

## 24. LE MÉCANISME DE L'ABSORPTION DE L'URÉE

### Résumé

par B. Olszanska, Laboratoire agricole d'isotope de l'Académie Polonaise des Sciences (Pologne)

On a effectué une série d'expériences en vue d'expliquer le mécanisme de l'absorption de l'urée sous forme de particules entières, non décomposées. On a expérimenté sur les racines de 3 à 5 jours de maïs. On les a placés dans les éprouvettes avec la solution de l'urée déterminée C14 dont l'activité fut indiquée pour 1 µ c/1 ml. On déterminait les quantités de l'urée absorbée en comparant l'activité de la solution après l'incubation avec les racines avec l'activité de la solution au commencement du procès.

On a déterminé la cinétique de l'absorption de l'urée par les racines du maïs vivantes et sèches. On a examiné aussi l'influence de facteurs extérieurs tels que: la concentration de la solution, la température, le pH, la présence des inhibiteurs, des ions et de combinaisons organiques sur le procès de l'absorption de l'urée.

L'analyse des courbes de la cinétique de l'absorption de l'urée et leur dépendance de la température indique que ce procès parcourt en trois phases, dont la première dépend de la cinétique de l'absorption et d'une libre diffusion de l'urée en « free space ». La seconde phase dépend d'une lente diffusion de l'urée à travers les membranes plasmiques et le plasma à l'intérieur de la cellule et la troisième phase dépend d'une décomposition enzymatique de l'urée par l'uréase.

La dépendance linéale des quantités de l'urée absorbée de la concentration de la solution, et le fait que le pH et les inhibiteurs (KCN, Na<sub>3</sub>N, DNP) n'exercent aucune influence indiquent un caractère passif et diffusif de l'absorption de l'urée. On observe une différence d'absorption en présence de certaines combinaisons, ce qu'on peut expliquer par l'influence sur la cinétique de la décomposition et le métabolisme de l'urée.

Les résultats des essais ainsi que la littérature démontrent qu'on peut expliquer les effets observés ainsi que la régularité sans la part de l'intégrant actif dans le procès de l'absorption de l'urée. Il est évident que ce procès est lié avec le métabolisme par l'intermédiaire de la réaction enzymatique de la décomposition de l'urée par l'uréase. Probablement c'est cette réaction qui est la cause principale du trouble de l'équilibre de la diffusion entre la cellule et la solution ainsi que la cause de la formation continue du gradient de la concentration qui joue dans le mécanisme de l'absorption le rôle d'une immédiate force motrice.

## 25. LA VITESSE DES TRANSFORMATIONS DE L'URÉE DANS DE DIFFÉRENTES CONDITIONS DU SOL

### Résumé

par M. Ostromiecka, Chaire de Chimie Agricole à l'École Supérieure de l'Agriculture à Varsovie (Pologne)

On a expérimenté au laboratoire les transformations de l'urée dans 13 types de sols (10 étaient cultivés et 3 non-cultivés) dont le pH s'étendait de 7,0 à 4,0 et la teneur en substances organiques de 2,7 à 0,7%. Les échantillons des sols, à 100 mg chacun, étaient enrichis par l'urée en quantité équivalente à 10 mg de N. On déterminait les produits de la décomposition de l'urée (N-NH<sub>4</sub> et N-NO<sub>3</sub>) formés au bout d'une incubation de 0,5, 1, 3, 5, 7, 15 et 30 jours en une humidité optimum et à la température 22°C, on a vérifié également la possibilité de diriger la vitesse des procès par le chaulage ou par l'addition du dicyano-diamide comme inhibiteur de la nitrification.

On a constaté qu'à 22°C dans des sols cultivés au pH 7,0 — 5,6 et à la teneur en substances organiques 2,72 — 1,49% le procès de l'hydrolyse était achevé en 12 à 24 heures. Dans des sols cultivés au pH 5,5 — 4,2 et à la teneur en substances organiques de 1,41 à 0,7% l'hydrolyse était réalisée pendant une incubation de 3 jours et dans des sols non-cultivés (contenant 0,93 — 1,13% de substances organiques) au bout de 7 ou 15 jours. Le chaulage d'un sol non-cultivé et fortement acide (pH 4,2 — 6,6) a réduit la durée de l'hydrolyse à une incubation de 3 jours environ. En comparant la durée de l'hydrolyse accomplie à la température de 22°C la baisse de la température a retardé ce procès de 2 jours. On n'observait pas la formation des nitrates aux températures abaissées. Dans les sols au pH 7,0 — 5,9 et à la température de 22°C 60 — 100% de N s'est nitrifié au cours de deux semaines. Quand l'acidité des sols était plus élevée, la nitrification s'abaissait d'une manière considérable, dans un sol acide cultivé (pH 4,2) même après 2 mois à peine 50% de N fut nitrifié et dans un sol non-cultivé (pH 4,0) le procès de la nitrification fut complètement arrêté. L'addition du dicyanodiamide (5% relativement à la teneur en N) n'influait pas la durée de l'hydrolyse. Elle arrêtait en même temps la nitrification dans les sols d'une activité biologique pour une période de plus de 7 semaines et presque entièrement dans les sols peu actifs. Il n'est juste d'ajouter l'inhibiteur à l'urée que dans des sols d'activité biologique.

## 26. INFLUENCE DE DOSES DIFFÉRENTES DE FUMURE AZOTÉE SUR LA VALEUR FOURRAGÈRE DU FOIN ET EFFICACITÉ DE LA MISE À PROFIT DES FERTILISANTS

### Résumé

par St. Rojek, Chaire d'Utilisation Agricole des Terres Améliorées de l'École Supérieure de l'Agriculture, Wroclaw (Pologne)

Au cours des années 1962-1965, on a effectué, sur un sol alluvial à densité moyenne et à niveau élevé des eaux souterraines, deux sé-

ries d'expériences répétées 4 fois avec les doses suivantes de fumure azotée en fonction d'une fumure identique de PK/P2O5 — 72 kg/ha et K2O — 120 kg/ha: 0, 60, 120, 240, 360 et 480 kg de N/ha. Sur la base de 4 années d'études on peut en dégager les conclusions suivantes:

1. Les récoltes les plus élevées de masse verte et sèche dans les deux séries (délais de fauchage) ont été obtenues par l'emploi d'une fumure de 360 kg/ha de N. La production de masse verte et sèche pour 1 kg de N était la plus grande dans le cas de la dose de 60 kg/ha de N, et la plus petite dans le cas de la dose de 480 kg/ha de N.
2. Une forte dose de fumure azotée a provoqué une augmentation considérable du pourcentage de participation des herbes, une disparition totale des papillacées et une importante diminution de la participation des plantes herbacées à la composition du tapis végétal.
3. Le taux de la teneur en protéine brut dans le foin augmente, tandis que diminue la teneur en cendre brut, P2O5 et K2O, dans la mesure où l'importance des doses de N s'élève.
4. La quantité de phosphore et de potasse absorbée dépendait de l'importance de la dose de fumure azotée. Dans la mesure où augmentait l'importance de la dose de N, l'absorption des éléments mentionnés augmentait aussi. L'absorption de P2O5 était la plus basse aux plus faibles et aux plus fortes doses, tandis qu'elle était accrue aux doses intermédiaires.

## 27. L'INFLUENCE DE L'URÉE EN COMPARAISON AVEC LE NITRATE D'AMMONIAQUE SUR LE RENDEMENT DU MAÏS ET SUR LA TENEUR DES PLANTES EN PHOSPHORE, POTASSE, CALCIUM ET MAGNÉSIUM

### Résumé

par H. Szukalski, Institut de la Culture du Sol à l'Amendement et de Pédologie (Pologne)

En 1962, on a procédé à des expériences dans un champ d'essai de 1 m<sup>2</sup>, dont le sol argileux légèrement acide était assez riche en éléments nutritifs et dont la teneur en humus s'élevait à 1,22%. Les expériences étaient effectuées avec des doses de 75 et 150 kg de N/ha sur du maïs récolté dans sa première période de maturation. Une moitié de l'engrais était utilisée avant les semailles et l'autre sur plantes. Comme engrais principaux on avait pris 50 P2O5 et 100 K2O de kg/ha. Les résultats obtenus ont été évalués comme suit:

1. Le rendement à l'hectare du maïs a été dans les deux cas presque analogue ainsi que la quantité assimilée d'azote en provenance de l'urée et de nitre d'ammonium. Toutefois, des différences ont été constatées dans la constitution de la teneur des différents composants dans les plantes. Ainsi, en comparaison avec le nitrate d'ammoniaque, l'urée a sensiblement réduit la teneur en calcium et, dans une certaine mesure, en magnésium. Pour ce qui est du phosphore, le phénomène contraire a été observé, l'urée ayant contribué à une certaine augmentation du pourcentage de P2O5. La teneur en potasse des plantes auxquelles les deux engrais avaient été appliqués est en pratique restée au même niveau. Le pourcentage des composants ci-dessus dans la masse sèche absolue des plantes est présenté sur le relevé ci-dessous:

Engrais	N				
	kg/ha	P2O5	K2O	CaO	MgO
Nitrate d'ammoniaque	75	0,53	1,66	0,74	0,29
Urée		0,57	1,70	0,66	0,26
Nitrate d'ammoniaque	150	0,57	1,70	0,72	0,34
Urée		0,62	1,68	0,60	0,32

2. Lorsque la dose des engrais azotés était augmentée et le pourcentage de ce composant (dans les plantes des deux champs d'essai) accru, on observait simultanément un accroissement du pourcentage de magnésium. Dans ce cas, le taux d'assimilation du magnésium dépassait le rendement à l'hectare, soit: à une augmentation du rendement à l'hectare de 28% obtenue par l'épandage de 150 kg au lieu de 75 kg/ha, correspondait un accroissement de la teneur des plantes en magnésium de 50%.

## 28. INFLUENCE FERTILISANTE DE L'URÉE EN FONCTION DE L'APPROVISIONNEMENT DES PLANTES EN MAGNÉSIUM

### Résumé

par Z. Tucholka, R. Wojtkowska, K. Lehmann, Chaire de Chimie Agricole - École Supérieure d'Agriculture à Poznan (Pologne)

Au cours de trois années d'expérimentation en pots avec de l'avoine et des pommes de terre sur un sol acide et pauvre en magnésium, on a comparé l'action fertilisante de l'urée avec du sulfate d'ammonium et du nitrate de sodium. L'action du nitrate de sodium sur le

rendement de l'avoine était supérieure à celle du sulfate d'ammonium et de l'urée. Les différences d'absorption par les plantes d'azote contenu dans les engrais examinées étaient relativement plus petites, tandis que les différences d'absorption de magnésium étaient plus grandes que les différences de rendement. Le chaulage du sol ou la fertilisation au magnésium n'a pas égalisé l'efficacité des engrais étudiés. En employant simultanément le magnésium et le calcium, on a obtenu une entière égalisation de l'action de l'urée avec le nitrate de sodium, autant sur le rendement que sur l'absorption d'azote et de magnésium. Les différences entre l'action de l'urée avec du sulfate d'ammonium et celle du nitrate de sodium étaient particulièrement distinctes en cas d'augmentation de la dose d'azote. L'application du calcium et du magnésium a nivelé ces différences en cas de forte dose.

Au cours de l'expérimentation avec les pommes de terre l'efficacité de l'urée s'est élevée en cas d'application de dolomite, en comparaison du chaulage au carbonate de calcium, de même qu'en cas d'utilisation de sulfate d'ammonium ou du nitrate ammoniacale.

## 29. INFLUENCE DE LA FORME DE LA DOSE D'AZOTE SUR LA CROISSANCE DES TOMATES

### Résumé

par J. Wojciechowski, H. Walerych, M. W. Borys, Chaire de Physiologie des Plantes de l'École Supérieure d'Agriculture, Poznan (Pologne)

Des essais en pots dans des cultures sablonneuses ont été effectués dans la salle de végétation avec les variétés de tomates Immun (Freege Bronowice) et Mory. Les composants ont été utilisés dans une solution liquide, par versement. On a étudié l'influence de la forme (NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>-N, urée) et du niveau N (72, 154, 308 ppm N) sur la croissance de la tige, du pédoncule et la grosseur du fruit. On a constaté que la meilleure source d'azote est le NO<sub>3</sub>-N. Les autres formes en sont de loin inférieures, au point de vue de tous les traits caractéristiques passés en revue. La plus forte dose d'urée agit de la pire façon sur la variété Mory. Les plantes nourries au NO<sub>3</sub>-N ont donné les plus gros fruits et la plus grande surface de la feuille. On a constaté également l'existence d'une corrélation positive entre la grosseur du fruit et la surface de la feuille.

## 30. CROISSANCE ET QUALITÉ DE LA BETTERAVE SUCRIÈRE ET DE LA POMME DE TERRE SOUS L'EFFET D'UN RAPPORT VARIABLE DE N:K2O LORS DE L'ÉPANDAGE DES ENGRAIS

### Résumé

par P. Hiestermann, Institut de Recherches Agricoles Bünthof, Hannover - Kirchrade (République Fédérale Allemande)

La culture de la betterave sucrière et de la pomme de terre a une grande importance dans l'agriculture européenne. Les objectifs qu'elle vise en cas de la betterave, outre un rendement élevé à l'hectare, sont: l'obtention dans la betterave à une période avancée, d'une teneur en sucre élevée et sa mise en valeur maximale par les sucreries. Au cours des expériences, il a été examiné dans quelle mesure la modification du rapport de N:K2O influait sur ces deux propriétés de la betterave. Lors de l'administration des fortes doses d'azote, nécessaire à une croissance intensive, l'épandage de la potasse revêt une importance particulière. Un rapport large de N:K2O, tel que 1:2 ou 1:3 donne un rendement à l'hectare plus élevé de la masse sèche, tout en stimulant cette plante à une accumulation intensive de sucre, ce qui fait qu'à la fin de la période de végétation on obtient un rendement à l'hectare et une teneur en sucre élevés. Un bon rendement, lors de la transformation des betteraves dans les sucreries, n'est obtenu que lorsque la teneur en « azote nuisible » des betteraves récoltées est faible. En nous en tenant à nos expériences, au rapport N:K2O = 1:3, nous avons réussi à réduire assez tôt la teneur des betteraves en glutamine (élément principal de « l'azote nuisible »), tout en administrant une dose forte d'azote. La teneur en sels minéraux des betteraves récoltées, par rapport à la potasse et au calcium est plus ou moins stable, puisque, en raison de l'antagonisme des ions, une assimilation accrue de potasse se trouve compensée par une absorption réduite de calcium.

En ce qui concerne la pomme de terre, en tant que plante annuelle son stade décisif de végétation est sa floraison car c'est alors que la plante atteint son plein développement et que sa faculté d'assimilation est maximale. Jusqu'à cette période la plante assimile environ 75% de toutes les substances minérales dont elle a besoin. Celles-ci sont préparées à l'exécution des tâches physiologiques qui leur incombent pendant la période de l'accumulation des réserves nutritives. En faisant différencier le rapport de N:K2O lors de l'épandage d'engrais on peut exercer une grande influence sur le rendement à l'hectare des tubercules elles-mêmes et de leurs propriétés qualitatives. Leur teneur en amidon apparaît comme leur propriété la moins sujette aux variations lors de l'administration de doses différentes d'engrais. Par contre, leur teneur en potasse, en fer, en sucres réducteurs, en acide citrique et en polyphénoloxydase accusée des variations beaucoup plus fortes. Cette composition modifiée de la tubercule de la pomme de terre exerce une influence très marquée sur les propriétés de brunissement de la pulpe des pommes de terre crues ou transformées. Un rapport plus large de N:K2O entraîne, par ex. une diminution sensible de la tendance au brunissement de la pulpe des différentes qualités de la pomme de terre. Cela présente une grande importance pour la technique moderne de la transformation de la pomme de terre.

## 31. PROBLÈME DE LA TRANSFORMATION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS DES FERTILISANTS MINÉRAUX EN RÉCOLTES DES CULTURES

### Résumé

par J. Baier, K. Jelinek, N. Petrickova, M. Smetánková, Institut Central de Recherches sur la Culture des Plantes à Prague et École Supérieure d'Agriculture à Brno (Tchécoslovaquie)

Le développement continu envisagé de l'utilisation des engrais minéraux — indispensable à l'intensification de la production agricole — exige une concentration des études chimico-agricoles dans le but d'accéder à une connaissance plus approfondie des conditions de transformation des éléments nutritifs en récoltes des cultures. Partout dans le monde, il y a tendance à employer de plus en plus des méthodes permettant l'étude du rôle des éléments nutritifs, que renferment les plantes, dans la formation des récoltes. Sans aucun doute, une de ces méthodes consiste à effectuer une analyse des cultures en vue de fixer la teneur en éléments nutritifs minéraux. Ceci a été confirmé par les travaux de nombreux auteurs.

En étudiant l'influence exercée par de fortes doses de fertilisants minéraux au cours des essais effectués continuellement pendant des années en Tchécoslovaquie, dans diverses conditions pédologiques et climatiques, nous avons obtenu l'augmentation suivante du rendement pour 1 kg de N+PK/ sous forme d'engrais minéraux (BAIER 1965): blé d'hiver 7,0-10,4 kg de grains, seigle d'hiver 10,7-13,8 kg de grains, betterave à sucre 38,0-52,6 kg de racines et pommes de terre 41,4-77,4 kg de bulbes.

Toutefois, l'augmentation des rendements était sensiblement différente suivant les années et les localités. Pour en trouver les causes, nous avons effectué des recherches plus approfondies sur le rôle des éléments nutritifs absorbés par les plantes dans la formation des récoltes. Dans ce but, nous nous sommes servis de l'analyse chimique des plantes. Comme indice de base, nous avons fixé la récolte obtenue pour une unité de poids d'éléments nutritifs contenus dans les parties supérieures (sortant du sol) des plantes. En ce qui concerne la récolte du produit principal (grain, racine, bulbe, etc.), nous avons désigné cet indice comme l'effet de la productivité de l'élément nutritif absorbé (EPN, EPP2O5, etc.) et en ce qui concerne la récolte de la masse sèche de toute la partie supérieure des plantes cet indice est l'effet du rendement (RN, ect.). La productivité variait fortement: p. ex. dans une série d'essais de champs avec des fertilisants elle allait de 25,6 à 42,2 kg de grains de blé d'hiver pour 1 kg de N. Dans les essais en pots (BAIER 1965) avec le seigle, effectués au cours des années 1958/1960 sur 14 types différents de sol et avec 4 formules de fertilisation, la productivité de l'azote absorbé par les plantes variait de 22,0 à 48,4 kg de grains pour 1 kg de N.

En étudiant les causes d'une telle différence d'influence de l'azote sur la formation du rendement, nous avons établi que la productivité de l'azote s'élève avec l'augmentation de la quantité de P2O5 absorbée par les plantes (par unité de poids de N), jusqu'au moment où le rapport N:P2O5 = 100 : 60 env. Quand ce rapport aura atteint la valeur mentionnée et que le P2O5 cesse d'être l'élément nutritif au minimum, la productivité de l'azote absorbé n'augmente pratiquement plus, malgré que l'absorption relative de phosphore par rapport à l'azote augmente toujours nettement. Le caractère de cette dépendance entre les éléments nutritifs contenus dans les plantes et la formation de la récolte rappelle la conception du rôle de l'élément nutritif se trouvant au minimum, qui n'a pas été prouvé en ce qui concerne la dépendance entre les rendements et les éléments nutritifs fournis sous forme d'engrais minéraux.

Le rapport extrême N : P2O5, qui donne la plus grande valeur de productivité de l'azote absorbé à l'augmentation progressive de l'absorption de l'élément nutritif qui est au minimum relatif (P2O5), peut être considéré comme rapport optimal au point de vue de la mise à profit des éléments nutritifs passés en revue et on le désigne comme rapport égalisé.

Des conclusions semblables ont été retirées de l'étude des résultats des essais en pots avec le millet, au cours desquels nous avons étudié la dépendance entre la composition chimique et le rendement de masse sèche des parties élevés au dessus de la terre des plantes au début de l'épiage (SMETANKOVA 1965). Le rendement de l'azote absorbé augmentait au fur et à mesure de l'augmentation de la quantité de P2O5 absorbée, aussi longtemps que le P2O5 était au minimum, relatif, c'est-à-dire jusqu'au moment de l'obtention du rapport extrême N : P2O5 = 100 : 50 environ. Dans ce cas, on peut considérer ce rapport comme rapport égalisé. En conséquence, on a prouvé une dépendance presque linéaire entre tout le rendement et toute la quantité de N ou de P2O5 absorbée, à la condition toutefois qu'un seul de ces éléments fut au minimum relatif. Cependant, on n'a pas pu prouver la dépendance entre le rendement de la masse sèche et la concentration des éléments nutritifs, même en ce qui concerne l'élément nutritif se trouvant au minimum.

Comme la concentration d'un élément nutritif défini dans la masse sèche est inversement proportionnelle à son rendement, il doit exister aussi une dépendance entre la concentration de tel élément nutritif et son rapport avec l'élément nutritif se trouvant au minimum. Indépendamment des résultats obtenus au cours des essais avec le millet, cette dépendance a été également confirmée par d'autres essais de champs avec des fertilisants. Dans le cas de l'orge de printemps, dont des échantillons pour analyse chimique ont été prélevés au début de la floraison (BAIER 1966), nous avons constaté que la concentration de N, variant de 1120 à 2520 mg pour 100 g de masse sèche, diminuait au fur et à mesure qu'augmentait l'absorption de P2O5, pour unité de poids de N.

Ces résultats concordent aussi avec les conclusions retirées de la série suivante d'essais de champs avec l'orge de printemps (BAIER, JELINEK, PETRICKOVA 1966). Le déroulement et la forme de la courbe de la dépendance négative (inverse) entre la concentration de N et le rapport N : P2O5 au début de la floraison sont semblables dans ce cas, comme dans les essais précédents. Les conditions météorologiques de l'année ont nettement influencé le rapport mutuel entre les éléments nutritifs absorbés, en particulier le rapport N : P2O5. Ceci concerne non seulement l'orge, mais aussi bien les pommes de terre. Les résultats acquis à la suite de nos essais conduisent à la conclusion générale que la grandeur du rendement dépend autant de la quantité d'éléments nutritifs absorbés que de leur utilisation à la