anzureichern (De Koe 1990). Wie sich in diesem Screening-Versuch gezeigt hat, akkumuliert das Raigras als einzige der vier Pflanzenarten mehr Arsen im Spross als in der Wurzel. Diese Tatsache, gepaart mit einer durchschnittlichen Biomasseproduktion von 100 dt Trockensubstanz pro Hektar, legen den Schluss nahe, diese Pflanze auf ihren möglichen Einsatz in der Phytosanierung zu testen. Möglich wäre eine Doppelnutzung Phytosanierung/Phytostabilisierung. Die Sanierung erfolgt durch das Mähen; das kontaminierte Pflanzenmaterial wird anschliessend fachgerecht entsorgt. Das Verbleiben der Wurzeln im Boden verhindern die Auswaschung des Arsens nach unten und die Oberflächen-Erosion (Stabilisierung). Der Raps akkumuliert die höchsten Mengen an Arsen und das vor allem in der Wurzel. Sollten sich diese Resultate im Gefässversuch bestätigen, könnte mit dem Raps auf arsenkontaminierten Böden ebenfalls eine Doppelnutzung erfolgen: Ernte der unkontaminierten Früchte und Ernte der kontaminierten Wurzeln zum Entgiften des Bodens. Der Mais akkumuliert zwar im Gegensatz zu den anderen Pflanzen nur geringe Mengen an Arsen, doch seine sehr hohe Biomasseproduktion von 140 bis 160 dt Trockensubstanz pro Hektar sprachen für einen Einsatz im Gefässversuch. Sollte auch hier das Arsen nicht in die Kolben/Körner transportiert werden, könnte man wie beim Raps an eine Doppelnutzung denken.

Arsen in Böden der Schweiz

In der Schweiz ist über die vergangenen und gegenwärtigen Arsen-Einträge in die Umwelt und ihre Auswirkungen auf die Qualität des Grundwassers, der Böden und der Pflanzen relativ wenig bekannt. In einer der wenigen vorliegenden Studien über Arsen im Boden sind im Malcantone Arsenkonzentrationen von bis zu 140 mg/kg beschrieben (Pfeifer *et al.* 1996). In der Umgebung von alten Bergwerken

(z.B. Goldbergwerk bei Astano im Tessin) können die Konzentrationen sogar 10 000 mg/kg betragen (Pfeifer *et al.* 1996). Zusätzliche Arseneinträge ergeben sich durch Niederschläge, Abwässer aus Abfalldeponien, arsenhaltige Pestizide und mineralische Phosphordünger.

Sensibilisiert durch eine Studie in Österreich, die sehr hohe Arsengehalte im Bundesland Salzburg (Juritsch und Wiener 1993) fand,

beauftragte das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) 1999 das Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL), eine Übersichtsstudie über Arsen in Böden der Schweiz anzufertigen (Knecht *et al.* 1999). Dazu wurden die 105 Standorte des Nationalen Boden-Beobachtungsnetzes (NABO) auf ihre Arsengehalte hin untersucht. Die Studie kommt zum Schluss, dass die Arsenbelastung der Böden in der Schweiz kein grossflächiges, sondern höchstens ein lokales Problem ist. Deshalb kann auf Regelungswerte für Arsen in der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo 1998) verzichtet werden. Die Studie gibt einen guten Überblick über die Arsen-Hintergrundwerte in schweizerischen Böden, nicht aber über Bodenbelastungen in der Nähe von Kontaminationsquellen.

Forschungsprojekt Arsen

1998 wurde ein vom Schweizerischen Nationalfonds finanziertes Forschungsprojekt gestartet, an dem die Universität Lausanne, das Institut für Terrestrische Ökologie (IToe) der ETH Zürich und die Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Bern-Liebefeld beteiligt sind. Im Rahmen dieses Projektes sollen die Grundlagen erarbeitet werden, die nötig sind, um Bodenbelastungen durch Arsen bewerten zu können. Die Schwerpunkte des Teilprojektes an der FAL liegen bei der Untersuchung der Pflanzenverfügbarkeit von Arsen in Böden. Untersucht werden Kulturpflanzen, die in der Lage sind, erhebliche Mengen an Arsen aufzunehmen und mit deren Hilfe verseuchte Böden saniert werden könnten (Phytosanierung).

Arsentransfer Boden - Pflanze

Arsen ist ein für Pflanzen nicht lebensnotwendiges Element. Die Arsenaufnahme von Pflanzen

wird sehr widersprüchlich diskutiert (Merry *et al.* 1986), da verschiedene Pflanzenarten sehr unterschiedlich auf dasselbe Arsenangebot im Boden reagieren können. Auf unbelasteten Böden liegen die Arsengehalte im pflanzlichen Gewebe unter 1 mg Arsen/kg Trockensubstanz. Auf arsenbelasteten Standorten kommt es aufgrund der hohen Giftwirkung des Arsens schnell zu einer Selektion unter den vorhandenen Arten und zur Entwicklung arsenresistenter Populationen einiger weniger Arten höherer Pflanzen (Ernst 1994). Pflanzen nehmen das Arsen als dreiwertiges Arsenit oder als fünfwertiges Arsenat aus der Bodenlösung auf. Die meisten Pflanzen akkumulieren das aufgenommene Arsen in den Wurzelzellen. Der Transport in den Spross ist normalerweise sehr gering.

Pflanzentoxizität von Arsen

Für die Beurteilung der Arsentoxizität spielen einerseits die pflanzenverfügbare Form des Elements und andererseits die Phosphatkonzentration eine grosse Rolle. Unter oxidierenden Bodenbedingungen liegt das Element bei einem Boden-pH-Wert zwischen 4 und 8 als fünfwertiges Arsenat vor. Allgemein wird angenommen, dass Phosphat und Arsenat über dasselbe Aufnahmesystem in die Wurzel gelangen (Ernst 1994). Deshalb kann die Belastbarkeit von Pflanzen mit Arsen durch den Phosphatgehalt der Bodenlösung stark verändert werden. Solange das Phosphatangebot über dem Arsenatangebot liegt, ist die Affinität der Pflanzen zu Phosphat höher als zu Arsenat. Sinkt das Phosphatangebot unter das Arsenatangebot wird vermehrt Arsenat aufgenommen. Infolgedessen verwendet die Pflanze für ihren Stoffwechsel das giftige Arsenat anstelle des lebensnotwendigen Phosphats. Die Auswirkungen zeigen sich

durch vermindertes Wachstum, verzögertes Blühen und gehemmter Fruchtbildung, bis hin zum Absterben der ganzen Pflanze bei sehr hohen Arsenkonzentrationen.

Ein Nährlösungsversuch

Um einen ersten Überblick über die Arsenaufnahme verschiedener in der Schweiz kultivierter Nutzpflanzen zu erhalten, wurden Nährlösungsversuche durchgeführt. Sie hatten zum Ziel, das Potenzial der untersuchten Pflanzen für einen möglichen Einsatz in der Phytosanierung (Sanierung von kontaminiertem Boden mit Hilfe von Pflanzen) abzuschätzen. Da das Phosphat und das Arsenat über dasselbe Aufnahmesystem in die Wurzel gelangen (Asher und Reay 1979), wurden für diesen Versuch Pflanzen ausgewählt, die einen hohen Phosphatbedarf haben, viel Biomasse produzieren und sich in ihrer Nutzung stark unterscheiden. Um eine Konkurrenz zwischen Phosphat und Arsenat in der Nährlösung zu verhindern, wurden die ersten Versuche in phosphatfreier Lösung durchgeführt. Die Pflanzen wuchsen 14 Tage bei 15,5 Stunden Tag (25° C), 7,5 Stunden Nacht (15° C) und einer Luftfeuchtigkeit von 80 %.

Eiweisserbse (*Pisum sativum*) Profi, Mais (*Zea mays*) Magister, Englisches Raigras (*Lolium perenne* L.) Bastion und Raps (*Brassica napus*) Sommerraps wurden im nährstofffreien Medium (Sandbad) angesät. Nach 28 Tagen erhielten sie eine phosphatfreie 0,1% Hoagland-Nährlösung. Arsen wurde in Form von Dinatriumhydrogenarsenat (Na_2HAsO_4) zugegeben, der pH-Wert wurde mit NaOH auf 6 eingestellt. Der Nährlösung wurden folgende Arsenkonzentrationen zugesetzt: 0 mg/l Arsen (Kontrolle zur Erkennung auftretender Phosphatmangelercheinungen), 0,5 mg/l, 1 mg/l, 1,5 mg/l und 2

Tab. 1. Arsengehalte und Toxizitätszeichen der Versuchspflanzen

Wirkung Pflanze	Toxizitätszeichen am Spross	Toxizitätszeichen an der Wurzel	Aufgenommenes Arsen (mg/kg) Spross+Wurzel	% des aufgenommenen Arsens im Spross	% des aufgenommenen Arsens in der Wurzel
Eiweisserbse					
Kontrolle	keine Schädigung	keine Schädigung	57		
0,5 mg/l	keine Schädigung	keine Schädigung	248	9,4	90,6
1 mg/l	keine Schädigung	keine Schädigung	287	10,9	89,1
1,5 mg/l	keine Schädigung	keine Schädigung	288	18,4	81,6
2 mg/l	leichte Entfärbung	leichte Verfärbung	470	16,9	83,1
Mais					
Kontrolle	keine Schädigung	keine Schädigung	59		
0,5 mg/l	beginnende Chlorose	leichte Entfärbung	161	1,9	98,1
1 mg/l	deutliche Chlorose	deutliche Verfärbung	230	3,8	96,2
1,5 mg/l	dürr und braun	beginnende Zersetzung	191	8,8	91,2
2 mg/l	tot	schleimig, zersetzt	227	22,2	77,8
Raps					
Kontrolle	keine Schädigung	keine Schädigung	2		
0,5 mg/l	keine Schädigung	keine Schädigung	860	0,8	99,2
1 mg/l	keine Schädigung	keine Schädigung	1452	2,5	97,5
1,5 mg/l	leichte Chlorose	beginnende Braunfärbung	1176	3,6	96,4
2 mg/l	deutliche Chlorose	beginnende Braunfärbung	1312	6,6	93,4
Raigras					
Kontrolle	keine Schädigung	keine Schädigung	151		
0,5 mg/l	dürr und braun	leichte Braunfärbung	299	21,6	78,4
1 mg/l	dürr und braun	leichte Braunfärbung	522	25,2	74,8
1,5 mg/l	dürr und braun	leichte Braunfärbung	536	49,0	54,0
2 mg/l	tot	deutliche Braunfärbung	608	56,1	43,9

mg/l. Nach drei Tagen wurde das Nährmedium ersetzt, nach sieben Tagen wurde geerntet.

Welche Nutzpflanzen akkumulieren Arsen?

In der Abbildung 1 ist die Arsenaufnahme der Versuchspflanzen in mg/kg dargestellt. Zu erkennen ist, dass alle Pflanzen mit zunehmender Arsenkonzentration in der Nährlösung vermehrt Arsen aufnehmen; das Verteilungsmuster in den Pflanzenteilen und die Höhe der Arsenkonzentrationen unterscheiden sich allerdings erheblich. In Tabelle 1 ist die Arsenwirkung auf die Pflanzen und die Akkumulation

in den unterschiedlichen Pflanzenorganen aufgelistet.

Unterschiedliche Arsenaufnahme

Der Versuch hat gezeigt, dass alle untersuchten Pflanzen in der Lage sind, Arsen aus der Nährlösung aufzunehmen, falls es in bioverfügbarer Form vorhanden ist. Allerdings zeigen die Pflanzen kein einheitliches Akkumulationsmuster. Der Raps und der Mais verhalten sich relativ ähnlich, unterscheiden sich aber beträchtlich in der Höhe der aufgenommenen Arsenmenge. Bei einer Zugabe von 1 mg/l Arsen in die Nährlösung ist bei beiden

Pflanzen das Maximum der Arsenaufnahme erreicht. Steigt die Arsenzugabe weiter an, nimmt bei beiden Pflanzen die Arsenaufnahme ab, was durch die verminderte Biomasseproduktion erklärt werden kann. Der Transport von Arsen aus der Wurzel in den Spross ist bei beiden Pflanzenarten relativ gering. Da weder die Mais- noch die Raps-Kontrollpflanzen Phosphormangelerscheinungen gezeigt haben, kann daraus geschlossen werden, dass die auftretenden Blattverfärbungen und Wurzelschädigungen durch die toxische Wirkung des zugegebenen Arsens verursacht werden

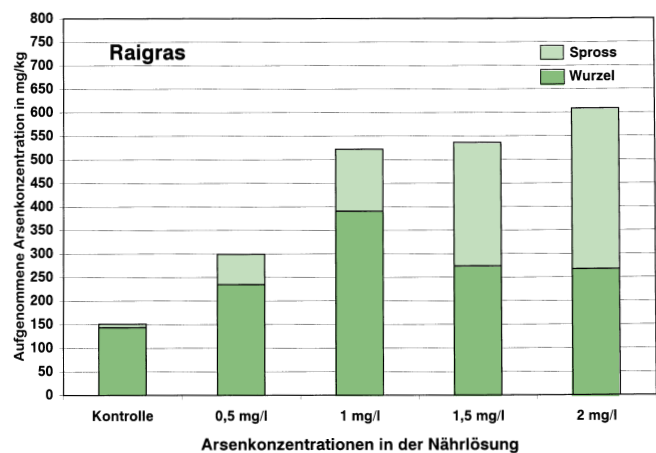
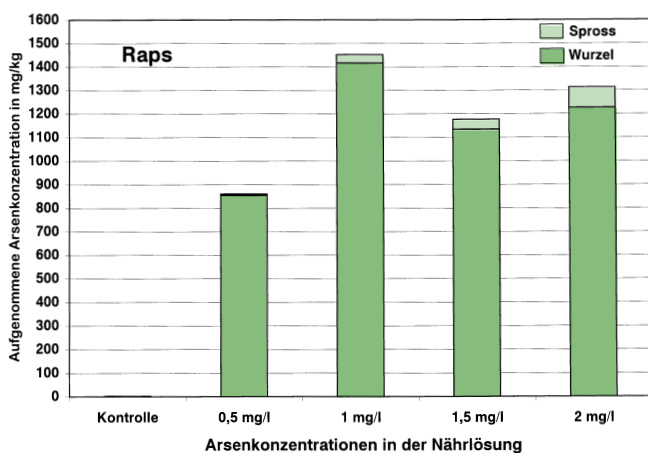
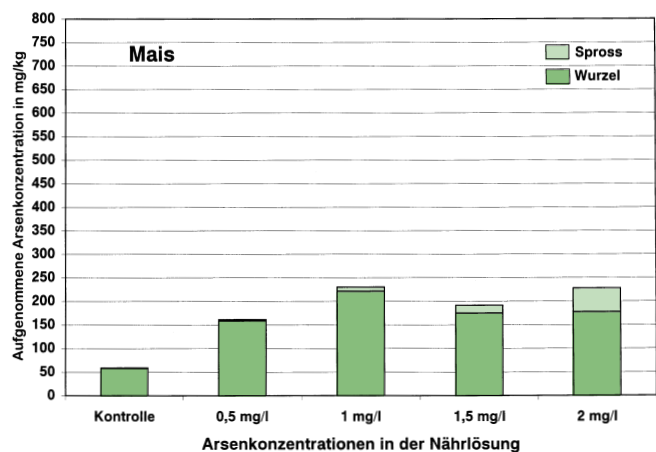
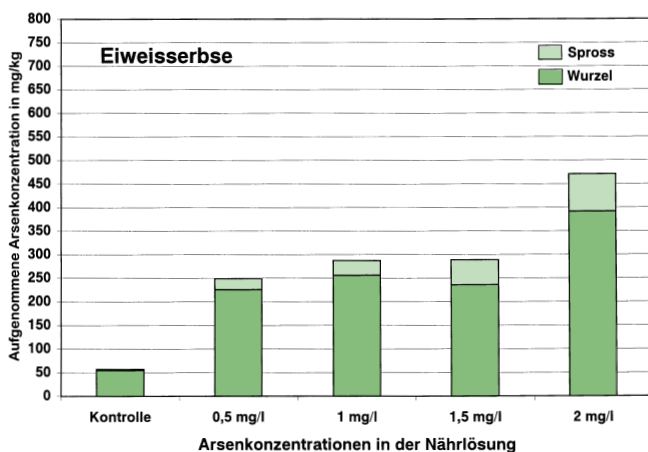


Abb. 1. Arsenaufnahme in Spross und Wurzel von Eiweisserbse, Mais, Raps und Raigras in Nährlösungsversuchen.

und beide Pflanzen das aufgenommene Arsen an Stelle des Phosphats für ihren Stoffwechsel verwendet haben.

Anders verhalten sich die Eiweisserbse und das Raigras. Beide Pflanzenarten nehmen mit zunehmender Arsenkonzentration in der Nährlösung mehr Arsen auf und transportieren es auf allen Behandlungsstufen von der Wurzel in den Spross. Allerdings ist bei der Eiweisserbse keine Schädigung am Spross erkennbar, während das Raigras bereits ab einer Konzentration von 0,5 mg/l Arsen in der Nährlösung starke Schädigungen in Form von Braunfärbungen der Blätter zeigt. Vermutlich ist die Erbse in der Lage, das in den Spross gelangte Arsen in eine für den Stoffwechsel unschädliche Form zu überführen, wozu das

Raigras nicht in der Lage ist. Auffallend beim Raigras ist auch der hohe Arsentransport von der Wurzel in den Spross: ab einer Konzentration von 1,5 mg/l Arsen in der Nährlösung ist die Hälfte des Schadstoffs im Spross zu finden.

Gefäßversuche

Die Ergebnisse haben dazu geführt, dass diese vier Versuchspflanzen plus die Sonnenblume und der Tabak im Sommer 1999 in einem Gefäßversuch auf drei unterschiedlichen Böden getestet wurden. Da in der Nährlösung alles Arsen in bioverfügbarer Form vorlag, wurden die leicht löslichen Arsengehalte der Böden entsprechend den Arsenkonzentrationen des Nährlösungsversuches eingestellt. Dieser Versuch soll Aufschluss darüber geben, ob sich die Pflanzen

auf arsenkontaminierten Böden ähnlich verhalten wie in der Nährlösung. Obwohl die Ergebnisse noch nicht vollständig vorliegen, lässt sich aus den Pflanzenbeobachtungen bereits sagen, dass alle untersuchten Pflanzenarten auf hohe Arsenkonzentrationen im Boden mit gehemmtem Wachstum und verzögerter Fruchtbildung reagiert haben. Zu untersuchen ist im weiteren, welche Faktoren dazu geführt haben, in welchen Pflanzenteilen das Arsen akkumuliert wurde und wie die unterschiedlichen Bodeneigenschaften die Arsenaufnahme modifiziert haben.

Dank

Herzlichen Dank an alle Beteiligten der Bodenchemie der FAL in Bern-Liebefeld für die tatkräftige Unterstützung im Labor und

O. Wyss für die Hilfe bei der Betreuung der Versuche. Das Projekt Nr. 21-52758.97 wurde vom Schweizerischen Nationalfonds finanziert.

Literatur

- Asher C.J. and Reay P.F., 1979. Arsenic Uptake by Barley Seedlings, *J. Plant Physiol.* **6**, 455-466.
- De Koe T., Logger A. and Ernst W.H.O., 1990. Influence of arsenic on growth of *Agrostis castellana* seedlings from a goldmine and a normal soil pollution. In: J. Barceló (ed.) Environmental Contamination, Barcelona 1990, pp 33-35, CEP Consultants, Edinburgh.
- Ernst W.H.O., 1994. Wirkungen erhöhter Bodengehalte an Arsen, Blei und Cadmium auf Pflanzen. In: Beurteilung von Schwermetallen in Böden von Ballungsgebieten: Arsen, Blei und Cadmium; Internationale Expertenbeiträge und Resümee der DECHEMA-Arbeitsgruppe: Bewertung von Gefährdungspotentialen im Bodenschutz/A. Kloke, G. Kreysa, J. Wiesner, DECHEMA, 1994, Frankfurt/Main
- Juritsch G. und Wiener, L., 1993. Salzburger Bodenzustandsbericht, Amt der Salzburger Landesregierung (Hrsg.), Salzburg.
- Knecht K., Keller T. und Desaulles A., 1999. Arsen in Böden der Schweiz. *Schriftenreihe der FAL* **32**, Bern-Liebefeld.
- Merry R. H., Tiller K. G. and Alston A. M., 1986. The effects of contamination of soil with copper, lead and arsenic on the growth and decomposition of plants. 1. Effects of season, genotype, soil temperature and fertilizers. *Plant and Soil* **91**, 115-128.
- O'Neill P., 1990. Arsenic. In: Alloway, B.J. (Ed.): Heavy metals in soils, S. 83-99; London.
- Pfeifer H.-R., Hansen J., Hunziker J., Rey D., Schafer and M., Serneels, V., 1996. Arsenic in Swiss soils and waters and their relation to rock composition and mining activities, 3rd International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements, Paris.
- Samanta G. Mandal B.K., Roy Chowdhury T., Biswas B. K., Chowdhury U. K., Basu G.K., Chanda C R., Lodh D., Saha D. C. and Chakraborti D., 1999. In: W.W. Wenzel, D.C. Adriano, B. Alloway, H.E. Doner, C.Keller, N.W. Lepp, M. Mench, R. Naidu, G.M. Pierzynski (Ed.), Proceedings of extended Abstracts of the 5th International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements, Volume I, July 11-15, 1999, Vienna, Austria.
- VBBo, 1998. Verordnung über Belastungen des Bodens vom 1. Juli 1998, SR 814.12.
- Woolson E. A., 1983. Emissions, Cycling and Effects of Arsenic in Soil Ecosystems. In: Biological and Environmental Effects of Arsenic, B. A. Fowler (Ed.), S. 51, Elsevier.
- Xu J. and Thornton, I., 1985. *Environ. Geochem. Health* **7**, 131-133.

RÉSUMÉ

Prélèvement de l'arsenic par les cultures

En Suisse, peu de données sont disponibles sur le comportement de l'arsenic. Pour palier ce manque, un projet de recherche financé par le Fonds National Suisse a été mis en place pour étudier les risques écotoxicologiques dus à l'arsenic.

Le but est d'acquérir la base scientifique nécessaire à l'identification des risques liés à l'arsenic par les transferts plantes - hommes, plantes - animaux - hommes. Les transferts de l'arsenic du sol vers la plante sont peu connus. C'est pourquoi des pois, du maïs, du raygrass anglais et du colza ont été placés dans une solution contenant de l'arsenic pour mesurer le prélèvement de l'arsenic par ces plantes. Contrairement aux données existantes, les résultats montrent que toutes les plantes soumises à ce traitement ont accumulé plus de 1 mg As kg⁻¹ (poids sec), ce qui est supérieur à la limite de tolérance généralement acceptée pour la consommation humaine. Pour confirmer ces résultats, ces plantes vont être étudiées en parcelles expérimentales en serre, sur des sols contaminés par de l'arsenic.

SUMMARY

Arsenic uptake by crops

Due to the lack of reliable data on arsenic in most environmental compartments in Switzerland a NSF funded project was carried out to investigate the ecotoxicological risks of arsenic. The aim is to acquire the scientific basis which is necessary to assess the arsenic risk for the plant-man, plant-animal-man pathway. Little is known about the arsenic transfer from soil to plants. Therefore pea, maize, ryegrass and rape were put in an arsenic containing nutrient solution to test the uptake of arsenic by plants. In contrast to existing evidence the obtained results showed that all studied plants, grown in this experiment, were able to accumulate higher amounts of arsenic than 1 mg As kg⁻¹ (dry weight) which is the currently accepted health limit for human consumption. To confirm the obtained results these plants will be studied in a pot experiment in the greenhouse on arsenic contaminated soils.

Key words: arsenic in soils, arsenic plant uptake, phytoremediation, phytostabilisation, risk assessment