

ROSTLINNÁ VÝROBA

3

ROČNÍK 17 (XLIV)
PRAHA,
BŘEZEN 1971
CENA 18 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VEDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ

Řídí vedoucí redaktorka M. Sovová s redakční radou

© Ústav vědeckotechnických informací, Praha 1971

■

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA uveřejňuje studie, rozbor a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu z oboru rostlinné výroby. Vydává Ústav vědeckotechnických informací. Vychází měsíčně. Redakce: Praha 2, Slezská 7, telefon 25 75 41. Celoroční předplatné Kčs 216,—.

■

Научный журнал ROSTLINNÁ VÝROBA публикует обзоры, анализы и научные статьи о разрешенных заданиях по научному исследованию в области растениеводства. Издает Институт научно-технической информации. Выход в свет ежемесячно. Редакция Прага 2, Слезска 7.

■

The scientific journal ROSTLINNÁ VÝROBA published studies, analyses and scientific treatises about the solved research tasks in the line of the plant production. Published by the Institute of Scientific and Technical Information. Issued monthly. Editorial office Prague 2, Slezská 7.

■

Die wissenschaftliche Zeitschrift ROSTLINNÁ VÝROBA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der pflanzlichen Produktion. Herausgegeben vom Institut für wissenschaftlichtechnische Informationen. Erscheint monatlich. Redaktion Praha 2, Slezská 7.

■

Le journal scientifique ROSTLINNÁ VÝROBA publie les études, analyses et traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de production végétale. Publié par l'Institut des renseignements scientifiques et techniques. Publié chaque mois. Rédaction Prague 2, Slezská 7.

DIFÚZE MOLEKUL A IONTŮ V PŮDÁCH A JÍLECH

PŘEHLED LITERATURY A NĚKTERÉ PRAKTICKÉ ASPEKTY

L. PAVEL

PAVEL L. (University of Agriculture, Praha - Suchdol). *Diffusion of Molecules and Ions in Soils and Clays. I. Literature Review and Some Practical Aspects*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 233-249, 1971.

The paper presents a review of the literature on diffusion of ions and molecules of compounds in soils and clays. A granulated fertilizer (NPK 3a) was chosen to demonstrate the rate of potassium concentration decrease near the surface of the fertilizer granule, as caused by the diffusion of the ion into the soil. Other important ion species cannot be expected to behave in a very dissimilar manner. The initially high concentration of the adjacent soil solution decreases so rapidly and its participation on the total volume of the soil is so small, that even a very high fertilizer dressing cannot be expected to cause detectable changes in soil minerals, which are known to be affected by a prolonged contact with a concentrated solution of certain ion species.

Ion diffusion in soil; heavy fertilization; potassium diffusion from fertilizers

Lektor: prof. dr. ing. V. Kosil, DrSc., VŠZ, Praha

Difúze v roztoku je popsána prvním Fickovým difúzním zákonem (např. Brdička 1952)

$$\frac{dq}{dt} = -AD \frac{dc}{dx}, \quad (1)$$

kde difúzní koeficient D , definovaný jako

$$D = \frac{RT}{N} \cdot \frac{1}{6\pi\eta r}, \quad (2)$$

vyjadřuje počet molů difundující látky, jež přejdou za vteřinu přes rozhraní o jednotkovém průřezu při jednotkovém koncentračním spádu. V rovnici (1) je q — počet molů, jež difúzí za čas t prošly rozhraním o průřezu A při koncentračním gradientu dc/dx .

Není-li koncentrační gradient udržován během difúze na konstantní hodnotě, ale mění se s časem v důsledku difúze, potom je difúze popsána parciální diferenciální rovnicí

$$\left(\frac{\partial c}{\partial t}\right)_x = D \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2}\right)_t, \quad (3)$$

kteřá je známa jako druhý Fickův difúzní zákon; popisuje rozložení koncentrace difundující látky podle vzdálenosti a její časové změny v různých vzdálenostech od rozhraní. Difúzní rovnice (1) a (3) charakterizují difúzi, probíhající jednorozměrně, v jednom směru.

Husted a Low (1954) studovali difúzi iontů jednak při konstantním koncentračním gradientu v bentonitové pastě, jednak při proměnném gradientu koncentrace v bentonitovém filmu. Ze vztahu pro rychlost difúze — jež je nepřímo úměrná gradientu celkového potenciálu složky — a z definice celkového potenciálu iontové složky v ideálním

roztoku odvodili výraz pro počet gramiontů Q , procházejících za jednotkovou dobu přes jednotkovou plochu

$$Q = -k \left(RT \frac{dc}{dx} + zFc \frac{d\Psi}{dx} \right). \quad (4)$$

Při stejné rychlosti obou protisměrně difundujících iontů — a tedy při rovnosti transmisních koeficientů — se nevytváří žádný potenciál ($\Psi = 0$), a proto (4) se zjednoduší na

$$Q = -kRT \frac{dc}{dx}. \quad (5)$$

Je-li $Q = dq/Adt$ a $kRT = D$, je zřejmé, že vztah (5) je ekvivalentní prvnímu Fickovu zákonu (1). Jsou-li difúzní rychlosti kationtu a aniontu různé, vzniká potenciálový spád, který snižuje rychlost difúze kationtu a zvyšuje rychlost společně s ním difundujícího aniontu. Rychlost pohybu iontu ovládají tedy gradienty koncentrace a elektrického potenciálu a závisí na velikosti některé ze tří difúzních konstant (pohyblivost iontu U , difúzní koeficient D a transmisní konstanta)

$$v = -\frac{D}{c} \cdot \frac{dc}{dx} + U \cdot \frac{d\Psi}{dx}; \quad (6)$$

tento výraz je ekvivalentní se vztahem (4).

Husted a Low zjistili, že ionty v bentonitovém filmu nedifundovaly vůbec při relativní vlhkosti pod 25 %. Při 100% vlhkosti difundovaly řádově stejně rychle jako v roztoku. Pro K^+ -ion byl difúzní koeficient v bentonitové pastě $7,39 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2 \cdot \text{sec}^{-1}$ na rozdíl od volného roztoku, kde je difúzní koeficient D přibližně $2 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2 \cdot \text{sec}^{-1}$, tedy 2,7krát vyšší.

Koeficient difúze v porézním prostředí D_p se liší od koeficientu difúze ve volném roztoku D (Kemper et al. 1964). Jeho hodnotu ovlivňuje faktor tortuosity $(L/L_e)^2$, fluidita vody α a objemový obsah vody Θ (vyjádřený desetinným zlomkem):

$$D_p = D(L/L_e)^2 \Theta \alpha. \quad (7)$$

Negativní adsorpce aniontů způsobuje nerovnoměrné rozdělení jejich koncentrace v pórech, která vzrůstá se vzdáleností y od povrchu pevných částic (jílů). Obdobně je pak rozdělena i viskozita, takže relativní fluidita α_e je

$$\alpha_e = \frac{\int_0^y c \bar{c} dy}{\bar{c} \cdot y}, \quad (8)$$

kde y je šířka póru a $\bar{c}$ je průměrná koncentrace aniontu v roztoku obsaženém v pórech. Mění-li se šířka póru, snižuje se rychlost pohybu aniontu. Proto lze zavést faktor γ , který zahrnuje snížení iontové rychlosti elektrostatickými vlivy a který pro

$$y = \text{konst.} \quad \text{je} \quad \gamma = 1, \text{ a pro}$$

$$y \neq \text{konst.} \quad \text{je} \quad \gamma < 1. \text{ Je tedy potom}$$

$$D_p = D(L/L_e)^2 \Theta \alpha_e \gamma. \quad (9)$$

Difúzi iontů v porézním prostředí při stálém koncentračním gradientu definuje tedy vztah (1), v němž D se nahradí D_p podle výrazů (7) nebo (9). Difúze s časově proměnným

koncentračním gradientem (Olsen et al. 1965) se řídí druhým Fickovým zákonem ve tvaru

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{D_p}{\Theta} \cdot \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}, \quad (10)$$

který má přibližné řešení (Kemper et al. 1964) pro difúzi Cl^{36} z bloku jílů jím obohaceného

$$\frac{D_p}{\Theta} = \frac{\pi}{t} (Q/Q_0)^2 L^2, \quad (11)$$

kde Θ je celkové množství Cl^{36} , jež difúzí přešlo přes rozhraní a Q_0 je množství původně přítomné v difúzním poločlánku (v jednom z bloků jílů), L je délka bloku. Je-li $Q/Q_0 < 0,3$, je rovnice (11) zatížena chybou menší než 1 %.

Kemper a van Shaik (1966) zjistili, že difúzní koeficienty v systému jíl—voda exponenciálně vzrůstaly s obsahem vody a byly téměř nezávislé na koncentraci soli a adsorbovaných kationtech.

Pohyb iontů v porézním prostředí je spojen s třemi faktory: gradientem koncentrace (a tepelnou energií), gradientem elektrického potenciálu a pohybem roztoku:

$$\frac{dq}{dt} = WkT\mu \frac{dc}{dx} + Wze\mu \frac{d\psi}{dx} + \bar{V}c. \quad (12)$$

V rovnici (12) tři členy na pravé straně vyjadřují zmíněné tři faktory. Zde k je Boltzmannova konstanta, μ je absolutní pohyblivost iontu, z je jeho valence, $\bar{V}$ je průměrná rychlost pohybujícího se roztoku, a

$$W = \Theta(L/L_0)^2 \alpha \gamma. \quad (13)$$

Jsou-li koncentrační gradienty a převodové rychlosti kationtu i aniontu stejné a nepohybuje-li se roztok, potom druhý a třetí člen pravé strany rovnice (12) jsou nulové a pro difúzi kationtu i aniontu dostáváme stejné vztahy. Jejich spojením a dosazením za

$$\mu kT = D$$

se obdrží výraz pro difúzní koeficient soli D_{AK}

$$D_{AK} = \frac{D_A D_K (z_K c_K - z_A c_A)}{z_K D_{KCK} - z_A D_{ACA}}, \quad (14)$$

kde z_A je valence aniontu (vždy negativní) a z_K je valence kationtu. Koeficient difúze soli v porézním prostředí je pak roven součinu $W \cdot D_{AK}$, který se vypočte ze vztahů (13) a (14).

Lindstrom et al. (1968) studovali difúzi 2,4 — D v půdě a při odvození výrazu pro koeficient difúze v půdě vzali v úvahu sorpci difundující složky podle Freundlichovy isothermy, a vyjádřili ji jako koncentraci adsorbované složky N

$$N(x, t) = \alpha' \gamma' c(x, t), \quad (15)$$

kde α' je podíl aktivního a celkového povrchu a γ' je rozdělovací koeficient

$$\gamma' = \exp \left(\frac{\Delta G}{RT} \right),$$

a ΔG je volná energie sorpce. Dosazením za N ze vztahu (15) do obecné rovnice difúze (3) probíhající současně se sorpcí

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{\partial N}{\partial t}, \quad (16)$$

(ϵ je pórovitost) dostali po úpravě na tvar ekvivalentní s (10) výraz pro redukovaný difúzní koeficient

$$D_p = \frac{D}{1 + \alpha' \gamma' / \epsilon} \quad (17)$$

Řešením rovnice (3) s difúzním koeficientem podle (17) pro rovnovážné podmínky v půdním sloupci konečné délky a pro čas $t \rightarrow \infty$ dostali pro koncentraci složky výraz

$$c(x, \infty) = \frac{c_0}{1 + \epsilon V_c / V_o (1 + \alpha' \gamma')} \quad (18)$$

v němž c_0 je počáteční koncentrace v objemu V_o , V_c je objem, do něhož se difúze uskutečnila a

$$\alpha'' = \frac{\alpha'(1 - \epsilon)}{\epsilon}.$$

Řešením pro dlouhý půdní sloupec polonekonečné délky je výraz

$$c(x, t) = c_0 \cdot \exp[A \epsilon x / V_o (1 + \alpha'' \gamma')] \cdot \exp[A \epsilon D_p t (1 + \alpha'' \gamma')^2] \cdot 2\pi^{-\frac{1}{2}} \cdot \int_0^\infty e^{-y^2} dy, \quad (19)$$

$$\left[\frac{x}{2 \sqrt{D_p t}} + \frac{A \epsilon}{V_o} (1 + \alpha'' \gamma') \sqrt{D_p t} \right]$$

v němž A je průřez půdního sloupce, y je integrační proměnná. Je-li objem V_o dostatečně velký a pro malé hodnoty t se výraz (19) zjednoduší na

$$c(x, t) = c_0 \cdot \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_{x/2 \cdot \sqrt{D_p t}}^\infty e^{-y^2} \cdot dy, \quad (20)$$

což je výraz ekvivalentní řešení, které je uvedeno v knize Brdičky (1952).

Schofield a Graham-Bryce (1960) použili při studiu difúze iontů v půdě řešené difúzní rovnice ve tvaru

$$Q/Q_\infty = 1 - 8/\pi^2 \left[e^{-A't} + \frac{e^{-9A't}}{9} + \frac{e^{-25A't}}{25} + \dots \right], \quad (21)$$

kde $A' = D_p \pi^2 / 4L^2$ a Q_∞ je celkové množství látky, jež by prošlo rozhraním po dosažení rovnováhy ze sloupce tloušťky L . Je-li $Q/Q_\infty < 0,5$, lze (21) nahradit zjednodušenou rovnicí

$$Q/Q_\infty = \frac{2}{L} \sqrt{\frac{D_p \cdot t}{\pi}} \quad (22)$$

Experimentálně byla získána pro difúzi ^{86}Rb pozoruhodná shoda měřených difúzních koeficientů — podle výrazu (21) $6,19 \cdot 10^{-8}$ a podle výrazu (22) $6,13 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$.

Klute a Letey (1958) sledovali iontovou difúzi v závislosti na obsahu vlhkosti a uvažovali i radioaktivní rozpad difundujícího prvku; rovnice (3) má pak tvar

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D_p \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - \lambda c, \quad (23)$$

kde λ je faktor úměrnosti mezi rychlostí radioaktivního rozpadu a koncentrací. Hraniční a počáteční podmínky, charakterizující užitý difúzní systém, byly

$$\frac{\partial u}{\partial x} = 0; \quad x = 0 \quad (24)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} = 0; \quad x = 2h$$

$$\begin{aligned} c &= 0 & h < x < 2h \\ c &= c_0 & 0 < x < h \end{aligned} \quad t = 0, \quad (25)$$

kde h je tloušťka difúzního poloclánku; podmínky (24) a (25) popisují jednorozměrný uzavřený konečný difúzní systém, v němž je na počátku stupňovité rozdělení koncentrace difundující látky. Řešení (23) za předpokladů (24) a (25) je

$$c = \exp(-\lambda t) \cdot \frac{c_0}{2} + \frac{2c_0}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin \frac{n\pi}{2} \cos \frac{n\pi x}{2h} \exp\left(-\frac{n^2\pi^2 D_p t}{4h^2}\right). \quad (26)$$

Množství složky, jež přešlo v čase t_1 přes rovinu $x = h$ (rozhraní), je

$$Q_1 = \int_{x=h}^{x=2h} A(c)_{t_1} \cdot dx, \quad (27)$$

kde A je průřez rozhraní $a(c)_{t_1}$ je rozdělení koncentrace v čase t_1 . Vyhodnocení integrálu v (27) vede k rovnici

$$Q_1 = \exp(-\lambda t) \cdot c_0 \frac{Ah}{2} \left[1 - \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left(-\frac{(2n+1)^2\pi^2 D_p t}{4h^2}\right) \right], \quad (28)$$

jež je řešením rovnice (23).

O faktorech brzdících difúzi iontů v porézním prostředí byla již zmínka na začátku; podíl adsorpce iontů na brzdění difúze vyjadřuje difúzní rovnice ve tvaru (16).

Van Shaik et al. (1966) studovali podíl kationtů adsorbovaných jílem na difúzi a zjistili, že asi 70 % výměnného sodíku a 25 % výměnného vápníku je mobilní a přispívá k celkové difúzi. Pro interdifúzní koeficient D_{12} dvou protisměrně difundujících kationtů 1 a 2 o různé valenci z_1 a z_2 a koncentraci c_1 a c_2 , s odlišnými difúzními koeficienty D_1 a D_2 platí vztah

$$D_{12} = \frac{D_1 D_2 (z_1 c_1 + z_2 c_2)}{z_1 c_1 D_1 + z_2 c_2 D_2}, \quad (29)$$

do kterého lze zavést brzdící faktory, čímž se dospěje k rovnici

$$D_{12p} = \frac{D_{12}(L/L_e)^2 \Theta (a_r \gamma \bar{c}_{rt} + a_{ag} \bar{c}_{at})}{c_{ot}}, \quad (30)$$

v níž a_r a a_a jsou relativní fluidity roztoku, který obklopuje ionty ve volném roztoku (r) nebo adsorpční difúzní vrstvě (a), γ je podíl výměnných iontů, jež jsou v časovém průběhu mobilní (tj. v difúzní vrstvě), c_t jsou celkové koncentrace iontu v roztoku, resp. adsorbovaného a c_{ot} je celková jeho koncentrace v roztoku. Brzdící faktory a_r a a_a popisuje rovnice (8) pro rozpuštěné a adsorbované ionty.

Je tedy celková difúze, složená z podílu rozpuštěných a adsorbovaných iontů s difúzním koeficientem D_p , definovaným obdobně jako v (30), po dosazení do rovnice (1) rovna

$$\frac{dq}{dt} = \frac{dq_r}{dt} + \frac{dq_a}{dt} = - \left[D \Theta (L/L_e)^2 (a_r \gamma \bar{c}_{rt} + a_{ag} \bar{c}_{at}) / c_{ot} \frac{dc_0}{dx} \right]. \quad (31)$$

Nye (1966) popsal difúzní tok při stálém koncentračním gradientu jako tok iontů ve volných roztocích a tok iontů výměnně adsorbovaných na povrchu nebo v pevné fázi

$$Q = D_r \Theta_r f_r \frac{dc_r}{dx} + D_a \Theta_a f_a \frac{dc_a}{dx} \quad (32)$$

Zde je f úhrnný brzdicí (impedanční) faktor, který v sobě zahrnuje fluiditu, tortuositu, měnlivý průměr pórů a negativní adsorpci aniontů. Aplikace této rovnice, jež je zjednodušenou formou rovnice (31), ukázala, že výměnné ionty nepřispívají význačněji k celkovému difúznímu toku, takže druhý člen pravé strany rovnice (32) je zanedbatelný.

Tinker (1969) použil této metody k měření difúze iontů vápníku a hořčíku v půdě. Pro f_r v rozmezí 0,5–0,8 byly hodnoty difúzního koeficientu v rozsahu $2-3,5 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$.

Mott a Nye (1968) zkoumali vliv adsorbovaného Sr^{2+} na samodifúzi Sr^{2+} v půdě nasycené vlhkostí. Pro koeficient samodifúze použili rovnice, již odvodil Nye (32,40) a difúzní koeficient vypočítali z výrazu, který udává Crank (1956)

$$\frac{M_t}{M_\infty} = 1 - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2\alpha(1+\alpha)}{1+\alpha+\alpha^2 q_n^2} \exp\left(-\frac{D q_n^2 t}{L^2}\right), \quad (33)$$

kde q_n jsou nenulové kladné kořeny rovnice $\text{tg } q_n = -\alpha q_n$; α je poměr množství rozpuštěné látky v roztoku k množství v celém objemu sekce půdy tloušťky L po nekonečné době difúze.

Výraz (33) vyjadřuje vztah mezi difúzním koeficientem a celkovým množstvím M_t rozpuštěné látky v půdní sekci v čase t jako zlomek M_∞ , to jest množství látky v sekci půdy po nekonečné době. M_t se změní z úbytku v roztoku a M_∞ podobně z koncentrace roztoku na konci pokusu. Crank udává diagramy vztahu M_t/M_∞ proti Dt/L^2 pro různé hodnoty $1/(1+\alpha)$; z nich lze interpolací snadno najít hodnoty D .

Koeficient difúze adsorbovaného Sr^{2+} byl přibližně stokrát menší než difúze v roztoku. Přispívá tedy adsorbovaný ion k celkové difúzi jen nepatrně. Brzdicí faktor difúze f_r (32) byl přibližně 0,70.

Romkens a Bruce (1964) studovali vliv vlhkosti půdy na difúzi NO_3^- iontu, který není půdou adsorbován. Použili difúzní rovnice (3), resp. (10) s řešením (20). Integrací rovnice (20) přes oblast od $x=0$ do $x=\infty$ se obdrží vztah pro množství difúzí převedené složky Q

$$Q = \int_0^\infty c(x, t) \cdot dx = c_0 (D_p t / \pi)^{1/2} \quad (34)$$

Z rovnice (34) lze vyjádřit výslednou iontovou difúzivitou

$$D_p = (Q/c_0)^2/t, \quad (35)$$

za předpokladu, že v systému nejsou teplotní gradienty, rozdíly nebo změny v celkovém vodním potenciálu a osmotickém potenciálu během difúze, že difundující složka (ion) nepodléhá rozkladu, asociaci nebo chemické reakci, a že lze celkové množství difundující složky přesně analyticky stanovit.

Takto stanovená efektivní difúzivita ve frakci siltu byla v rozsahu vlhkosti 42,7 – 24,8 % (obj.) v rozmezí od $1,33 \cdot 10^{-5}$ do $0,17 \cdot 10^{-5}$, ve frakci písku v rozsahu vlhkosti 42,2 – 16,8 % (obj.) se měnila od $1,40 \cdot 10^{-5}$ do $0,05 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$. Exponenciální tvar vztahu mezi převodovým faktorem D_p/D a objemovým obsahem vody Θ ukázal, že difúzi iontů více ovlivňuje snížení vlhkosti v oboru vysoké vlhkosti než nízké.

Olsen et al. (1965) zavedli do difúzní rovnice kapacitní faktor b , který se přičítá k Θ v rovnici (10), resp. v jejím přibližném řešení (11). Kapacitní faktor b uvažuje podíl iontu, který přechází z pevné fáze desorpce do roztoku po poklesu jeho koncentrace v důsledku difúze. Je definován jako poměr

$$b = S/c, \quad (36)$$

kde S je podíl iontu v pevné fázi (g/cm^2). Je-li $b > 100$, stává se Θ bezvýznamným, je-li b kolem 10, je vliv Θ jenom asi 5 %.

Lagerwerff (1965) použil rovnice (34) při studiu vlivu teploty na difúzi v půdě. Difúzní koeficient D_p závisí na teplotě podle vztahu

$$D_p = A \cdot \exp\left(-\frac{E}{RT}\right), \quad (37)$$

kde A je aktivační konstanta nebo frekvenční faktor, poměrně nezávislý na teplotě a E je zdánlivá aktivační energie difúze. Lze ji vypočítat ze směrnice přímky, získané vynesím $\ln D_p$ proti $1/T$.

Philips a Brown (1965) sledovali vliv zhutnění půdy na samodifúzi ^{86}Rb a ^{89}Sr s užitím řešení (20) obecné difúzní rovnice (3). Pro difúzní poločlanku délky L , pro x pouze v rozsahu od $-L$ do $+L$ dostali pro množství iontů Q , které prošlo z oblasti $0 < x < +L$ přes rozhraní $x = 0$ v čase t přes průřez A výraz

$$Q = -D_p A \int_0^t \frac{\partial c(0, t)}{\partial x} \cdot dt = A c_0 \sqrt{D_p t / \pi}, \quad (38)$$

který je totožný s (34). Celkové množství radioaktivních iontů v čase $t = 0$ v příslušném difúzním poločlanku je rovno $Q_t = A L c_0$. Označíme-li poměr $Q/Q_t = F$, dostaneme po úpravě vztah pro koeficient samodifúze D_p

$$D_p = \pi L^2 F^2 / t. \quad (39)$$

Rovnice (39) bylo užito při sledování vlivu objemové váhy půdy na difúzní koeficient, který byl nejvyšší při objemové váze 1,3–1,5 u různých půd. Při nižší i vyšší objemové váze difuzivita klesala. S rostoucím obsahem vody od 15 do 45 % (obj.) rostl poměr $D_{\max}/D_{\min}$ od 2,0 do 7,5.

Rowell et al. (1967) studovali vliv vlhkosti půdy a koncentrace půdního roztoku na samodifúzi iontů. Koeficient samodifúze je definovaný podle (32) jako

$$D = D_r \Theta_r f_r \frac{c_r}{c_t} - D_a \Theta_a f_a \frac{c_a}{c_t}, \quad (40)$$

kde c_r a c_a jsou koncentrace iontu v kapalně a v pevné fázi půdy a c_t je celková koncentrace iontu v půdě. Napiše-li se rovnice (40) ve tvaru

$$\frac{D c_t}{c_a \Theta_a} = \frac{D_r \Theta_r f_r c_r}{\Theta_a c_a} + D_a \cdot f_a, \quad (41)$$

udrží-li se Θ_r konstantní, c_r proměnná a D se měří, potom grafickým vyjádřením závislosti $D \cdot c_t / \Theta_a \cdot c_a$ na $c_r \cdot \Theta_r / \Theta_a \cdot c_a$ je přímka se směrnici $D_r \cdot f_r$ a úsekem $D_a \cdot f_a$ za předpokladu, že se f_r a $D_a \cdot f_a$ příliš nemění s c_r . Ze směrnice přímky lze odhadnout hodnotu impedančního faktoru f_r a podíl pevné fáze lze odvodit z úseku na ose $D \cdot c_t / \Theta_a \cdot c_a$. Hodnoty brzdícího faktoru f jsou pak kritériem k posouzení vlivu vlhkosti a koncentrace solí na difúzi.

Anderson et. al. (1967) zkoumali vliv relativní vlhkosti vzduchu na difúzi barviv ve vrstvě montmorillonitového jílu. Použili difúzní rovnice (3) a jejího řešení

$$c = \frac{c_0}{\pi} \left(\int_0^{\frac{x+x_0}{2\sqrt{D_p t}}} e^{-y^2} dy - \int_0^{\frac{x-x_0}{2\sqrt{D_p t}}} e^{-y^2} dy \right), \quad (42)$$

přičemž se zanedbává ovšem možnost specifických interakcí mezi difundující látkou a pevnou fází, včetně adsorpčních jevů; tyto interakce lze charakterizovat brzdícím faktorem γ , pro nějž platí

$$\gamma = \frac{D_p}{D_r} \left(\frac{X_0}{X_r} \right)^2, \quad (43)$$

kde indexy p a r se vztahují na porézní prostředí a na roztok. X je vzdálenost, kterou urazilo pozorovatelné „čelo“ barviva při difúzi za stejnou dobu. Měřitelné hodnoty D_p byly získány až při relativní vlhkosti vzduchu nad 97,5 % a byly v rozmezí $0,23 \cdot 10^{-7}$ až $3,5 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$.

Rovnici (42) lze řešit pro numerickou hodnotu D_p , jsou-li známy z měření hodnoty proměnných. Odpovídá-li čelo minimální viditelné koncentraci barviva c_{min} , má rovnice tvar

$$\frac{2 c_{min}}{c_0} = (x_0, x, D_p, t). \quad (44)$$

Protože levá strana rovnice je konstanta a x a t se dostanou z experimentálního měření, dostaneme sérii rovnic tvaru

$$f(x_0, x_i, D_p, t_i) = f(x_0, x_j, D_p, t_j), \quad (45)$$

již lze řešit graficky pro D_p vyhodnocením každé pro libovolné D_p , vynesáním výsledků proti $\sqrt{D_p}$ a jeho stanovením ze společného průsečíku.

Vaidyanathan a Nye (1970) měřili rychlost difúze fosfátu proti chloridu v půdě při různé koncentraci a vlhkosti. Efektivní difúzní koeficient byl vypočítán z rovnice

$$M_t = 2c_0 \sqrt{D_e t / \pi}, \quad (46)$$

jež je řešením difúzní rovnice za předpokladu, že celková koncentrace difundujícího iontu c_0 se rovná dlouhodobě výměnitelnému fosfátu (P^{32}), a že koncentrace na rozhraní mezi ionexovým papírem (chloridovým iontem nasycený adsorbent pro fosfátové ionty „sink“) a půdou je nulová. V rovnici (46) je efektivní difúzní koeficient definován jako

$$D_e = D_r \Theta_r f_r \cdot \frac{\Delta c_r}{\Delta c}, \quad (47)$$

kde $D_r = 8,9 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$ pro $c_r = 0$, Δc_r je rozdíl mezi původní koncentrací roztoku v pórech a na rozhraní (mol/ml) a Δc je rozdíl mezi počáteční a hraniční koncentrací P^{32} , odpovídající Δc_r pro desorpční proces (mol/cm³ půdy). Pro nulovou koncentraci na rozhraní je $\Delta c_r = c_r$ a $\Delta c = c_0$.

Kombinace rovnic (46) a (47) poskytne

$$\frac{M_t}{\sqrt{t}} = \frac{2}{\pi} \cdot \Delta c_r \sqrt{D_r \Theta_r f_r \frac{\Delta c}{\Delta c_r}}. \quad (48)$$

Z rovnice (48) vypočtená hodnota brzdícího faktoru f_r pro fosfátový ion byla průměrně 0,44.

Nakayama a Jackson (1963) zjišťovali koeficient difúze vody s tritiem (THO) v závislosti na obsahu vody v půdě. V rozmezí 10–40 % (obj.) vlhkosti byla difuzivita téměř konstantní; pod 10 % (obj.) vlhkosti rychle vzrostla a dosáhla maxima při 4 % (obj.) a dále prudce klesala. Difúze vody je složena z difúze v kapalně, plynně a snad i adsorbované fázi. Za předpokladu homogenního porézního prostředí stejnoměrného průřezu bylo použito tohoto řešení difúzní rovnice (3):

$$c = Q(\pi D_p t)^{-\frac{1}{2}} \cdot \exp\left(-\frac{x^2}{4D_p t}\right), \quad (49)$$

kde c , D_p a x se vztahují na půdu (porézní medium) jako celek, nikoli jen na kapalnou fázi v pórech a Q je množství difundující THO uložené v rovině $x = 0$. Prostředí musí mít dostatečnou délku a difúze nesmí trvat příliš dlouho, aby nedošlo ke změně koncentrace na konci proti rozhraní $x = 0$.

Dvojměrnou difúzi v půdě (z osy do válce nebo opačně) popisuje obecně parciální diferenciální rovnice

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right). \quad (50)$$

Vzhledem k obtížnosti řešení by bylo vhodné určovat parametry pomocí elektrického modelu. Obdobně pro řešení obtížně řešitelné nelineární rovnice toku vody v půdě

$$\frac{\partial \Theta}{\partial t} = \nabla \cdot D \nabla \Theta \quad (51)$$

(Θ je obsah vody v % obj.) sestavili Hanks a Bower (1963) dvojměrný elektrický simulátor ze sítě odporů a kondenzátorů.

Youngs a Gardner (1963) se zabývali difúzí v nekonečném dutém válci, což je analogicky např. problém difúze iontů v půdě k rostlinnému kořínku. Navrhli, že pro konstantní difuzivitu lze použít podobného řešení, jaké udávají Carslaw a Jaeger (1959) pro vedení tepla ve válci. Rovnice vedení tepla je

$$\frac{\partial V}{\partial t} = K \left(\frac{\partial^2 v}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial v}{\partial r} \right), \quad (52)$$

kde V je počáteční teplota, t čas, K teplotní difuzivita, v teplota a r radiální vzdálenost. Pro hraniční podmínky

$$t = 0, v = V, a \leq r \leq b$$

$$t > 0, K \frac{\partial v}{\partial r} = H v, r = a$$

$$\frac{\partial v}{\partial r} = 0, r = b,$$

(kde K je tepelná vodivost a H je povrchová vodivost) je řešení rovnice (52)

$$v = -\pi V \sum_{n=1}^{\infty} \exp(K x_n^2 t / a^2) \cdot \frac{f_0(r x_n / a) [\sigma x_n Y_1(x_n) + Y_0(x_n)] - Y_0(r x_n / a) [\sigma x_n f_1(x_n) + f_0(x_n)]}{\{[\sigma x_n f_1(x_n) + f_0(x_n)] / f_1(\rho x_n)\}^2 - (\sigma^2 x_n^2 + 1)} \quad (53)$$

kde $q = b/a$, $\sigma = K/Ha$, x_n je n -tý kořen rovnice:

$$[\sigma x J_1(x) + J_0(x)] Y_1(qx) - [\sigma x Y_1(x) + Y_0(x)] J_1(qx) = 0. \quad (54)$$

Youngs a Gardner uvádějí tabelárně první 3 členy rovnice (54) pro rozsahy $\sigma 0 - \infty$ a $\sigma 1,5 - 10$.

Lewis a Quirk (1965) vyjádřili rovnici pro difúzi fosforečnanových aniontů z okolní půdy ke kořínku rostliny (50) pomocí cylindrických souřadnic jako

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r D_p \frac{\partial c}{\partial r} \right), \quad (55)$$

jež platí pro podmínky $a \leq r \leq \infty$, $t \geq 0$, kde $c = c(r, t)$ je koncentrace v čase t ve vzdálenosti r od středu kořínku, a je jeho poloměr. K půdě byly přidávány přídavky fosforu P , jež ovlivňují difuzivitu podle

$$D_p = K \cdot P^2 \quad (56)$$

Vzhledem k tomu, že D_p není podle rovnice (56) konstantní, nelze podat obecné řešení rovnice (55). Dosazením za D_p z (56) do (55) byla získána rovnice, jež byla potom řešena numericky pomocí IBM počítače pro zvolené hraniční podmínky. Změny koncentrace s časem v libovolném bodě byly vypočteny pro tři hladiny obsahu fosfátu.

Difúze ze středu koule je např. difúze jednotlivých složek z granule hnojiva do okolní půdy. Obecná diferenciální rovnice má tvar

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \right). \quad (57)$$

Řešení analogicky podle šíření tepla uvádějí např. Rektorys et al. (1963) (pro jednotkové množství; $D = 1$)

$$v(x, y, z, t, x_0, y_0, z_0, \tau) = \frac{1}{8\pi^{3/2} (t - \tau)^{3/2}} \exp \{ -r^2 [4(t - \tau)] \}, \quad (58)$$

$$\text{kde } r = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2}; \quad (59)$$

v vyhovuje jako funkce proměnných x, y, z, t , pokud je $t > \tau$, a dále pro ně platí

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} v \, dx \, dy \, dz = 1, \quad (60)$$

což je fundamentální řešení rovnice (57). Další řešení pro konkrétní podmínky je značně složité. Obdobným problémem je difúze iontů do nebo z kulové částice ionexové pryskyřice.

Vaidyanathan a Talibudeen (1970) studovali rychlost desorpce fosfátu z půdy anexem a použili k vyjádření rychlosti, již proniká fosfát-ion kapalným obalem tloušťky R dovnitř kulové částice s výměnnou kapacitou e (na jednotkovou povrchovou plochu), rovnice

$$-\ln(1 - F) = \left(1 - K \frac{D_{PO_4}}{D_{Cl}} \right) F + kT, \quad (61)$$

kde F je zlomek rovnováhy dosažený za čas t , D_{PO_4} a D_{Cl} jsou difúzní koeficienty obou protisměrně difundujících iontů ve volném roztoku, K je koeficient selektivní sorpce v rovnováze $[Cl/PO_4]_a : [Cl/PO_4]_r$ a k je rychlostní konstanta rovná $D_{PO_4} \cdot (PO_4)_r : eR$.

Rovnice (61) platí za předpokladu, že koncentrace chloridu v roztoku je konstantní a fosfátu nulová. Vynesení $(1/t) \ln(1 - F)$ proti (F/t) dává přímkovou závislost s konečnou hodnotou směrnice, což vylučuje chemickou reakci při protisměrné difúzi obou uvažovaných iontů.

Podle Boyda et al. (1947) platí pro „částicovou“ difúzi fosfátových iontů kulovou částicí o poloměru a , jež má zpočátku stejnoměrné rozdělení koncentrace a zůstává-li koncentrace difundujícího iontu na povrchu částice aspoň přibližně stálá, že

$$F = 1 - \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp(-D_e \pi^2 n^2 t / a^2), \quad (62)$$

kde D_e je efektivní difúzní koeficient v porézní kulové částici a n je přirozené číslo. Z počítaných hodnot $D_e t / a^2$ jako funkce t a poloměru částice a lze vypočítat D_e pro naměřené hodnoty F .

Při experimentálním uspořádání pro difúzi se stálým koncentračním gradientem lze hodnotu D_p určit z difúzní rovnice (1); koncentrační gradient je známý a převedené množství iontu q za čas t se zjistí analyticky. Pro difúzi s časově proměnným koncentračním gradientem lze použít některého z řešení difúzní rovnice (3), jež byla uvedena v předchozím.

Lindstrom et al. (1968) stanovili D_p přímo z rovnice (3). Náhradou parciálních derivací jejich konečnými diferenčními analogy a po úpravě dostali vztah

$$D_p = \frac{\Delta x^2}{\Delta t} \left\{ \frac{c_j^{n+1} - c_j^n}{c_{j+1}^n - 2c_j^n + c_{j-1}^n} \right\}, \quad (63)$$

v němž index j značí prostorový interval a n časový interval. Experiment se provede dvojmo, po čas $t_1 = n \Delta t$, $n = 1, 2, 3$ a po čas $t_2 = (n + 1) \Delta t$ a stanoví se profilové křivky. Zvolí se tři body na křivce pro $t_1 = n \Delta t$ a jeden bod na křivce $t_2 = (n + 1) \Delta t$. Užitím rovnice (63) a malých přírůstků Δt a Δx lze vypočítat D_p .

Mokady a Low (1966) použili elektrochemické metody, měření aktivity (Na^+) kationtovou a Ag-AgCl elektrodovou ve dvou pastách jílů s různou koncentrací NaCl (LiCl). Iontové pohyblivosti byly vypočteny z vodivosti past a převodových čísel; difúzní koeficienty solí byly pak vypočítány z Nernstovy rovnice. Dospěli ke vztahu pro iontový tok

$$Q_{12} = -A\beta R T \frac{\bar{\lambda}_1 \bar{\lambda}_2 (\bar{c}_1 + \bar{c}_2)}{(\bar{c}_1 \bar{\lambda}_1 + \bar{c}_2 \bar{\lambda}_2)} \cdot \frac{dc_{12}}{dx}, \quad (64)$$

jež srovnán s prvním Fickovým zákonem (1) dává výraz pro difúzní koeficient

$$D_{12} = \beta R T \frac{\bar{\lambda}_1 \bar{\lambda}_2 (\bar{c}_1 + \bar{c}_2)}{(\bar{c}_1 \bar{\lambda}_1 + \bar{c}_2 \bar{\lambda}_2)}. \quad (65)$$

Protože dále $\bar{\lambda}_i = U_i / \beta z_i F$ (U je pohyblivost iontu), platí i

$$D_{12} = -\frac{RT}{zF} \cdot \frac{U_1 U_2 (c_1 + c_2)}{(\bar{c}_1 U_1 - \bar{c}_2 U_2)}, \quad (66)$$

kde U_1 je kladné a U_2 je záporné. Obě poslední rovnice (65, 66) jsou tvary Nernstovy rovnice.

Voda odebíraná kořínky rostlin způsobuje tok roztoku ke kořínku, takže může docházet i k akumulaci iontu na jeho povrchu. Je-li odběr iontu vyšší než přívod tokem, pak rozhoduje o zásobování tímto iontem difúze.

Barber (1962) navrhl lineární model pro pohyb iontu ke kořínku, odvozený z rovnice (1):

$$Q = D_r \cdot \frac{dc_r}{dx} + D_a \cdot \frac{dc_a}{dx} + c_r \cdot v + b, \quad (67)$$

kde indexy r a a označují roztok a povrch pevné fáze, v je rychlost toku roztoku ke kořínku a b je kapacitní faktor, charakterizující doplňování iontu v roztoku ze sorpčního komplexu. První člen čtyřčlenu vyjadřuje difúzi iontů v roztoku, druhý difúzi na povrchu pevné fáze, třetí pohyb iontů s roztokem a čtvrtý doplňování jejich koncentrace v roztoku desorpce z pevné fáze.

Olsen et al. (1962) uvádějí řešení difúzní rovnice pro dvě zjednodušené sady hraničních podmínek. Pro případ, kdy rychlost odběru je limitována rychlostí transportu iontu ke kořínku a klesá s časem, tedy pro konstantní koncentraci na jeho povrchu, má difúzní rovnice tvar

$$\frac{dq}{dt} = \frac{D_p(c_o - c_p)}{a} \left[(\pi T)^{-\frac{1}{2}} + \frac{1}{2} - \frac{1}{4} \left(\frac{T}{\pi} \right)^{-\frac{1}{2}} + \frac{1}{8} T \dots \right], \quad (68)$$

kde $T = D_p t / ba^2$, $dt = (a^2 b / D_p) dT$, a je poloměr kořínku, b je kapacitní faktor, c_o je počáteční koncentrace v roztoku a c_p je počáteční koncentrace na povrchu kořínku. Integrací a pro chybu $< 3\%$, pro $T \leq 1$ se obdrží rovnice pro odběr Q jednotkovou plochou

$$Q \doteq ab(c_o - c_p) \left(2\pi^{-\frac{1}{2}} T^{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2} T \right), \quad (69)$$

z níž při známých hodnotách Q , t , a , b , c_o a D_p lze vypočítat koncentraci iontu při povrchu kořínku c_p . Touto metodou autoři zjistili, že většina fosforu, přijatého během prvních deseti dnů, pochází z okruhu 1 mm kolem povrchu kořínku.

Při zjišťování závislosti difúze a rychlosti odběru fosforu kořínky na textuře půdy zjistili Olsen a Watanabe (1963), že rychlost odběru byla úměrná $D_p b$ a že byla z jílovité půdy trojnásobná oproti písčité půdě při stejné koncentraci roztoku.

Koncentraci roztoku iontu při povrchu kořínku a v různých vzdálenostech od něho lze vypočítat ze vztahu

$$\frac{c_o - c_p}{aq} - D_p = 2(a/r)^{\frac{1}{2}} T^{\frac{1}{2}} \left[i \operatorname{erfc} \frac{r-a}{2a\sqrt{T}} - \frac{3r+a}{4r} T^{\frac{1}{2}} \cdot i \operatorname{erfc} \frac{r-a}{2a\sqrt{T}} \dots \right] \quad (70)$$

v němž i erfc jsou integrované komplementy chybových funkcí.

Lewis a Quirk (1965) zjistili při užití rovnice (55), že pro jimi uvažovaný ideální modelový systém by difúze sama byla s to dodávat fosforečnan odebíraný kořínkem rostliny. Difuzivita byla velmi malá — $2 \cdot 10^{-10}$ až $4 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$.

Difúze kationtů dovnitř a ven z krystalických částic je jedním z významných činitelů iontové výměny. V případě vodíkového iontu dochází po jeho difúzi a adsorpci k jeho záměně za tetraedrový Al^{3+} nebo oktaedrový Al^{3+} , Mg^{2+} apod. Difúze se tak význačně podílí na zvětrávání alumosilikátů, uplatňuje se např. při přeměně struktury slídy na strukturu vermikulitu a opačně (Barshad 1964). Výměna adsorbovaného vodíkového iontu, uskutečňovaná přes difúzi, určuje charakter půdní kyselosti, poměr výměnného Ca^{2+} a Mg^{2+} a povahu tvorby jílu. Zvětrávání a rozklad silikátů pokračuje za první

stadium hydrolýzy difúzí adsorbovaného iontu vodíku a jeho opakovanou výměnou, jež vede až k úplnému vymizení alkalicko-zeminných a alkalických kationtů z krystalu silikátu.

Farr et al. (1970) měřili rychlost difúze vodíkového iontu z půdy do roztoku o pH 5,2. Výsledný difúzní koeficient D_p vyjádřili jako funkci množství Q vodíku, jež prošlo rozhraním o jednotkové ploše za čas t

$$|Q = 2(c - c^*) \sqrt{D_p t / \pi}, \quad (71)$$

což je vztah v podstatě totožný s (34); c^* je konstantní koncentrace iontu vodíku na rozhraní a c je původní koncentrace v jednotkovém objemu půdy. Difúzní koeficient D_p iontu H^+ byl v rozmezí $3-8 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$ podle jeho koncentrace v roztoku, kde je D_H rovno $8,28 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$. Koeficient vzájemné difúze iontů vodíku a vápníku byl vypočítán podle vzorce (29).

Kapalná fáze se ve skutečnosti pohybuje vůči pevné fázi v důsledku tlakových gradientů, elektrických potenciálových gradientů a gradientů osmotického tlaku. Kationty jsou působením povrchů pevných částic více brzděny než anionty, které se v důsledku negativní adsorpce pohybují spíše v centrálních částech pórů. Osmotický tok vyvolává při nízké koncentraci roztoku proudový potenciál, jenž ovlivňuje pohyb iontů.

Kemper a van Shaik (1966) uvádějí, že skutečný tlakový gradient vzniká tehdy, jestliže pevné částice omezují pohyb rozpuštěné soli více než voda. U vrstvy jílové pasty, syčené Na^+ s koncentracemi 0,003 n a 0,055 n naměřili potenciálový rozdíl $-140 \cdot 10^{-6}$ elektrostatických jednotek oproti vypočtené hodnotě $-224 \cdot 10^{-6}$. Diferenci vysvětlili osmotickým viskozním tlakem. Potenciálový rozdíl vypočetli jako algebraický součet Donnanových potenciálů $[(kT/ze) \ln(a_V - a_N)]$, kde a_V a a_N jsou aktivity solí v roztoku na straně jílové pasty s vysokou (V) a nízkou (N) koncentrací. Potenciálový rozdíl mezi oběma stranami je analogicky $\Psi_V - \Psi_N$ a celkový potenciál je

$$\Psi_{V_b} - \Psi_{N_b} = \Psi_V - \Psi_N - \frac{kT}{ze} \ln \frac{a_V}{a_N}. \quad (72)$$

Přes značný převod iontů (zvláště kationtů) v důsledku výše zmíněných vlivů, které vedou k nelineárnímu koncentračnímu gradientu, jsou změny D_p podle obou autorů malé, zpravidla pod 25 %, takže v praktických aplikacích lze difúzní koeficient D_p považovat za konstantní.

POKLES VYSOKÉ KONCENTRACE IONTŮ KOLEM GRANULE HNOJIVA DIFÚZÍ DO OKOLNÍ PŮDY

Některé ionty vyvolávají při vysoké koncentraci v půdním roztoku změny půdních silikátů, zvláště pak jílových nerostů. Vodíkový iont difunduje do jejich krystalové mřížky, isomorfně nahraňuje její ionty, pro svůj malý rozměr snižuje přitažlivé síly v mřížce, jež se pak snadno hydrolyticky rozrušuje. Fosforečnanové ionty způsobují tzv. fosfatolýzu (desilikaci) jílových alumosilikátů tím, že s oktaedricky vázanými ionty hliníku a železa vytvářejí nerozpustné fosfáty a fosfosilikáty. Draselný iont je fixován v hexagonální dutině mezi atomy kyslíku sousedních šesti Si — tetraedrů ve struktuře vrstevnatých alumosilikátů pro přibližně stejný rozměr s ní, čímž se mění koheze mezi základními trojvrstevy.

Při vnesení velmi vysoké dávky průmyslového hnojiva do půdy vzniká v nejbližším okolí granulí hnojiva vysoká koncentrace půdního roztoku difúzí iontů živin z granulí. Vysoká koncentrace půdního roztoku při povrchu granulí by mohla vyvolávat změny v půdních silikátech při dostatečně dlouho trvajícím působení. Snižuje se difúzí v kapilární vodě a pohybem kapilární vody do okolní půdy. Pro jednoduchost uvažujme pouze

difúzi draslíku ze sféry nasyceného roztoku, jež se vytvoří v nejbližším okolí granulí a posuďme rychlost poklesu jeho koncentrace.

Měřením objemu a vážením tisíce granulí čs. kombinovaného hnojiva NPK 3a známého chemického složení byly získány výchozí údaje: Obsah draslíku v granulí průměrné velikosti je 0,1 mg-iontu; pro jeho efektivní difuzivitu bylo užito hodnoty zjištěné Hustedem a Lowem (1954) — $D_p = 0,74 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$. Pro θ jsme zvolili hodnotu 0,34, odpovídající hlinité půdě v dobrém fyzikálním stavu, kapilárně nasycené vodou. Objem sféry nasyceného roztoku s $c_s = 3,75 \text{ m}$ (pro KCl) s uvažováním θ , včetně objemu granule, je 0,041 cm^3 ; tloušťka kulové vrstvy s nasyceným roztokem s uvažováním θ je 0,74 mm, podíl objemu půdy s velmi vysokou počáteční koncentrací $c = c_s$ na celkovém objemu ornice je přibližně 0,1 % při dávce hnojiva 1 tuna/ha.

Nejobecnější tvar difúzní rovnice pro difúzi v trojrozměrném prostoru je (Timofejev 1962)

$$\frac{\partial(a+c)}{\partial t} = D_x \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + D_z \frac{\partial^2 c}{\partial z^2}, \quad (73)$$

kde D_x, D_y, D_z jsou difúzní koeficienty, $\partial c / \partial x, \partial c / \partial y, \partial c / \partial z$ jsou koncentrační gradienty ve směru tří os x, y, z ; ∂c je změna c ve volném roztoku, ∂a je změna adsorbovaného množství. V isotropním prostředí se rovnice (73) zjednoduší na

$$\frac{\partial(a+c)}{\partial t} = D \nabla^2 c, \quad [\text{viz (57)}] \quad (74)$$

kde ∇^2 je Laplaceův operátor. V případě lineární adsorpční isothermy lze z rovnice (74) vyloučit a (jež je funkcí c), takže dostává tvar

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{D}{1 + \Gamma} \nabla^2 c, \quad (75)$$

kde Γ je Henry-ho koeficient isothermy $a = \Gamma \cdot c$.

Pro difúzi do homogenní koule lze difúzní rovnici vyjádřit též pomocí radius — vektoru r jako

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D' \left(\frac{\partial^2 c}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial c}{\partial r} \right). \quad (76)$$

Pro počáteční a hraniční podmínky $c(R, t) = c_s; c(r, 0) = 0; \frac{\partial c(0, t)}{\partial r} = 0$, kde R je poloměr koule, má (76) řešení

$$\frac{c}{c_s} = 1 - \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \cdot \frac{1}{n} \cdot \frac{R}{r} \sin n\pi \frac{r}{R} e^{-n^2 \tau}, \quad (77)$$

kde $\tau = \pi^2 D_p t / R^2$.

Průměrná koncentrace $\bar{c}$ v kouli poloměru R je při difúzi dovnitř

$$\bar{c} = c_s \left[1 - \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp(-n^2 \tau) \right], \quad (78)$$

při difúzi ven pak

$$\bar{c} = c_s \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp(-n^2 \tau). \quad (79)$$

V případě difúze z malého a stálého objemu je

$$\bar{c} = c_s \left[1 - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{6\lambda(1+\lambda)}{9(1+\lambda)^2 q_n^2} \cdot \exp\left(-\frac{q_n^2 D_p t}{R^2}\right) \right], \quad (80)$$

kde $\lambda = 3V_F/4(1 + I')\pi R^3$ a q_n jsou kořeny charakteristické rovnice

$$\operatorname{tg} q = \frac{3q}{3 + \lambda q^2},$$

jež jsou tabelovány.

V našem případě, kdy používáme řady zjednodušení, postačí menší přesnost; proto místo rovnice (80), respektive její obměny pro difúzi ven z koule, jejíž užití by bylo oprávněnější, jsme použili rovnice (79), a to jen jejího prvního členu s $n = 1$. Zanedbání dalších členů snižuje vypočtený čas t asi o 7,5 %. Výsledek je shrnut v následující tabulce, jež ukazuje rychlost poklesu průměrné koncentrace K^+ s časem na povrchu granule:

$\bar{c}$	c_s	1,0m	0,1m	0,01m	0,001m
t	0	50 min.	3 hod. 9 min.	5 hod. 29 min.	7 hod. 48 min.

Údaje o difuzivitě D_p ostatních iontů, jež difundují z granulí hnojiv do půdy, zjištěné různými autory, činí spolu s výše uvedenými údaji oprávněným předpoklad, že ani při velmi vysokých dávkách hnojiv nemůže dojít k analyticky zjištěným změnám v půdních silikátech působením vysoké koncentrace iontů. Tato je jednak omezena na příliš malý podíl z celkového objemu půdy — jenom asi 0,1 %, jednak i v něm rychle klesá.

Literatura

- ANDERSON D. M., BROWN R. L., BUOL S. W., 1967, Diffusion of dyes, eosin yellowish, bromphenol blue, and naphtol green bluish in water adsorbed by montmorillonite. *Soil Sci.* 103 : 281-287.
- BARBER S. A., 1962, A diffusion and mass-flow concept of soil nutrient availability. *Soil Sci.* 93 : 39-49.
- BARSHAD I., 1964, Chemistry of soil development. In: Bear F. E. (ed.), *Chemistry of the soil*. Reinhold Publ. Co., New York.
- BOYD G. E., MYERS L. S., ADAMSON A. W., 1947, The exchange adsorption of ions from aqueous solutions by organic zeolites. II. Kinetics. *J. Amer. Chem. Soc.* 69 : 2836-48.
- BRDIČKA R., 1952, *Základy fyzikální chemie*. PN Praha, pp. 220-224.
- CARSLAW H. S., JAEGER J. C., 1959, *Conduction of heat in solids*. Oxford.
- CRANK J., 1956, *The mathematics of diffusion*. Oxford Univ. Press.
- FARR E., VAIDYANATHAN L. V., NYE P. H., 1970, The measurement and mechanism of ion diffusion in soils. V. Diffusion of hydrogen ion in soil. *J. Soil Sci.* 21 : 1-14.
- HANKS R. J., BOWER S. A., 1963, Two-dimensional electric simulator for non-steady state soil moisture flow. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 27 : 240-241.
- HUSTED R. F., LOW P. F., 1954, Ion diffusion in bentonite. *Soil Sci.* 77 : 343-353.
- KEMPER W. D., MAASLAND D. E. L., PORTER L. K., 1964, Mobility of water adjacent to mineral surfaces. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 28 : 164-167.
- KEMPER W. D., VAN SHAIK J. C., 1966, Diffusion of salts in soil — water systems. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 30 : 534-540.

- KLUTE A., LETEY J., 1958, The dependence of ionic diffusion on the moisture content of nonadsorbing porous media. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 22 : 213-215.
- LAGERWERFF J. V., 1965, Multiple-rate effect in ion transfer. *Soil Sci.* 100 : 25-33.
- LEWIS D. G., QUIRK J. P., 1965, Diffusion of phosphate to plant roots. *Nature* 205 : 765-766.
- LINDSTROM F. T., BOERSMA L., GARDINER H., 1968, 2,4-D diffusion in saturated soils: A mathematical theory. *Soil Sci.* 106 : 107-113.
- MOKADY R., LOW P. F., 1966, Electrochemical determination of diffusion coefficients in clay-water systems. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 30 : 438-442.
- MOTT C. J. B., NYE P. H., 1968, Contribution of adsorbed strontium to its self-diffusion in a moisture-saturated soil. *Soil Sci.* 105 : 18-23.
- NAKAYAMA F. S., JACKSON R. D., 1963, Diffusion of tritiated water in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 27 : 255-258.
- NYE P. H., 1966, The measurement and mechanism of ion diffusion in soil. I. The relation between self-diffusion and bulk diffusion. *J. Soil Sci.* 17 : 16-23.
- OLSEN S. R., KEMPER W. D., JACKSON R. D., 1962, Phosphate diffusion to plant roots. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 26 : 222-227.
- OLSEN S. R., WATANABE F. S., 1963, Diffusion of phosphorus as related to soil texture and plant uptake. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 27 : 648-653.
- OLSEN S. R., KEMPER W. D., van SHAIK J. C., 1965, Self-diffusion coefficients of phosphorus in soil measured by transient and steady-state methods. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 29 : 154-158.
- PHILLIPS R. E., BROWN D. A., 1965, Ion diffusion. III. The effect of soil compaction on self-diffusion of Rb^{86} and Sr^{89} . *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 29 : 657-661.
- REKTORYS K. (ed.), 1963, Přehled užité matematiky. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.
- ROMKENS M. J. M., BRUCE R. R., 1964, Nitrate diffusivity in relation to moisture content of non-adsorbing porous media. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 98 : 332-337.
- ROWELL D. L., MARTIN M. W., NYE P. H., 1967, The measurement and mechanism of ion diffusion in soil. III. The effect of moisture content and soil-solution concentration on the self-diffusion of ions in soils. *J. Soil Sci.* 18 : 204-222.
- SCHOFIELD R. K., GRAHAM-BRYCE I. J., 1960, Diffusion of ions in soils. *Nature* 188 : 1048-49.
- TIMOFEEJEV D. P., 1962, Kinetika adsorbceji. Izd. AN SSSR, Moskva.
- TINKER P. B., 1969, A steady-state method for determining diffusion coefficients in soil. *J. Soil Sci.* 20 : 336-345.
- VAIDYANATHAN L. V., NYE P. H., 1970, The measurement and mechanism of ion diffusion in soils. VI. The effect of concentration and moisture content on the counter-diffusion of soil phosphate against chloride ion. *J. Soil Sci.* 21 : 15-27.
- VAIDYANATHAN L. V., TALIBUDEEN O., 1970, Rate processes in the desorption of phosphate from soils by ion exchange resins. *J. Soil Sci.* 21 : 173-183.
- VAN SHAIK J. C., KEMPER W. D., 1966, Chloride diffusion in clay-water systems. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 30 : 22-25.
- VAN SHAIK J. C., KEMPER W. D., OLSEN S. R., 1966, Contribution of adsorbed cations to diffusion in clay-water systems. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 30 : 17-22.
- YOUNGS E. G., GARDNER W. R., 1963, A problem of diffusion in the infinite hollow cylinder. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 27 : 475-476.

Došlo dne 18. 11. 1970

PAVEL L. *Difúze molekul a iontů v půdách a jilech. I. Přehled literatury a některé praktické aspekty.* Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 233-249, 1971.

V práci je podán přehled nejvýznamnějších poznatků o difúzi iontů a molekul sloučenin v půdách a jilech. Na příkladu granulovaného hnojiva NPK 3a je ukázáno, jak se v důsledku difúze draselného iontu rychle snižuje jeho koncentrace v půdě v nejbližším okolí granulí. Pokles vysoké koncentrace je tak rychlý a podíl objemu s počáteční vysokou koncentrací na celkovém objemu tak malý, že ani při extrémní dávce hnojiva nelze předpokládat vznik těch analyticky zjištěných změn půdní hmoty (nebo jejího jílového podílu), jež vysoce koncentrované roztoky některých iontů mohou vyvolávat při dlouhotrvajícím působení.

difúze iontů v půdě; vysoké dávky hnojiv; difúze draslíku z granule

ПАВЕЛ Л. (Сельскохозяйственный институт, Прага). Диффузия молекул и ионов в почвах и илистых почвах. 1. Обзор литературы и некоторые практические аспекты. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 233-249, 1971.

В работе дан обзор самых важных данных о диффузии ионов и молекул соединений в почвах и глинах. На примере гранулированного удобрения АФК показано, как в результате диффузии калийного иона быстро снижается его концентрация в почве в непосредственном окружении гранулы. Понижение высокой концентрации настолько резкое и доля объема с начальной высокой концентрации в общем объеме так мала, что даже при экстремной дозе удобрения нельзя предполагать возникновения тех аналитически определяемых изменений почвенного материала (или доли ила в ней), которые могут вызывать высоко концентрированные растворы некоторых ионов при долговременном действии.

диффузия ионов в почве; высокие дозы удобрений; диффузия калия из гранул

Adresa autora:

Prof. ing. dr. Lubomír P a v e l, DrSc., Vysoká škola zemědělská, Praha - Suchbát

Výběr z nových přírůstků
Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTI
z úseku rostlinná výroba

Uvedené publikace je možno si vypůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

D 58.069

Agroklimatičeskije resursy prirodnyh zon SSSR i ich ispol'zovaniye. Leningrad, Gidrometeorologičeskoye izd. 1970. 157 s. obr. tab. (Pěstování hospodářských rostlin — agroklimatické podmínky — SSSR — sborníky).

C 18.837/14

Ahrotechnične obhruntuvannja prijomiv pidvyščennja vrožajnosti siľsko-hospodarskyh kultur polissja i lisostepu URSR. Materiali konferencii v g. Kyevi. 29. 5.—2. 6. 1967. Kyjiv, Ukraj. s.-hosp. akademija 1969. 200 s. tab. Naukovi praci Vyp. 14. (Pěstování hospodářských rostlin — USSR — sborníky).

E 34.416

Buhaj, S. M. — Horak, N. A.
 Sort i ahrotechnika. Kyjiv, Urožaj 1970. 68 s. 15 tab. (Odrůdy hospodářských rostlin — pěstování — brožury).

D 12.522/264

Idso, S. B.
 A holocoenotic analysis of environmentplant relationships. With special emphasis being given to the calculation of net photosynthesis, transpiration, and sensible heat exchange. St. Paul, Agric. exp. station 1968. 147 s. 23 obr. 6 tab. Technical bulletin 264. (Rostliny — prostředí — vztahy — výzkum).

D 58.493

Fiziologija prisposoblenija i ustojčivosti rastenij pri introdukcii. Novosibirsk. Nauka 1969. 216 s. obr. tab. (Introdukce rostlin — fyziologické otázky — sborníky — SSSR).

C 19.381

Bojko, L. A.
 Biologičeskije osnovy introdukcii rastenij. Leningrad, Nauka 1969. 91 s. 28 obr. 66 tab. (Introdukce rostlin — biologické otázky — příručka).

D 58.569/1968

Biologičeskije osnovy rastenijevodstva. Genetika, selekcija, introdukcija i zaščita sel'skochozjajstvennyh rastenij. 1968. Moskva, VINTI 1970. 238 s. tab. (Introdukce rostlin — SSSR — výzkum / Brambory — jakost — herbicidy — vliv — výzkum).

D 58.033/2

Hoffmann, W. — Mudra, A. — Plarre, W.
 Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Bd. 2. Spezieller Teil. Berlin, P. Parey 1970. 442 s. 112 obr. 87 tab. (Šlechtění rostlin — příručky).

PŘÍSPĚVEK K OTÁZCE STANOVENÍ DIFÚZNÍHO KOEFICIENTU METODOU HORIZONTÁLNÍ INFILTRACE

H. DAMAŠKOVÁ

DAMAŠKOVÁ H. (Research Institutes of Crop Production, Institute of Soil Science, Praha - Ruzyně). *A Contribution to the Question of the Determination of the Diffusion Coefficient by Method of Horizontal Infiltration*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 251-260, 1971.

The horizontal infiltration method in solving the problems of soil moisture movement in an unsaturated medium, based on the presumptions of the diffusion theory, proved applicable to the negative pressure values up to -30 centimetres of H₂O. At further increase the boundary conditions of the solution would not be fulfilled. For the given negative pressures the validity of the Boltzman transformation was experimentally proved. Samples of loess materials from Brázdim and Ostrov modified to melkozem were tested. It was measured that the higher (lower) value of porosity (mass volume) means the higher (lower) the value of diffusion coefficient, within the whole moisture range considered, that is from the moisture of air-dried soil, to the moisture almost reaching the value of full saturation. The experimental technology has been applied in a most precise manner which is proved by the graphs of the dependence of moisture, as a $x t^{-1/2}$, that is $\lambda = \lambda(w)$, $\lambda = x t^{-1/2}$ function. The nonsingle valued function $D(w)$ found at different values of the negative pressure, cannot be attributed to a chance or to some errors in acquiring the adequate data. This phenomenon should be considered regular. The results obtained in our research, as well as the results reported by other authors indicate that the explanation should be searched for in the study of the energetic relations effecting separate phases of the soil system.

moisture; unsaturated soil medium; horizontal infiltration; Boltzmann transformation; diffusion coefficient

Lektor: prof. dr. ing. V. Kosil, DrSc., VŠZ, Praha

V článku je řešen pohyb vody v zemině nenasycené vodou metodou horizontální infiltrace v izotermních podmínkách. Metoda vychází z aplikace difúzní teorie pro přenos látky (vlhkosti) prostředím (zeminou). Difúzní teorie pro řešení pohybu půdní vlhkosti byla poprvé použita Childsem a Collis-Georgem (1950), dále rozvíjena Brucem a Klutem (1956), Philipem (1957) a ostatními. Podstata teoretické analýzy difúzní teorie spočívá ve způsobu řešení parciální diferenciální rovnice ve tvaru:

$$\frac{\partial w}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[D(w) \frac{\partial w}{\partial x} \right] \quad (1)$$

kde $D(w)$ = difúzní koeficient půdní vlhkosti, uvažovaný jako jednoznačná funkce vlhkosti s rozměrem ($\text{cm}^2 \cdot \text{min}^{-1}$), w = vlhkost, vyjádřená v objemových procentech, x = horizontální vzdálenost od počátku systému (cm), t = čas (min). Vliv zemské tíže se zanedbává. Při uvažování homogenního, po-

loohраниčeného systému proudění platí pro řešení rovnice (1) okrajové podmínky:

$$\begin{aligned} w &= w_i & x > 0 & & t = 0 \\ w &= w_s & x = 0 & & t > 0 \end{aligned} \quad (2)$$

kde w_i — počáteční vlhkost zeminy, jednotná po celé délce systému na počátku přenosu vlhkosti, $x > 0$, v čase $t = 0$; vlhkost w_s je dosažena v čase $t > 0$, v poloze $x = 0$ voleného souřadnicového systému. Použitím Boltzmannovy transformace, podle Cranka (1956), lze převést rovnici (1) na obyčejnou diferenciální rovnici tak, že vlhkost w se vyjádří jako funkce jedné proměnné λ , $\lambda = \lambda(w)$, pak platí:

$$\lambda = xt^{-\frac{1}{2}} \quad (3)$$

Zavedením rovnice (3) do rovnice (1) obdržíme výsledný vztah pro výpočet difúzního koeficientu:

$$D = - \frac{1}{2t} \int_{w_i}^{w_s} x \, dw \quad (4)$$

Obecná difúzní rovnice (1) splňuje Darcyho zákon pro pohyb vlhkosti v nenasyčeném prostředí. Budeme řešit úlohu difúzního pohybu vlhkosti, který nastane při vzniku gradientu vlhkosti v izotermních podmínkách podle shora uvedených vztahů. Současně bude testována reprodukovatelnost teorie při uvažování různých hodnot pórovitosti a objemové hmotnosti uměle zhuštěných vzorků jemnozeme.

MATERIÁL A METODY

Byly vybrány sprašové materiály ze dvou míst: Brázdim a Ostrov u Poděbrad. Vzorky spraše Brázdim z hloubky 75–80 cm, spraše Ostrov z hloubky 90–95 cm byly upraveny na jemnozeme a pak podrobeny vlastnímu měření. Zrnitostní složení v tabulkách I a II.

Princip metody spočívá v experimentálním vyhodnocení rovnice (4) pro dané okrajové podmínky (2) na základě stanovení křivek rozdělení vlhkosti. Byl sestaven přístroj (obr. 1) který je modifikací přístroje popisovaného Brucem a Klutem (1956). Sestává z infiltračního válce (též zvaného válec zeminy), z vodní zásoby, což je upravená Mariotteova láhev, zajišťující stálý negativní tlak vodního sloupce, z přívodních kohoutů K_1 – K_3 a z gumové zátky s otvory ucpanými vatou. Infiltrační válec Ø 40 mm, délky 300 mm je složen z 25 plexisklových dílků délky 10 mm, spojených čtyřmi šrouby tak, aby vznikla hladká válcová plocha.

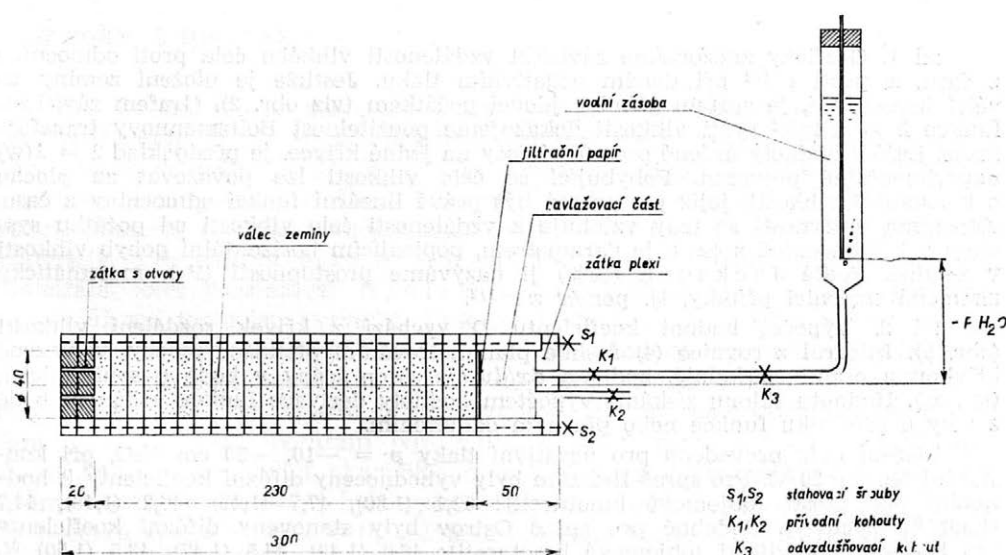
I. Zrnitostní složení. — Grain composition

Materiál Místo	Horizont	Hloubka (cm)	Druh půdy	Obsah kat. %			
				I.	II.	III.	IV.
Spraš Brázdim	Pca	75–80	H	37,7	48	13,9	0,4
Spraš Ostrov	Pca _I	90–95	PH	21,6	6,7	59,6	12,1

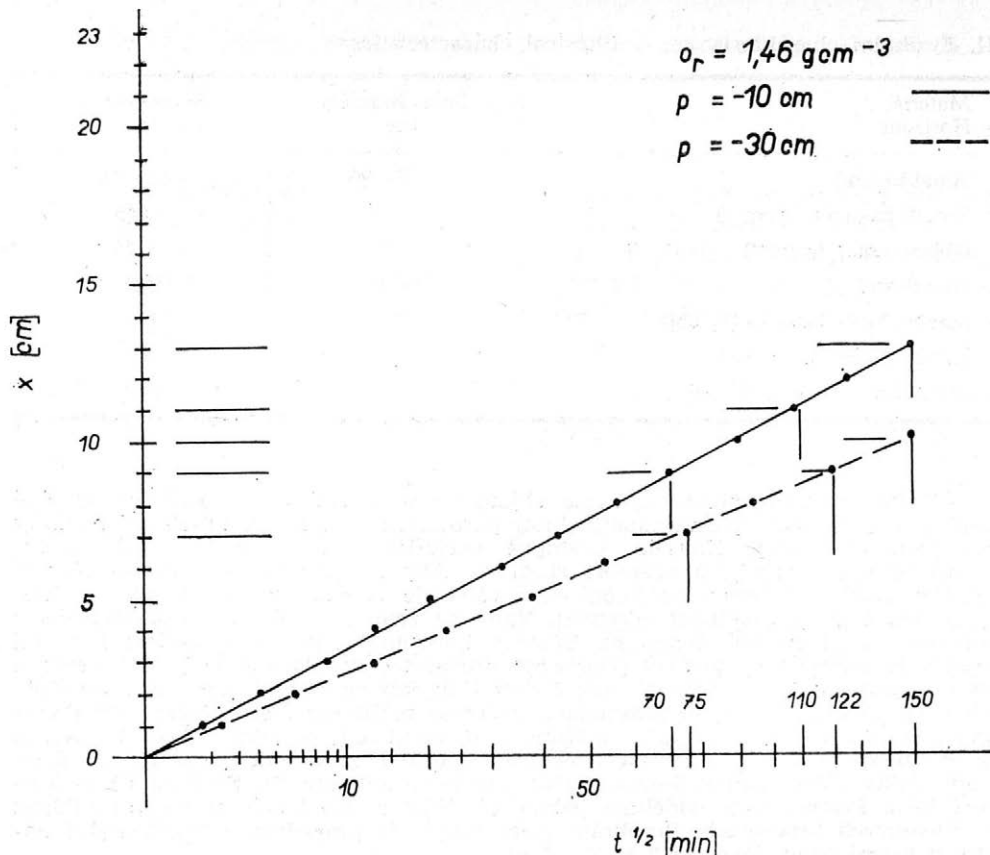
Materiál Horizont	Spraš Brázdim Pca	Spraš Ostrov Pca _I
Hloubka (cm)	75—80	90—95
Specifická hmot. (g cm ⁻³)	2,71	2,65
Objem. hmot. (g cm ⁻³)	1,35	1,45
Pórovitost (%)	50,1	45,3
Maxim. kapil. kapacita (% obj)	37,9	30,5
Kapil. nasáklivost (% obj)	47,1	37,6
Min. vzduš. kapacita (% obj)	12,2	14,8

Postup měření: přesně zjistíme objem válce a vlhkost na vzduchu vyschlé zeminy. Určíme podle požadované hodnoty pórovitosti a objemové hmotnosti navážky pro jednotlivé dílky. Navážky postupně pěchujeme do válce ve svislé poloze a měřítkem kontrolujeme přesnost ztuhnutí. Aby se zajistila homogenita uložení půdních částic i v horní, počáteční části válce, je vhodné prodloužit válec o další dílky, které se po naplnění odříznou. Válec se zeminou zvážíme a zkontrolujeme pórovitost a objemovou hmotnost. Válec v horizontální poloze připojíme k vodní zásobě. K navlažování zeminy použijeme převařenou, destilovanou vodu. Na počátku měření otevřeme kohouty K₁, K₂, K₃; v okamžiku, kdy začne voda vytékat z odvětvovacího kohoutu K₂, tento uzavřeme a začneme měřit čas. Pozorujeme pohyb vlhkosti, respektive vlhkého čela, měříme vzdálenost od počátku vlhčeného konce ($x = 0$) spolu s časem. Vlhkost necháme postupovat asi do poloviny až dvou třetin délky válce zeminy. Potom rychle uzavřeme kohouty K₁, K₃ a ukončíme měření času. Pomocí nože oddělíme jednotlivé dílky a pro každý stanovíme vlhkost v objemových procentech. Rozsebrání válce musí být provedeno v horizontální poloze a nesmí trvat déle než 3 až 5 minut.

Vyhodnocení měření obsahuje: 1. důkaz teoretických předpokladů a podmínek použití difúzní teorie; 2. vlastní výpočet hodnot koeficientu D.



1. Schéma přístroje. — The scheme of the apparatus

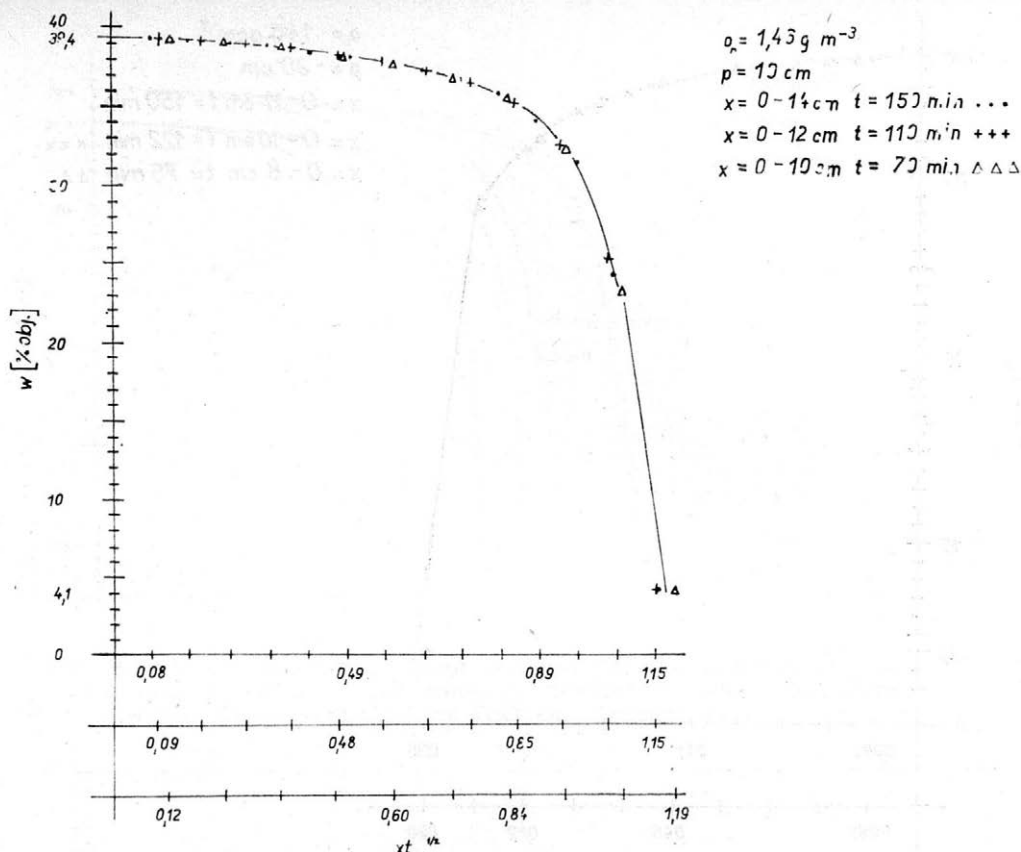


2. Závislost vzdálenosti čela vlhkosti (x) a času ($t^{1/2}$), spraš Brázdim. — The dependence of the wetting front distance (x) and time ($t^{1/2}$), the Brázdim loess

ad 1. Graficky znázorníme závislost vzdálenosti vlhkého čela proti odmocnině z času, x proti $t^{-1/2}$ při daném negativním tlaku. Jestliže je uložení zeminy ve válci homogenní, je grafem přímka, jdoucí počátkem (viz obr. 2). Grafem závislosti funkce $\lambda = x t^{-1/2}$ proti vlhkosti dokazujeme použitelnost Boltzmannovy transformace. Leží-li hodnoty určené pro různé časy na jedné křivce, je předpoklad $\lambda = \lambda(w)$ experimentálně potvrzen. Pohybující se čelo vlhkosti lze považovat za plochu o konstantní vlhkosti, jejíž postup má být právě lineární funkcí odmocniny z času. Konstanta úměrnosti se tedy vztahuje k vzdálenosti čela vlhkosti od počátku systému a k odmocnině z času, je parametrem, popisujícím horizontální pohyb vlhkosti v zemině. Podle Jacksona (1963) ji nazýváme prostupností (P_R), matematicky znamená směrnici přímky, tj. poměr $x t^{-1/2}$.

ad 2. Výpočet hodnot koeficientu D vychází z křivek rozdělení vlhkosti (obr. 5). Integrál z rovnice (4) řešíme planimetrováním příslušné plochy, vymezené křivkou a osami souřadnic, hodnota dx/dw je sklon tečny v bodě o souřadnicích (w_s, x_s). Hodnotu sklonu získáme výpočtem hodnoty derivace funkce v daném bodě z věty o přírůstku funkce nebo přesným odměřením.

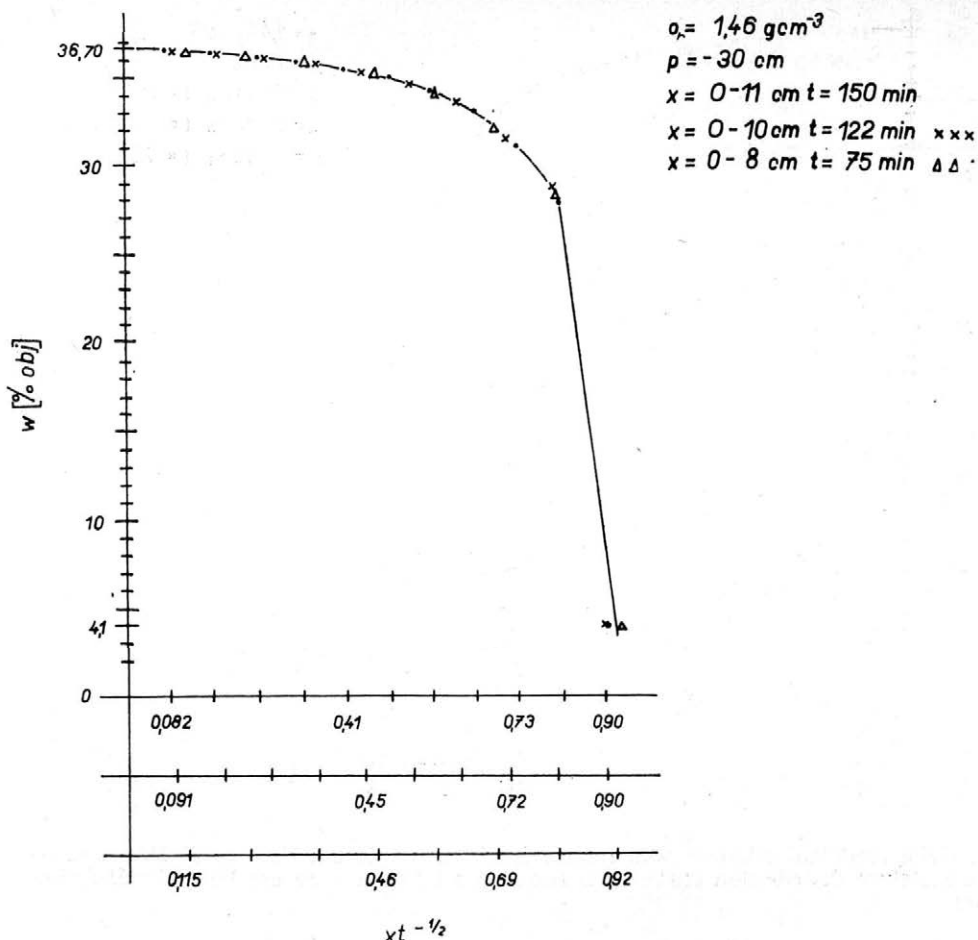
Měření byla provedena pro negativní tlaky $p = -10, -30 \text{ cm H}_2\text{O}$, při konstantní teplotě 20°C . Pro spraš Brázdim byly vyhodnoceny difúzní koeficienty k hodnotám pórovitosti (objemové hmotnosti): 52,1 (1,30), 47,7 (1,42), 46,2 (1,46), 44,7 (1,50) % (g cm^{-3}). Podobně pro spraš Ostrov byly stanoveny difúzní koeficienty pro hodnoty pórovitosti (objemové hmotnosti): 46,0 (1,43), 44,5 (1,47), 43,5 (1,50) % (g cm^{-3}). Navlažování zeminy bylo sledováno ve třech (spraš Brázdim) a ve dvou (spraš Ostrov) časech při daném negativním tlaku a konstantní vlhkosti w_s při $x = 0$.



3. Křivka rozdělení vlhkosti jako funkce $x t^{-1/2}$ pro $-10 \text{ cm H}_2\text{O}$, spraš Brázdim. — The moisture distribution curve as a function $x t^{-1/2}$ for $-10 \text{ cm H}_2\text{O}$, the Brázdim loess

VÝSLEDKY A DISKUSE

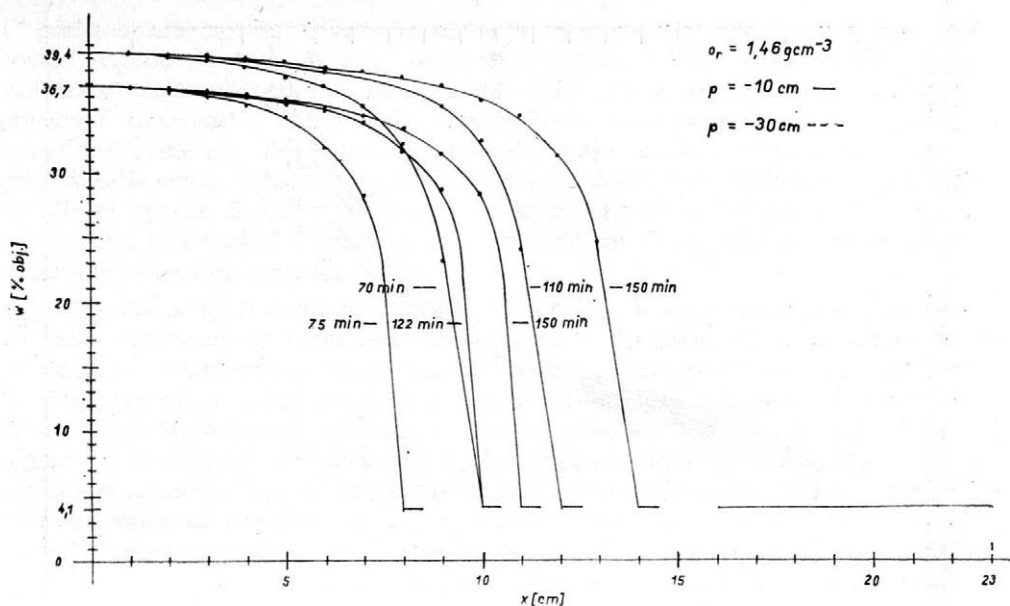
Pro stručnost uvádíme grafy pouze jednoho, typického příkladu vyhodnocení koeficientu D na spraši Brázdim. Soubor všech naměřených výsledků je dán v grafech (obr. 6, 7). Podmínky reprodukovatelnosti difúzní teorie byly experimentálně potvrzeny. Především grafy závislosti x proti $t^{1/2}$ (obr. 2) vykazují linearitu při negativních tlacích -10 , $-30 \text{ cm H}_2\text{O}$ pro oba zkoumané materiály. Při zvýšení tlaku o $-5 \text{ cm H}_2\text{O}$ byla linearita porušena u obou materiálů, totéž konstatoval Nielsen a kol. (1962), ale v rámci experimentu nemůžeme tento jev vysvětlit. Posouzení vlhkosti w jako funkce $x t^{-1/2}$ pro různé časy t prokazují pro každou zvolenou hodnotu pórovitosti (objemové hmotnosti) platnost Boltzmannovy transformace, protože jednotlivé naměřené body (obr. 3, 4) lze proložit jednu plynulou křivku. Malé odchylky od křivky jsou patrné v místě rozhraní postupující vlhkosti mezi zeminou „zvlhčenou“ a „suchou“, odpovídající okamžiku přerušení horizontální infiltrace. Je nutné zdůraznit, že při testování byla splněna okrajová podmínka konstantní vlhkosti na počátku systému při $x = 0$, což také dokazuje zachování konstantní hodnoty negativního tlaku v izotermních podmínkách. Se vzorky spraše Brázdim byla provedena tři jednotlivá měření pro dvě různé hodnoty času, se vzorky spraše



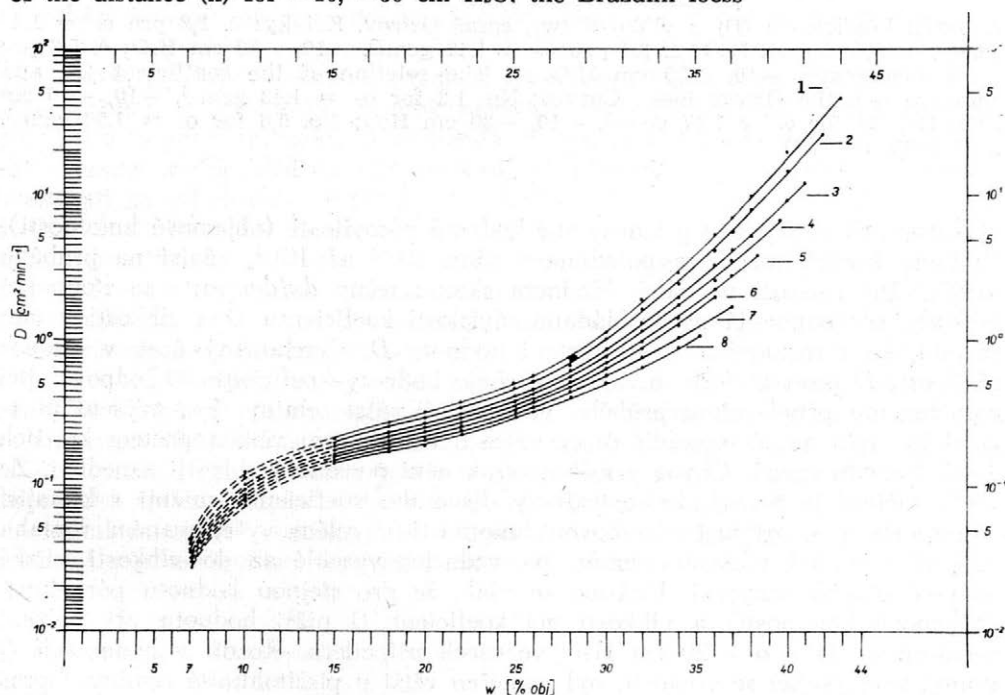
4. Křivka rozdělení vlhkosti jako funkce $x t^{-1/2}$ pro $-30 \text{ cm H}_2\text{O}$, spraš Brázdim. — The moisture distribution curve as a function $x t^{-1/2}$ for $-30 \text{ cm H}_2\text{O}$, the Brázdim loess

Ostrov bylo provedeno totéž pro dvě různé hodnoty času. Doba navlažování zeminy se volila podle dosažené vzdálenosti čela vlhkosti, tj. od třetiny do poloviny délky válce zeminy.

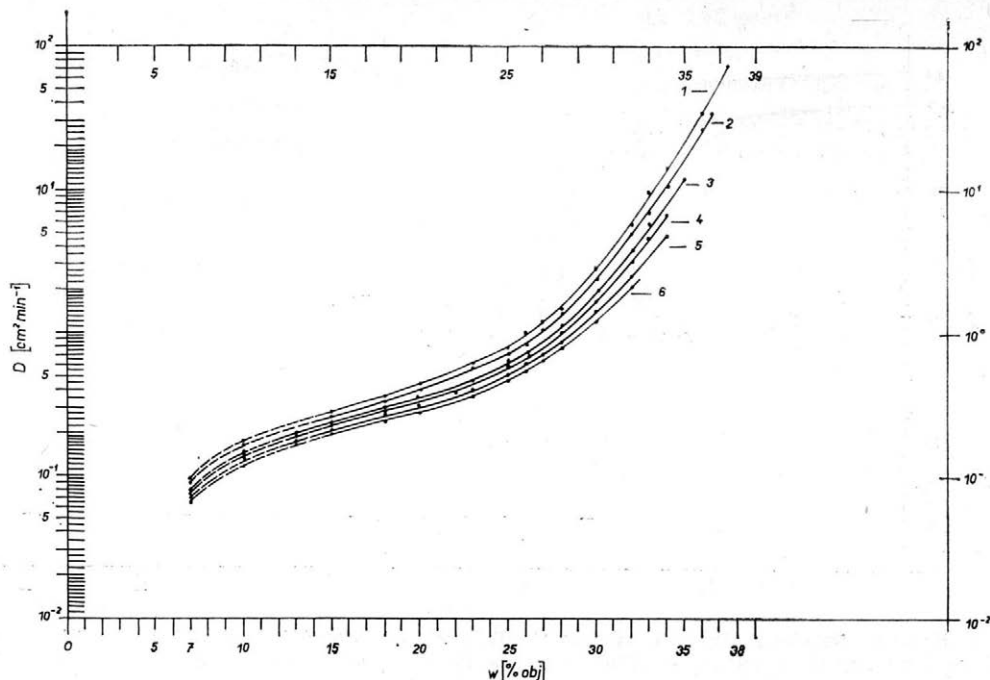
Křivky rozdělení vlhkosti (obr. 5) jsou charakterizovány navzájem podobným tvarem. Ve všech případech vlhkost klesá s rostoucí vzdáleností x . V rámci použité techniky pokusu nebylo možné vyloučit ostré rozhraní vlhkosti mezi zeminou „zvlhčenou“ a „suchou“. Prudký pokles vlhkosti, vyskytující se ve všech grafech, znamená změnu vlhkosti na délku 1 cm, v okamžiku přerušení infiltrace v čase $t > 0$. Proto je závislost v tomto úseku přímková. Další průběh změn vlhkosti w vzhledem k vzdálenosti x není důležitý, nepřesahuje hodnotu tisíciny procenta vlhkosti, proto závislost za ostrým rozhraním ve vlhkosti pokračuje dále jako přímka, rovnoběžná s horizontální souřadnicí až do hodnoty, představující konečnou délku infiltračního válce. Z křivek rozdělení vlhkosti byly stanoveny koeficienty D a zobrazeny ve společných grafech (obr. 6, 7) podle Mrázkové (1969). Bylo zjištěno, že pro daný negativní tlak je koeficient D jednoznačnou funkcí vlhkosti, tudíž, že je možné ztotožnit vypočtené



5. Křivky rozdělení vlhkosti, závislosti vlhkosti (w) a vzdálenosti (x) pro -10 , -30 cm H_2O , spraš Brázdim. — The moisture distribution curves, dependence (w) and of the distance (x) for -10 , -30 cm H_2O , the Brázdim loess



6. Vztah koeficientu (D) a vlhkosti (w), spraš Brázdim. Křivky: č. 1,2 pro $\sigma_r = 1.30 \text{ gcm}^{-3}$, -10 cm H_2O , -30 cm H_2O ; č. 3,4 pro $\sigma_r = 1.42 \text{ gcm}^{-3}$, -10 cm H_2O , -30 cm H_2O ; č. 5,6 pro $\sigma_r = 1.46 \text{ gcm}^{-3}$, -10 , -30 cm H_2O ; č. 7,8 pro $\sigma_r = 1.50 \text{ gcm}^{-3}$, -10 , -30 cm H_2O . — The relation between the coefficient (D) and moisture (w) the Brázdim loess. Curves: No. 1,2 for $\sigma_r = 1.30 \text{ gcm}^{-3}$, -10 cm H_2O , -30 cm H_2O ; No. 3,4 for $\sigma_r = 1.42 \text{ gcm}^{-3}$, -10 cm H_2O , -30 cm H_2O ; No. 5,6 for $\sigma_r = 1.46 \text{ gcm}^{-3}$, -10 , -30 cm H_2O ; No. 7,8 for $\sigma_r = 1.50 \text{ gcm}^{-3}$, -10 , -30 cm H_2O



7. Vztah koeficientu (D) a vlhkosti (w), spraš Ostrov. Křivky: č. 1,2 pro $\sigma_r = 1,43 \text{ gcm}^{-3}$, -10 , $-30 \text{ cm H}_2\text{O}$; č. 3,4 pro $\sigma_r = 1,47 \text{ gcm}^{-3}$, -10 , $-30 \text{ cm H}_2\text{O}$; č. 5,6 pro $\sigma_r = 1,50 \text{ gcm}^{-3}$, -10 , $-30 \text{ cm H}_2\text{O}$. — The relation of the coefficient (D) and moisture (w), the Ostrov loess. Curves: No. 1,2 for $\sigma_r = 1,43 \text{ gcm}^{-3}$, -10 , $-30 \text{ cm H}_2\text{O}$; No. 3,4 for $\sigma_r = 1,47 \text{ gcm}^{-3}$, -10 , $-30 \text{ cm H}_2\text{O}$; No. 5,6 for $\sigma_r = 1,50 \text{ gcm}^{-3}$, -10 , $-30 \text{ cm H}_2\text{O}$

výsledky pro různé časy při neměnné hodnotě pórovitosti (objemové hmotnosti). Hodnota koeficientu D se pohybuje v řádu 10^{-2} až 10^{-1} , závisí na průběhu rozdělování vlhkosti ve válci. Hodnota sklonu tečny dx/dw roste se stoupající vlhkostí, což odpovídá předpokládané závislosti koeficientu D a vlhkosti v tom smyslu, že s rostoucí vlhkostí roste i hodnota D . Čerchovaný úsek v grafech závislosti D proti w (obr. 6, 7) znázorňuje hodnoty koeficientu D , odpovídající naměřenému přímkovému průběhu vlhkosti ve válci zeminy. Pro zvýšení přesnosti by bylo nutné nahradit dílky válce o délce 1 cm větším počtem kratších dílků v tomto úseku. Chyba v měření však není podstatná a lze ji zanedbat. Ze všech měření je patrné, že se hodnoty difúzního koeficientu snižují s klesající pórovitostí a s rostoucí objemovou hmotností v celém vyšetřovaném rozsahu vlhkosti, tzn. od vlhkosti zeminy na vzduchu vyschlé až do vlhkosti blízké hodnotě plného nasycení. Ukázalo se však, že pro stejnou hodnotu pórovitosti (objemové hmotnosti) a vlhkosti má koeficient D nižší hodnotu při zvýšení negativního tlaku o $-20 \text{ cm H}_2\text{O}$ ve všech případech. Rozdíl v hodnotách D stoupá se zvyšující se vlhkostí, byl naměřen větší u písčitohlinité zeminy (spraš Ostrov) než u hlinité zeminy (spraš Brázdim). S klesající (rostoucí) pórovitostí (objemovou hmotností) se rovněž popsany rozdíl snižuje. Naše naměřené rozdíly v hodnotách koeficientu D jsou v rozmezí od 4,5 do 24 %, nepřesahují hodnotu jednoho řádu.

Ve shodě s Jacksonem (1963) bylo zjištěno, že hodnota prostupnosti závisí na zrnitostním složení zeminy, je větší u zemín s hrubší texturou.

U písčitohlinité spraše Ostrov je hodnota prostupnosti vyšší, proto pro navlažování stačilo 10–26 minut, zatímco u hlinité spraše Brázdím byla stejná vzdálenost čela vlhkosti dosažena za 42–240 minut, podle uvažované hodnoty objemové hmotnosti. Vztah hodnot pórovitosti (objemové hmotnosti) je přímo (nepřímě) úměrný. Zvyšování negativního tlaku snižuje prostupnost, což odpovídá celkovému snížení vlhkosti při stejné pórovitosti (objemové hmotnosti). U hlinité spraše Brázdím je hodnota koeficientu D průměrně o 30 až 80 % nižší než u písčitohlinité spraše Ostrov. Koeficient D se mění s vlhkostí rychleji v zemině o hrubší textuře.

Nesouhlas mezi teoreticky předpokládanými a experimentálně dosaženými výsledky dokazuje, že nemůžeme dále usuzovat na jednoznačnost funkce $D(w)$ ve vztahu k negativnímu tlaku (sacímu tlaku). Tento problém není dosud v literatuře vysvětlen a matematicky prokázán. Teoretická analýza pohybu vlhkosti zeminou při horizontální infiltraci neuvažuje působení vzduchu v zemině a v samotném čele vlhkosti. Předpokládá se, že vzduch unikne (otvory v zátce) a v infiltračním systému budou převládat atmosférické podmínky. Matematicky nelze zachytit současné proudění vody a vzduchu. Wilson a Luthin (1963) se pokusili experimentálně vysvětlit tento jev na základě měření objemu vzduchu, opouštějícího válec zeminy, a tlaku vzduchu před postupujícím čelem vlhkosti. Aplikací poznatků těchto autorů můžeme částečně objasnit nejednoznačnost vztahu $D(w)$. Jedním z nedostatků difúzní teorie je předpoklad izotermního přenosu látky. Při zvyšování negativního tlaku vstupuje menší objem vody do zeminy a vychází i menší objem vzduchu, u čela vlhkosti se uvolňuje menší množství tepla, které vyvolává evaporaci z čela vlhkosti. Objemové změny vzduchu jsou také menší, gradient vlhkosti a gradient tlaku vzduchu se rovněž snižují. Pohyb čela vlhkosti se zpomaluje a tudíž hodnota koeficientu D při stejné vlhkosti, ale vyšším negativním tlaku, bude menší. Biggar a Taylor (1960) posuzovali z energetického hlediska vliv velikosti půdních částic, pórovitosti a objemové hmotnosti na pohyb vlhkosti při různých hodnotách negativního tlaku do -50 cm H_2O . Zjistili shodně s našimi výsledky, že se vlhkost pohybuje rychleji v zeminách s hrubší texturou, nižší objemovou hmotností, vyšší pórovitostí a při nižších hodnotách negativního tlaku. Konstatovali, že v systému proudění existují energetické bariéry, k jejichž překonání se uvolňuje energie 1 až 3 kcal/mol vody. Energetické bariéry, bránící postupu vlhkosti, působí na fázovém rozhraní vzduch – voda, se vytvářejí během ovlhčování. Uvolňování energie bylo přibližně stejné při všech teplotách prostředí. V zeminách s jemnější texturou se uvolňuje více energie. To dokazuje pomalejší postup vlhkosti ve vzorkách hlinité spraše Brázdím než u písčitohlinité spraše Ostrov. Dosavadní výsledky popsaného řešení pohybu vody v nenasyceném půdním prostředí metodou horizontální infiltrace ukazují, a to v celosvětovém měřítku, že je nutné se podrobněji zabývat studiem energetických vztahů v půdě.

Literatura

- BIGGAR J. W., TAYLOR S. A., 1960, Some aspects of the kinetics of moisture flow into unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 24 : 81–85.
BRUCE R. R., KLUTE A., 1956, The measurement of soil water diffusivity. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 20 : 458–462.
CHILDS E. C., COLLIS-GEORGE N., 1950, The permeability of porous materials. Proc. Roy. Soc. (London) A. 201 A : 392–405.
CRANK J., 1956, The mathematics of diffusion. Oxford.

- JACKSON R. D., 1963, Porosity and soil water diffusivity relations. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 27 : 123-126.
- MRÁZKOVÁ H. (Damašková), 1969, Stanovení charakteristik pohybu vody v půdě nenasyčené vodou v izotermních podmínkách. Kand. disertace, Praha. ČVUT.
- NIELSEN D. R., BIGGAR J. W., DAVIDSON J. M., 1962, Experimental consideration of diffusion analysis in unsaturated flow problems. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 26 : 107-111.
- WILSON L., LUTHIN J. N., 1963, Effect of air flow ahead of the wetting front on infiltration. Soil Sci. 96 : 136-143.

Došlo dne 10. 7. 1970

DAMAŠKOVÁ H. *Příspěvek k otázce stanovení difúzního koeficientu metodou horizontální infiltrace*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 251-260, 1971.

Metoda horizontální infiltrace pro řešení pohybu vlhkosti v nenasyčeném prostředí, která vychází z předpokladů difúzní teorie, se ukázala jako reprodukovatelná pro hodnoty negativního tlaku do -30 cm H_2O . Další zvýšení tlaku znamenalo nesplnění okrajových podmínek řešení. Pro dané negativní tlaky byla experimentálně dokázána platnost Boltzmannovy transformace. Testovaly se vzorky sprašových materiálů (Brázdim, Ostrov), upravené na jemnozem. Zjistilo se, že hodnota difúzního koeficientu je tím vyšší (nižší), čím vyšší (nižší) je hodnota pórovitosti (objemové hmotnosti) v celém uvažovaném rozsahu vlhkosti, tzn. od vlhkosti zeminy na vzduchu vyschlé až do vlhkosti blízké hodnotě plného nasycení. V rámci použité techniky experimentu byla zachována největší přesnost, což dokazují grafy závislosti vlhkosti jako funkce $xt^{-1/2}$, tj. $\lambda = \lambda(w)$, $\lambda = xt^{-1/2}$. Zjištěnou nejednoznačností vztahu vlhkosti a difúzního koeficientu při různých hodnotách negativního tlaku nelze přičítat náhodě nebo chybám v měření, ale je třeba chápat tento jev za zákonitý. Výsledky naše a jiných autorů ukazují, že jejich zdůvodnění bude třeba hledat ve studiu energetických vztahů, působících mezi jednotlivými fázemi půdního systému.

vlhkost; nenasyčené půdní prostředí; horizontální infiltrace; Boltzmannova transformace; difúzní koeficient

ДАМАШКОВА Г. (Научно-исследовательские институты, Институт почвоведения, Прага-Ружыне). К вопросу определения диффузного коэффициента по методу горизонтальной инфильтрации. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 251-260, 1971.

Метод горизонтальной инфильтрации, составленный для решения движения влаги в ненасыщенной среде, исходящий из диффузной теории, оказался воспроизводимым для величин отрицательного давления до -30 см H_2O . Дальнейшее увеличение давления означало невозможность выполнения крайних условий решения. Для данных отрицательных давлений экспериментально доказано действие преобразования Болтцмана. Были тестированы образцы лесовых материалов (Браздим, Остров), модифицированных в виде мелкозема. Установлено, что величина диффузного коэффициента тем выше (ниже), чем выше (ниже) величина пористости (объемной массы) во всем рассматриваемом объеме влажности, т. е. от влажности высушенного на воздухе грунта до влажности, близкой величине полного насыщения. В рамках техники данного эксперимента была соблюдена максимальная точность, что доказывают диаграммы зависимости влажности как функции $xt^{-1/2}$, т. е. $\lambda = \lambda(w)$, $\lambda = xt^{-1/2}$. Неоднозначность отношения между влажностью и диффузным коэффициентом при разных величинах отрицательного давления нельзя приписывать случайности или ошибочным измерениям, а считать это явление закономерным. Результаты наших опытов и иностранных авторов показывают, что их обоснованность надо искать в энергетических отношениях, действующих между отдельными фазами почвенной системы.

влажность; ненасыщенная среда; горизонтальная инфильтрация; действие преобразования Болтцмана; диффузный коэффициент

Adresa autorky:

Ing. Helena Damašková, CSC., VÚRV, Ústav půdoznalecký, Praha-Ruzyně

TOTAL, MINERAL AND ORGANIC PHOSPHORUS IN A STRUCTURAL SOIL

S. ČERNÁ

ČERNÁ S. (Faculty of Sciences, Charles University, Praha). *Total Mineral and Organic Phosphorus in a Structural Soil*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3): 261-265, 1971.

With regard to the occurrence of phosphorus in soils in different chemical forms, we decided to establish the content of total, organic and mineral phosphorus available to plants in separate fractions of mesoaggregates. The content of total, organic and mineral phosphorus in a structural soil was found to be directly proportional to the specific geometric surface of soil structural aggregates.

Phosphorus; mesoaggregates

Lector: L. Pavel, DrSc., University of Agriculture, Praha-Suchbát

Soil structure as an ecological factor was studied by Tyaghi — Ryadno (1958) who found differences among separate groups of aggregates both in structure and number of microflora and in the content of mineral nitrogen, humus, P_2O_5 and total nitrogen content. The microflora of soil structural aggregates was studied by Seifert (1962) who proved — using a fluorescent microscope — that there is no difference in number of bacteria in separate groups of soil structural aggregates. Seifert (1964) also drew attention to the fact that the intensity of nitrification was highest in the smallest mesoaggregates and decreased as the diameter of aggregates increased.

With regard to the occurrence of phosphorus in different chemical forms we decided apart from the findings already stated to establish the relationship between the content of total, organic and mineral phosphorus available to plants and the specific geometric surface of soil structural aggregates.

MATERIAL AND METHODS

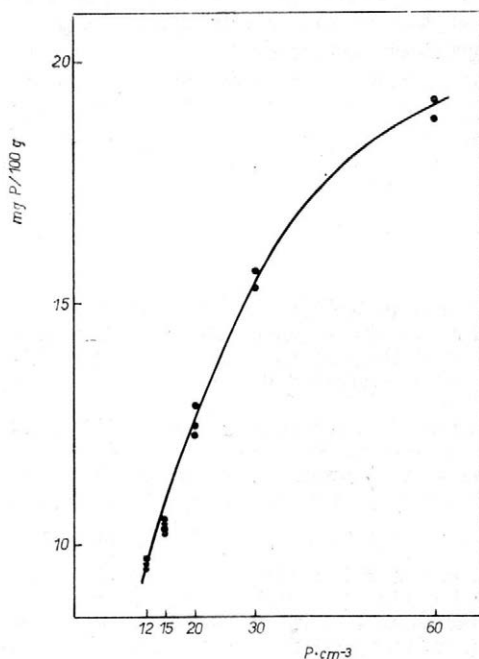
Samples were taken from a rendzina found under *Quercus pubescens* in the Central Bohemian Karst region and were used in the experiments. Sampling was carried out from the 0–10 cm surface layer and the soil was sieved into the following five fractions of different diameter of aggregates: 0.5–1 mm, 1–2 mm, 2–3 mm, 3–4 mm, 4–5 mm.

The surface area of soil structural aggregates is expressed as a geometric surface of spherical particles in cubic cm of soil (P/cm^3). For calculation we assume that separate fractions contain particles of the same diameter (e. g. for the fractions 0.5–1 mm the category of 1 mm particle diameter was used). The values of geometric surface areas were calculated from the general formula $P = \frac{6}{d}$, where d is diameter of particles in cm, P is area in square cm, 6 is a constant for particles of spherical shape the total volume of which is 1 cubic cm. Total phosphorus was determined according to Kaila (1949) after a complete mineralization of soil samples. To 0.5 g soil 1 ml of the mineralization agent was added (i. e. 2 parts of con-

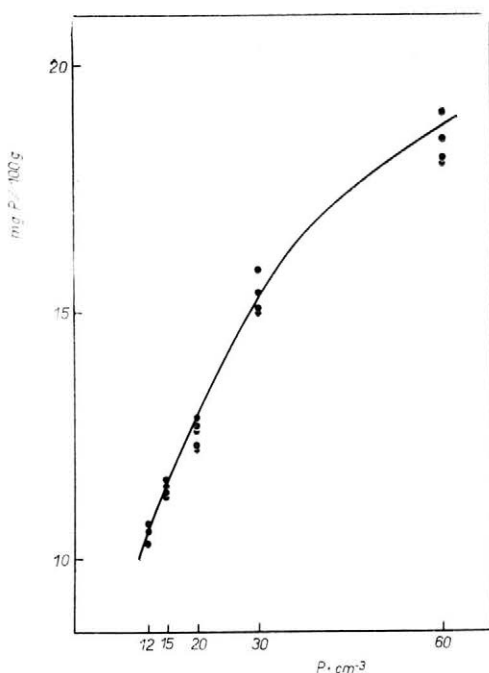
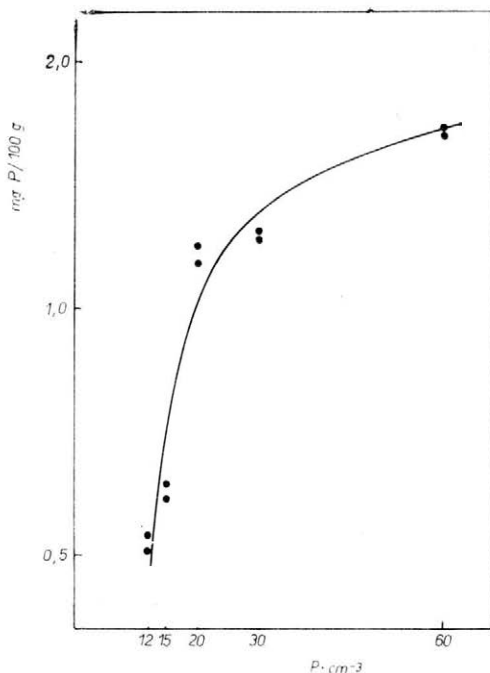
centrated H_2SO_4 and 1 part of 70 % HClO_4) and the mixture was heated on a sand bath until the sample became clear. After cooling 10 ml 1N H_2SO_4 were added and then boiled on a water bath for ten minutes. The extract was filled up to 50 ml and left to sediment overnight. For the determination of phosphorus 0.5 ml extract was used. To determine the inorganically bound phosphorus available to plants we used the extraction by H_2SO_4 . The 2 g of soil were extracted by 25 ml 4N H_2SO_4 during 30 minutes. For phosphorus determination an extract of 0.5 ml was used. The determination was carried out according to Martin and Doty (1949) modified by Hauge et al. (1955) on the basis of phosphorus reaction with molybdenum solution. The yellow colour, which is characteristic of complex compounds of hexamolybdatephosphoric acid, yields — on reductions with SnCl_2 — compounds of blue colour the intensity of which may be measured colorimetrically. The organically bound phosphorus content was determined by means of calculation in terms of difference between total and inorganically bound phosphorus.

RESULTS

The total content in separate soil fractions is directly proportional to the specific geometric surface of the soil structural aggregates. The dependence is illustrated in fig. 1, but at the same time it must be started that 20 % of all experiments exhibited quite irregular breaks of the given course. The irregularity concerned usually only one of the soil aggregate fractions so that the rising course of the curve was approximately maintained in these cases as well. Also content of the mineral phosphorus available to plants (fig. 2) in separate fractions was found to be directly proportional to the specific geometric surface of soil structural aggregates. The above results are extended by the statement that also the content of the organically bound phosphorus (fig. 3) increases with the increasing specific surface of the soil structural particles.



1. The total phosphorus content in separate fractions of structural aggregates. Abscissa — mg phosphorus per 100 g dry-weight soil, ordinata — specific geometric surface of separate fractions of soil structural aggregates. — Obsah celkového fosforu v jednotlivých frakcích půdních strukturních agregátů. Abscisa — mg fosforu na 100 g půdy suché váhy, ordinata — specifický geometrický povrch jednotlivých frakcí půdních strukturních agregátů



2. The mineral phosphorus content in separate fractions of soil structural aggregates. Abscissa — mg phosphorus per 100 g dry-weight soil, ordinata — specific geometric surface of separate fractions of soil structural aggregates. — Obsah minerálního fosforu v jednotlivých frakcích půdních strukturních agregátů. Abscisa — mg fosforu na 100 g půdy suché váhy, ordinata — specifický geometrický povrch jednotlivých frakcí půdních strukturních agregátů

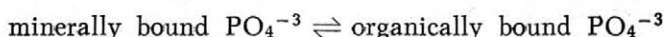
3. The organic phosphorus content in separate fractions of soil structural aggregates. Abscissa — mg phosphorus per 100 g dry-weight soil, ordinata — specific geometric surface of separate fractions of soil structural aggregates. — Obsah organického fosforu v jednotlivých frakcích půdních strukturních agregátů. Abscisa — mg fosforu na 100 g půdy suché váhy, ordinata — specifický geometrický povrch jednotlivých frakcí půdních strukturních agregátů

DISCUSSION

Differences in the total phosphorus content among various groups of mesoaggregates give evidence of the accumulation of phosphoric compounds in aggregates with larger specific geometric surfaces. Considering that the sorption of phosphoric compound in soil is high (Pavel 1959) — our results agree with the general assumption that with the increasing size of aggregates the absorption decreases (Káň 1964) which in our case manifests itself by the content of the total phosphorus with the decreasing size of the specific geometric surface of soil structural aggregates.

The content of mineral and organic phosphorus in soil is subject to biochemical changes which may be roughly divided into two groups. The first is called mineralization during which the splitting of the inorganic phosphorus ion from the organic compounds occurs. Bearing in mind the fact that inorganic phosphorus may become part of the organic molecules, and further on, of biomass, these reactions are included in the second group called immobilization. The

balance between inorganic and organic phosphorus may be expressed in the following scheme:



It follows from the comparison of our results with this scheme that within separate groups of soil structural aggregates there exists a corresponding balance between mineral and organic phosphorus. Differences in the content of total, mineral and organic phosphorus in separate groups of mesoaggregates thus appear to be results of the complex activity of biochemical, physical and ecological factors.

Literature

- HAUGE J. G., KING T. E., CHEDELIN V. H., 1955, Oxidation of dihydroxyacetone via the pentose cycle in *Acetobacter suboxydans*. *Biol. Chem.* 214, 11-26.
KAILA A., 1949, Biological absorption of phosphorus. *Soil Sci.* 68, 279-289.
KÁŠ V., 1964, *Zemědělská mikrobiologie*. Stát. zeměděl. nakl. Praha.
MARTIN J. B., DOTY D. M., 1949, Determination of inorganic phosphate. Modification of isobutylalcohol procedure. *Anal. Chem.* 21, 965-967.
PAVEL L., 1959, Desorbce a fixace fosforečnanových iontů vysokodispersními půdními součástmi a úloha chelátové aktivních látek v procesu desorbce. *Sborník VŠZ - Praha* 1959, 239-256.
SEIFERT J., 1962, The influence of the structural on the number of bacteria and the degree of nitrification. *Folia microbiol.* 7, 234-238.
SEIFERT J., 1964, The effect of the size of soil structural aggregates on the degree of nitrification. The role of aeration. *Folia microbiol.* 9, 347-351.
TYAGNI - RYADNO M. G., 1958, Биологический, физический и химический анализ почвенных агрегатов. *Почвоведение* 12, 56.

Arrived on 9. 4. 1970

ČERNÁ S. *Celkový minerální a organicky vázaný fosfor ve strukturní půdě*. *Rostlinná výroba (Praha)* 17 (3) : 261-265, 1971.

Vzhledem k tomu, že se fosfor v půdě vyskytuje v různých chemických formách, rozhodli jsme se zjistit obsah celkového, organicky vázaného a minerálního fosforu dostupného rostlinám. Uvedené formy fosforu byly stanovovány v různých frakcích půdních mezoagregátů. Zjistili jsme, že obsah celkového, organicky vázaného a minerálního fosforu, který je dostupný rostlinám, je přímo úměrný specifickému geometrickému povrchu půdních strukturních agregátů.

fosfor; půdní mezoagregáty

ЧЕРНА С. (Кафедра физиологии растений Карлова Университета, Прага). Общее содержание фосфора, минеральный и органически связанный фосфор в структурной почве. *Rostlinná výroba (Praha)* 17 (3) : 261-265, 1971.

Ввиду разновидности химических форм, в которых фосфор встречается в почве, мы решили установить его общее содержание, а также содержание органически связанного и минерального, доступного растениям фосфора. Упомянутые его формы определялись в разных фракциях мезоагрегатов почвы. Мы установили, что содержание упомянутых форм фосфора прямо пропорционально специфической геометрической поверхности структурных агрегатов почвы.

фосфор; мезоагрегаты

ČERNÁ S. (Lehrstuhl für Pflanzenphysiologie der Karlsuniversität, Praha). *Gesamter, mineralischer und organisch gebundener Phosphor im Strukturboden*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 261-265, 1971.

Mit Rücksicht darauf, daß Phosphor im Boden in verschiedenen chemischen Formen vorkommt, haben wir uns entschieden den Gehalt des gesamten, organisch gebundenen und mineralischen Phosphors der für Pflanzen aufnehmbar ist, zu ermitteln. Die angeführten Phosphorformen wurden in verschiedenen Fraktionen der Bodenmesoaggregate festgestellt. Wir haben ermittelt, daß der Gehalt an gesamten, für Pflanzen aufnehmbaren, organisch gebundenen und mineralischen Phosphors der spezifischen geometrischen Oberfläche der Strukturaggregate direkt proportional ist.

Phosphor; Bodenmesoaggregate

Adresa autorů:

RNDr. Stanislava Černá, CSc., Katedra fyziologie rostlin UK, Praha 2, Viničná 5

Výběr z nových přírůstků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTI

z úseku rostlinná výroba

Uvedené publikace je možno si vypůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

Kovaľskij, V. V. — Andrianova, G. A. D 58.503
Mikroelementy v počvach SSSR. Moskva, Nauka 1970. 177 s. 31 obr. 38 tab. (Stopové prvky — půda — SSSR — příručky).

C 9.945/20
Fiziologičeskaja roľ mikroelementov u rastenij. Leningrad, Nauka 1970. 220 s. obr. tab. Trudy Botan. inst. im. V. L. Komarova. Vyp. 20. (Stopové prvky — fyziologie rostlin — sborníky).

Wiersum, L. K. D 55.472/60
Soil water content in relation to nutrient uptake by the plant. Haren, Inst. voor bodemvruchtbaarheid 1969. S. 75-89, 3 s. (Živiny — příjem — rostliny — půda — voda — obsah — vztahy — výzkum).

Gollmick, F. — Neubert, P. — Vielemeyer, H. P. D 37.699/8/4
Möglichkeiten und Grenzen der Pflanzenanalyse bei der Ermittlung des Mineralstoffbedarfs landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Berlin, DALW 1970. 83 s. 7 obr. 12 tab. Fortschrittsberichte 8/4. (Hnojení — potřeba — stanovení — rostlinná analýza — použití — studijní zprávy — NDR).

Nielson, R. F. — Christensen, P. D. — Lamborn, R. E. C 2.510/152
Utah fertilizer guide. Logan, Utah Agric. exp. station 1969. 12 s. 2 tab. Circular 152. (Půda — hnojení — potřeba — stanovení).

E 34.372
Fertilizer and their use. A pocket guide for extension officers. 2. edit., revised. Rome, FAO 1970. 54 s. tab. obr. (Hnojení — brožury).

D 58.468
Apomiksis i selekcija. Moskva, Nauka 1970. 329 s. obr. tab. (Šlechtění rostlin — apomoxie — sborníky).

D 58.578
Improving plant protein by nuclear techniques. Proceedings of a symposium on plant protein resources: their improvement through the application of nuclear techniques jointly organized by the IAEA and FAO and held in Vienna, 8.—12. June 1970. Vienna, IAEA 1970. 458 s. obr. tab. (Bílkoviny rostlinné — produkce — mutace indukované — vliv — sborníky — mezinárodní).

O PŘÍSTUPNOSTI DUSÍKU DIMETYLESTERU KYSELINY UREIDOFOSFOREČNÉ PRO PŮDNÍ MIKROBY

Z. AMBROŽ, E. ŠROUBKOVÁ, L. ONDRÁČEK

AMBROŽ Z., ŠROUBKOVÁ E., ONDRÁČEK L.* (University of Agriculture, Brno*, Research Institute for Inorganic Chemistry, Ústí n. L.). *On the Availability of Nitrogen in Dimethylester of Ureidophosphoric Acid for Soil Microbes*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 267-272, 1971.

The effect of the compound tested on the soil microflora was compared in soils and in artificial media with the influence of sec. ammonium phosphate. The compound in the tested concentration of 0.01—0.04 % N has no toxic effect on microflora, though the course of mineralization of its nitrogenous constituent indicates that the availability of a part of its nitrogen is limited. The growth and reproduction of azotobacter is not retarded. The glucose and cellulose decomposition is less intensive when the above-mentioned compound is added than in the case of the addition of an equal amount of nitrogen in ammonium phosphate. This compound's carbon is not available to microbes.

Fertilizers; microbial utilization of nitrogen; mineralization of glucose

Lektor: Prof. dr. ing. Václav Káš, DrSc., VŠZ, Praha

V agrochemii jsou hledány nové látky jako nositelé živin, které by mohly příznivě ovlivnit růst rostlin průnikem do buněk pokud možno nehydrolyzované a v rostlinném organismu by vstupovaly do reakcí s organickými sloučeninami buď přímo, nebo by hydrolyzovaly až po vstupu do rostliny. Tím by mohl být podstatně ovlivněn růst rostlin nejen vlivem reakčního tepla uvolněného při hydrolýze, ale také změnami entropie buňky při probíhajících reakcích (Ondráček, Řezáč, Moudrý, Hampel, Waněk 1970).

Reakce půdní mikroflóry na přítomnost takových látek dodaných do půdy závisí na jejich chemické povaze a přijatelnosti jednotlivých složek, jak bylo prokázáno u trimerního fosfornitridamidu a fosforoxytriimidu (Ambrož, Vágnér, Šroubková, Ondráček, Waněk 1970). V rámci výzkumu agrochemického účinku podobných látek byl testován i vliv dimetylesteru kyseliny ureidofosforečné na půdní mikroflóru, o čemž pojednává předložená práce.

MATERIÁL A METODY

Pro mikrobiologické rozborby byly používány sloučeniny dimetylester kyseliny ureidofosforečné (DUP) a fosforečnan amonný (AP) čistoty p. a. Uvedené látky byly přidávány do zemín a živných půd v koncentracích, odpovídajících dávkování dusíkem v běžných vegetačních pokusech. Zemina, která byla použita v pokusech, byla odebrána z Modlan (okr. Teplice) a měla složení: P_2O_5 (podle Egnéra mg/100 g) 10,9; K_2O (podle Schachtschabela mg/100 g) 22,0; N (podle Pazlera mg/1000 g) 44,0; $CaCO_3$ 1,4 %; pH (KCl) 7,0.

Založení pokusů:

1. Vliv DUP a AP na dynamiku aerobní mikroflóry a dynamiku minerálního dusíku byl sledován v 200 g zeminy, ke které bylo přidáno 0,01; 0,02; 0,04 % N sledovaných látek a po 0,5 g glukózy. Po promíchání byly zeminy vpraveny do skle-

ných krabic s víkem, ovlhčeny 20 ml vody. Inkubace probíhala při 28 °C, vlhkost byla kontrolována vázkově. 0., 2., 4., 7., 10., 16., 30. den byl ve vzorcích zjišťován celkový počet bakterií plotnovou metodou na živné půdě Thorntonově a celkový počet mikromycet na Jensenově živné půdě. V extraktu zeminy 1% K₂SO₄ byly stanovovány nitráty kolorimetrickou metodou pomocí kyseliny fenolsírové. Výsledky byly přepočítávány na 1 g sušiny.

2. Nitrifikovatelnost DUP v tekutém prostředí Winogradského byla stanovena tak, že do 250 ml půdy byly jako zdroje N a P přidávány zkoušené sloučeniny v množství 0,04 % N. Roztoky byly rozděleny po 20 ml do 100 ml Erl. baněk, přidáno 0,3 g CaCO₃ a zaočkováno 0,3 g zeminy. Opakováno 3X. Během inkubace stanovován přírůstek dusitanů kolorimetrickou metodou Griess-Illoswayovou.

3. Působení DUP na růst *Azotobacteria chroococcum* sledováno na agarové živné půdě Ashby-ho v Petriho miskách s přidavkem 0,04 % N zkoušených látek. Kontrolní misky neobsahovaly dusík. Živná půda byla rozlita po 20 ml do P. misek, povrchově naočkována kulturou *Azotobacteria* a inkubována při 28 °C 7 dnů.

4. Vliv DUP a AP na intenzitu oxidace glukózy a stupeň její mineralizace byl zkoušen v zemině s přidavkem 0,04 % N sledovaných látek a 0,25 % glukózy. Kontrolní zemina obsahovala pouze glukózu. Zeminy byly vpraveny do respirometrů s průběžným měřením spotřeby O₂ a sorpcí vytvořeného CO₂. Výsledky byly vyjadřovány v ml spotřebovaného O₂ z celkové navážky zeminy. CO₂ byl stanoven titračně a vyjádřen v mg. Procento mineralizace bylo počítáno z výrazu:

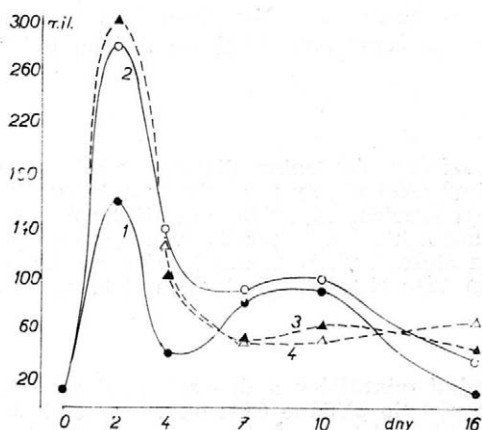
$$\% \text{ mineralizace} = \frac{C \text{ mg (z CO}_2\text{)}}{C \text{ mg glukózy}}$$

5. Vliv DUP na oxidaci celulózy v zemině ve srovnání s AP byl sledován respirometricky po dobu 16 dnů. Kontrolní zemina obsahovala pouze přidavek celulózy.

VÝSLEDKY

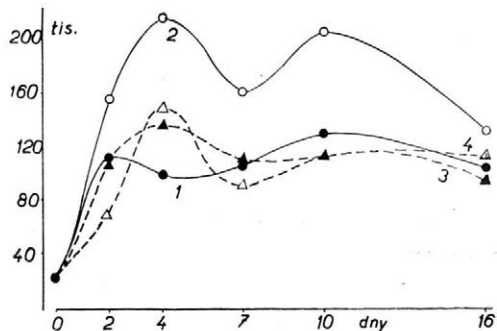
Přidavek DUP k zemině s glukózou (pokus 1) v koncentracích 0,01 — 0,02 % N způsobuje ve srovnání se stejnou koncentrací dusíku AP redukci počtu bakterií, zvláště patrnou v 1. fázi rozkladu glukózy, kdy se objevuje hlavní bakteriální maximum (graf na obr. 1). Koncentrace 0,04 % N DUP se co do účinku na bakterie vyrovnává působením AP. Kolem 10. dne rozkladu se v podmínkách pokusů objevuje v zeminách s přidavkem DUP sekundární maximum počtu bakterií. Mikromycety jsou naopak přidavkem DUP podporovány, křivka jejich namnožení je rovněž dvouvrcholová, jak je vidět na grafu na obr. 2.

Dynamika nitrátového dusíku svědčí o tom, že z DUP je nitrifikováno podstatně méně dusíku než z AP (tabulka I). Rozdíly v hromadění nitrátů



1. Dynamika bakterií v zemině s přidavkem 0,25 % glukózy a 0,01 % N DUP (1); 0,04 % N DUP (2); 0,01 % N AP (3); 0,04 % N AP (4). — The dynamics of bacteria in the soil with the addition of 0.25 % of glucose and 0.01 % of N DUP (1); 0.04 % N DUP (2); 0.01 % of N AP (3); 0.04 % of N AP (4)

2. Dynamika mikromycet v zemině s glukózou, DUP a AP. Označení jako u obr. 1. — The dynamics of micromycetes in the soil with glucose, DUP, and AP. Marked as Figure No. 1



jsou v první fázi velké, postupně se však vyrovnávají, ale i po 1 měsíci inkubace je v zeminách s AP zřetelně vyšší hladina NO_3 .

Nitrifikovatelnost DUP byla ještě ověřována v tekutém prostředí Winogradského (pokus 2). I v tomto případě je ve srovnání s kontrolní řadou hromadění nitritů slabší (tab. II).

I. Vliv dimetylesteru kyseliny ureidofosforečné (DUP) a sek. fosforečnanu amonného (AP) na nahromadění nitrátového dusíku v zemině s přísadkou 0,25 % glukózy (v mg N na 1 g sušiny). — The effect of dimethylester of ureidophosphoric acid (DUP) and of sec. ammonium phosphate (AP) on the nitrate nitrogen accumulation in soil with the addition of 0.25 % glucose (mg N per 1 g dry matter)

Koncentrace	Den odběru	DUP	AP
0,01 % N	2	0,026	0,072
	4	0,040	0,111
	7	0,065	0,129
	10	0,079	0,140
	16	0,104	0,146
	30	0,147	0,158
0,02 % N	2	0,033	0,103
	4	0,055	0,158
	7	0,094	0,237
	10	0,119	0,235
	16	0,145	0,254
	30	0,201	0,254
0,04 % N	2	0,046	0,071
	4	0,078	0,162
	7	0,121	0,269
	10	0,177	0,353
	16	0,236	0,439
	30	0,310	0,456

II. Nitrifikovatelnost dimetylesteru kyseliny ureidofosforečné a síranu amonného v roztoku Winogradského (v gama N — NO_2 na 10 ml roztoku). — The nitrifiability of dimethylester of ureidophosphoric acid and of ammonium sulphate in the Winogradsky solution (gamma N — NO_2 per 10 ml of solution)

	2. den	3. den	4. den	7. den
Dimetylester k. ureidofosf.	2,5	3,8	14,2	174,0
Síran amonný	4,2	4,4	15,0	198,0

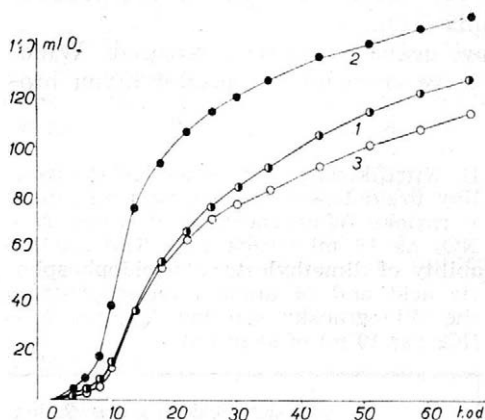
III. Mineralizace glukózy pod vlivem dimetylesteru kyseliny ureidofosforečné a fosforečnanu amonného. — The mineralization of glucose influenced by dimethylester of ureidophosphoric acid and by ammonium phosphate

	Dimetylester k. ureidofosf.	Fosforečnan amonný	Kontrola bez N
mg C (CO_2)	88,2	90,3	81,6
% mineralizace	73,5	75,3	68,0

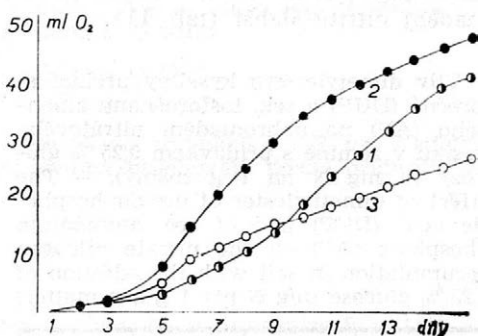
Na Azotobacteria nepůsobí DUP brzdívě. Nebyly pozorovány rozdíly v jeho růstu na kontrolní půdě bez N a na půdách s přidavkem DUP nebo AP. Fixační schopnost nebyla sledována, dá se však předpokládat, že podobně jako u jiných sloučenin obsahujících dusík je i v tomto případě snížena.

Přídavek DUP k zemině s glukózou (pokus 4) způsobuje, jak je patrné z tabulárních výsledků (tab. III) a grafického zpracování (graf na obr. 3), ve srovnání se stejným množstvím dusíku AP snížení rychlosti a stupně oxidace glukózy.

Rovněž spotřeba O_2 při oxidaci celulózy (pokus 5) za přidavku 0,04 % N DUP je nižší než po přidání AP (graf na obr. 4). Ve srovnání s kontrolní zeminou je ale rozklad celulózy intenzivnější.



3. Oxidace glukózy v zemině s přidavkem 0,04 % N DUP (1); 0,04 % N AP (2); kontrola bez přidavku N a P (3). — The oxidation of glucose in soil with the addition of 0,04 % of N DUP (1); 0,04 % of N AP (2); control sample — no N or P added (3)



4. Oxidace celulózy v zemině s přidavkem 0,04 % N DUP (1); 0,04 % N AP (2); kontrola bez přidavku N a P (3). — The oxidation of cellulose in soil with the addition of 0,04 % of N DUP (1); 0,04 % N AP (2); control sample — no N or P added (3)

DISKUSE

Přístupností dusíku pro půdní mikroflóru se dimetyléster kyseliny ureidofosforečné — derivát močoviny — odlišuje od močoviny, ve které je dusík vázán podobným způsobem. Ureidové skupiny nereagují např. s ureázou přímo, tato neovlivňuje hydrolýzu ureidů, reaguje až s močovinou, vzniklou hydrolýzou této sloučeniny.

Z rychlosti mineralizace DUP lze soudit, že využitelnost části jeho dusíkaté složky mikroflórou je snížena. Počáteční reakce mikroflóry, vyjádřená počtem bakterií a množstvím minerálního dusíku z uvedené sloučeniny, je přibližně úměrná mikrobiálním projevům, objevujícím se po přidání poloviční dávky dusíku z fosforečnanu amonného. Silnější nahromadění mikromycet vlivem DUP souvisí pravděpodobně s kyselejší povahou této sloučeniny. Sekundární maximum bakterií při mineralizaci DUP lze vysvětlit určitou adaptací půdní mikroflóry na tuto látku, o čemž svědčí i ubývající rozdíly během nitrifikace DUP a AP.

Rozklad bezdusíkatých organických látek typu glukózy a celulózy probíhá za přidavku DUP méně intenzivně než po přidání stejného množství dusíku fosforečnanu amonného. Vzhledem k tomu, že v kontrolních zeminách bez přidavku N a P byly naměřeny vesměs nižší hodnoty spotřeby O_2 a procento mineralizace glukózy je nižší, nelze považovat účinek DUP na mikroby za toxický.

Poznámka. Práce byla provedena na základě hospodářské smlouvy mezi VŠZ v Brně a VÚACh n. L. v rámci úkolu SAV „Anorganické polymery“.

Literatura

- AMBROŽ Z., VÁGNER M., ŠROUBKOVÁ E., ONDRÁČEK L., WANĚK W., 1970, O vlivu některých dusíko-fosforečných sloučenin s přímou vazbou P-N na půdní mikroflóru. Rostlinná výroba 16, 1970, 6 : 609-614.
ONDRÁČEK L., ŘEZÁČ Z., MOUDRÝ F., HAMPL J., WANĚK W., 1970, Agrochemická účinnost některých dusíko-fosforečných sloučenin s přímou vazbou P-N. Biologia plantarum 12, 1970, 3 : 159-166.

Došlo dne 31. 8. 1970

AMBROŽ Z., ŠROUBKOVÁ E., ONDRÁČEK L.* O přístupnosti dusíku dimethyl-esteru kyseliny ureidofosforečné pro půdní mikroby. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 267-272, 1971.

Účinek testované sloučeniny na půdní mikroflóru byl srovnáván v zeminách i umělých prostředích s působením sek. fosforečnanu amonného. Sloučenina nepůsobí na mikroflóru ve zkoušených koncentracích 0,01—0,04% N toxicky, ale z rychlosti mineralizace její dusíkaté složky lze soudit, že využitelnost části jejího dusíku je snížena. Azotobacter není brzděn v růstu a rozmnožování. Rozklad glukózy a celulózy probíhá za přidavku uvedené sloučeniny méně intenzivně než po přidání stejného množství dusíku fosforečnanu amonného. Uhlík sloučeniny je pro mikroby nepřístupný.

hnojiva; mikrobiální využitelnost dusíku; mineralizace glukózy

АМБРОЖ З., ШРОУБКОВА Э., ОНДРАЧЕК Л.* (Сельскохозяйственный институт Брно, *Научно-исследовательский институт неорганической химии в Усти н. Л.). О доступности азота диметил эфира уреидофосфорной кислоты для почвенных микробов. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 267-272, 1971.

Действие тестированного соединения на микрофлору почвы сравнивалось в грунтах и искусственных средах с действием вторичного аммиачного фосфата. Соединение не оказывает токсического действия на микрофлору в концентрациях 0,01—0,04 % N, но на основе скорости минерализации его азотистого компонента можно заключить, что используемость определенной части его азота понижена. Рост и размножение азотобактера не тормозятся. Разложение глюкозы и целлюлозы под влиянием добавки упомянутого соединения протекает менее интенсивно, чем при добавлении такого же количества азота в форме аммиачного фосфора. Углерод соединения для микробов недоступен.

удобрения; используемость азота микробами; минерализация глюкозы

AMBROŽ Z., ŠROUBKOVÁ E., ONDRÁČEK L. (Forschungsinstitut für anorganische Chemie in Ústí n. L. — Landwirtschaftliche Hochschule in Brno). Über die Zugänglichkeit des Stickstoffs Dimethylester der Ureidophosphorsäure für Bodenmikrobe. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 267-272, 1971.

Die Wirkung der testierten Verbindung auf die Bodenmikroflora wurde in den Erden und künstlichen Milieus mit der Wirkung des sek. Ammoniumphosphats verglichen. Die Verbindung wirkt nicht auf die Mikroflora in den geprüften Konzentrationen 0,01—0,04 % N toxisch, aus der Mineralisierungsgeschwindigkeit ihrer

Stickstoffkomponente kann jedoch geurteilt werden, daß die Ausnutzbarkeit eines Teils deren Stickstoffs herabgesetzt wird. Der Azotobakter wird im Wachstum und in der Vermehrung nicht gehemmt. Die Zersetzung der Glukose und Zellulose verläuft unter Beigabe der angeführten Verbindung weniger intensiv als nach Beigabe derselben Ammoniumphosphatstickstoffmenge. Der Verbindungskohlenstoff ist für Mikroben unzugänglich.

Düngemittel; mikrobielle Stickstoffausnutzbarkeit; Glukosemineralisierung

Adresy autorů:

Doc. ing. Zdeněk Ambrož, CSc., prom. biol. Eva Šroubková, Vysoká škola zemědělská, Brno, Zemědělská 1,
Ing. Ladislav Ondráček, CSc., Výzkumný ústav anorganické chemie, Ústí n. L.

BILANCE ZMĚN PŮDNÍ MINERÁLNÍ SLOŽKY U ČERNOZEMĚ DEGRADOVANÉ

B. BEZVODOVÁ

BEZVODOVÁ B. (Research Institutes of Crop Production, Institute of Soil Science, Praha-Ruzyně). *The Evaluating of Changes in the Mineral Soil Constituent of Degraded Chernozem*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 273-279, 1971.

In the paper a proof is carried out on the formation and vertical motion of clay in the course of the profile development in degraded chernozem which originated on the calcareous loess. New clay occurred mostly as a result of feldspar and mica weathering of the particle-size fractions with coarser grain composition in the upper parts of the profile. The clay motion occurs especially in the upper horizons, and its greatest accumulation can be found in the 1h horizon. The results have been calculated from the losses and increments of the material in each particle-size fraction in relation to parent material. For this calculation the homogeneity parent material is an assumption. The homogeneity has been proved by means of comparing the quartz ratio in the fractions of 0.10—0.05 mm and 0.05—0.01 mm in each horizon.

formation of clay; motion of clay; illimerization; evaluating of profile development

Lektor: prof. dr. ing. L. Pavel, DrSc., VŠZ, Praha

Účelem práce je podat na základě bilance změn půdní minerální složky bližší charakteristiku vývoje půdního profilu černoze degradované.

Ke vzniku půdního profilu dochází působením souboru půdotvorných faktorů. Matečný substrát přitom prodělává změny, jejichž výsledkem je diferenciace profilu na půdní horizonty (Němček 1967). Výsledky půdotvorných procesů je možno dobře sledovat na pleistocenních homogenních substrátech, především na spraších a sprašových hlínách.

Podle Němčka (1964) dochází v černoze k akumulaci humusu, odvápnění, zhnědnutí, tvorbě jílu, jeho posunu a změnám. U černoze typických ještě není patrná zřetelná texturní diferenciace. U černoze degradovaných však již můžeme sledovat iluviální horizont. Koeficient texturní diferenciace se zde pohybuje kolem 1,2. Za hlavní příčinu texturní diferenciace je Němčkem (1967) považován proces illimerizace.

Rozdílný názor na půdotvorné procesy, působící při vzniku černoze degradované, uvádí Laatsch (1954). Texturní diferenciaci považuje za výsledek procesů odvápnění, zhnědnutí a tvorby jílu (nikoliv jeho posunu).

Pro zachycení procesů tvorby a migrace jílu a přeměn minerální složky po kvalitativní a kvantitativní stránce a pro možnosti jejich zhodnocení bylo vypracováno a v literatuře popsáno několik způsobů. Údaje, opírající se pouze o zrnitostní rozbor, nejsou dostačující a lze je považovat jen za hrubé kritérium k poznání tvorby, přeměn a migrace minerálních složek. Podle Rima (1956) mohou být v profilu během půdotvorného procesu přemísťovány nejen jílové, ale i hrubší částice. Meyer, Kalk a Fölster (1962) bilancovali

změny v minerální složce půdy u hnědozemě na spraši za použití zrnitostní frakcionace a kvantitativního a kvalitativního stanovení minerálů jednotlivých zrnitostních frakcí. Dále se bilancí změn jednotlivých půdních složek za účelem vyhodnocení geneze půdního profilu zabývali Barshad (1955) a Kundler (1959). Tito autoři zdůrazňují, že předpokladem pro profilovou bilanci je homogenita matečného substrátu. Homogenitu je možno posuzovat podle poměru obsahu jedné nebo více inertních složek v různých zrnitostních frakcích. Postupem, popsáným Kunderem v jeho práci z roku 1959, je možno vypočítat ztráty a zisky jednotlivých zrnitostních frakcí i jednotlivých minerálů na základě srovnání údajů horizontů s matečným substrátem. Výpočty se provádějí ve vztahu k indexnímu minerálu. Zhruba podle tohoto způsobu bylo postupováno při následujícím výzkumu černozemě degradované.

MATERIÁL A METODY

Pro studium přeměn a pohybu minerální složky u černozemě degradované byl vybrán profil ležící v Bydžovské plošině v okrese Hradec Králové u obce Vinary. Nadmořská výška v místě odběru je 255 m, průměrný roční úhrn srážek 600–650 mm, průměrná roční teplota 7–8 °C. Sonda, ze které byl proveden odběr, byla umístěna v mírném svahu s jižní expozicí. Studovaný profil vznikl na spraši, která byla během vývoje půdy odvápněna přibližně do hloubky 1 m.

Profil je charakterizován horizonty OrH, H(i), Ih, (h)i/P, PCa. Horizont OrH je 25 cm mocný, má tmavě šedou barvu a zvlněným přechodem přechází v H(i), který leží v hloubce 25–64 cm, má černošedou barvu a matné povlaky organických koloidů na plochách strukturních elementů. Po zřetelném zvlněném přechodu následuje Ih v hloubce 64–82 cm, žlutohnědé barvy s šedými povlaky organických koloidů ve formě zátek. Zřetelným zvlněným přechodem přechází v horizont (h)i/P, který leží v hloubce 82–115 cm, má šedožlutou barvu s dozínáním světle šedých zátek organických koloidů. Od 115 cm následuje plavá vápnitá spraš s žilkováním a výskytem cicvárů.

Pro zrnitostní rozbor a mineralogický rozbor bylo z profilu odebráno 9 vzorků (s přihlédnutím k základním genetickým půdním horizontům). V tomto rozdělení budou podány všechny následující údaje.

I. Zrnitostní složení. — Particle-size distribution

Č. vz.	Označení horizontu	Hloubka v cm	Zrnitostní			
			> 0,25	σ	0–25–0,10	σ
1	OrH	0–10	0,49	0,02	0,29	0,02
2		10–25	0,30	0,04	0,26	0,01
3	H(i)	25–40	0,08	0,04	0,16	0,01
4		40–64	0,03	0,02	0,11	0,02
5	Ih	64–82	0,03	0,01	0,11	0,03
6	(h)i/P	82–95	0,02	0,01	0,13	0,01
7		95–115	0,03	0,00	0,15	0,01
8	PCa	115–125	0,03	0,00	0,07	0,00
9		125–140	0,07	0,05	0,12	0,00

σ — střední chyba

σ — mean error

Č. vz.	pH vým.	pH akt.	Obj. hmotnost (g/cm ³)	S (mval/100 g)	T (mval/100 g)	V (%)
1	6,60	6,95	1,32	19,80	21,8	91,0
2	6,85	7,10	1,33	18,30	20,3	90,0
3	6,70	7,05	1,28	20,25	23,5	95,0
4	6,65	7,10	1,23	25,40	26,9	94,0
5	6,80	7,10	1,34	20,30	21,8	93,0
6	6,95	7,25	1,42	16,65	17,4	95,0
7	7,10	7,40	1,41	18,85	16,6	95,0
8	7,25	7,75	1,60	—	13,0	100,0
9	7,30	7,85	1,60	—	13,7	100,0

Po odstranění humusu a karbonátů (oxidací H₂O₂ a promytím HCl) byly vzorky podrobeny zrnitostnímu rozboru pipetovací metodou. Ve frakcích 0,10—0,05 a 0,05—0,01 mm bylo mikroskopicky provedeno stanovení procentového obsahu křemene, živce, slíd a sumy ostatních minerálů. Stanovení bylo provedeno v práškových preparátech naleptaných parami HF (pro snadné rozlišení křemene a živce). Na preparátech byla pomocí integračního stolku Eltinor provedena planimetrická analýza. Přibližná chyba této analýzy se při počítaných 500 bodech a 50 % zastoupení příslušné složky pohybuje v rozmezí $\pm 1,5$ % (Fiedler 1965). Komplikovanější je určení procentového obsahu slíd, protože vzhledem k lístkovému tvaru jejich zrn neodpovídá objem jednoho počítaného bodu slídy objemu jednoho počítaného bodu ostatních minerálů, které mají izometrický tvar. V takovém případě je nejprve nutno určit pomocí váhy srovnávacího preparátu vztah mezi minerály lístkového a izometrického tvaru.

složení v %								Ztráta promytím
0,10—0,05	σ	0,05—0,01	σ	0,01—0,001	σ	0,001	σ	
4,30	0,41	54,43	1,17	16,87	1,45	20,75	0,69	2,87
4,60	1,20	57,66	1,53	15,51	0,75	19,45	0,32	2,22
4,24	0,29	52,61	0,97	16,32	0,53	24,06	0,37	2,53
3,96	0,37	50,15	1,76	16,32	1,74	27,37	0,48	2,06
4,26	0,17	52,65	0,41	12,70	0,55	30,19	0,80	0,06
5,18	0,23	54,40	0,07	13,33	0,38	26,70	0,32	0,24
5,20	0,02	53,58	0,48	14,49	0,06	23,64	0,32	2,91
4,10	0,08	51,40	0,81	13,60	0,55	20,11	0,65	10,69
4,68	0,04	50,30	0,56	12,48	0,61	18,87	0,08	13,39

VÝSLEDKY

Homogenita matečného substrátu byla zjištěna na základě stanovení poměru křemene ve frakcích 0,10–0,05 a 0,05–0,01 mm v jednotlivých horizontech. Hodnoty kolísají od 10,6–11,9, pouze v horizontech 6 a 7 jsou nižší (9,4 a 9,3). Tato homogenita je pro bilancování půdotvorných procesů vyhovující. Výkyvy u vzorků 6 a 7 je nutno při dalších výpočtech brát v úvahu.

III. Mineralogický rozbor a důkaz homogenity (v % vztažených na bezkarbonátovou zeminu). — The mineralogical analysis and the homogeneity proof (per cent, related to the carbonate-free soil)

Číslo vzorku		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hloubka v cm		0–10	10–25	25–40	40–60	60–80	80–95	95–100	110–125	125–140
Označení horniny		OrH		H(i)		Ih	(h)i/P		PCa	
Frakce 0,10–0,05 mm	křemen (A)	3,52	3,74	3,45	3,21	3,37	4,08	4,07	3,16	3,31
	živec	0,73	0,81	0,75	0,70	0,80	1,04	1,03	0,81	1,13
	slída	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05	0,06	0,09	0,07	0,12
	ostatní	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,01	0,01	0,61	0,12
Frakce 0,05–0,01 mm	křemen (B)	40,82	43,99	39,77	38,36	37,38	38,57	38,04	36,60	35,27
	živec	10,89	11,70	9,98	14,32	14,80	14,79	13,93	12,59	11,89
	slída	0,82	0,69	0,63	0,60	0,63	1,09	0,80	0,77	0,50
	ostatní	1,90	1,27	1,05	1,20	0,95	1,90	0,80	1,44	0,60
Důkaz homogenity (B) : (A)		11,6	11,8	11,5	11,9	11,1	9,4	9,3	11,6	10,6

IV. Výsledky bilance změn půdní minerální složky. — The results of the evaluation of the changes in the mineral soil constituent

Číslo vzorku	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hloubka v cm	0—10	10—25	25—40	40—60	60—80	80—95	95—100	100—125	125—140
Označení horiz.	OrH		H(i)		Ih	(h)i/P		PCa	
Ztráty nebo zisky v g/horizont									
Frakce > 0,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,25—0,10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,10—0,05	—0,1	—0,2	—0,2	—0,3	—0,2	0,0	0,0	—0,2	0,0
0,05—0,01	—0,4	—1,0	—0,7	—1,0	—0,2	—0,2	—0,3	—0,1	0,0
0,01—0,001	0,3	0,0	0,4	0,7	—0,1	—0,1	0,2	0,2	0,0
< 0,001	—0,1	—0,8	0,6	1,7	2,7	1,3	0,6	0,2	0,0
Změna objemu v cm ³ /horizont									
	0,5	—0,4	1,5	3,4	2,4	0,3	0,6	—0,4	0,0

K výpočtu ztrát a přírůstků bylo použito vzorců z práce Kundlera (1959). Výpočty je třeba hodnotit s ohledem na střední chybu zrnitostní frakcionace (viz tabulka I).

DISKUSE

Porovnáme-li ztráty a přírůstky v bezkarbonátové minerální složce ve všech frakcích v celém profilu, zjistíme, že suma přírůstků převyšuje sumu ztrát. Považujeme-li matečný substrát za homogenní, je nutno hledat vysvětlení pro tento jev v procesech, ke kterým došlo během tvorby půdy. Studovaný profil je umístěn v mírném svahu, takže zde můžeme předpokládat plošnou erozi. Jestliže byla původní mocnost profilu větší než nyní, docházelo během celého půdotvorného procesu k rozpadu hrubších částic v jemnější, které se posunovaly směrem dolů. Erozí byla svrchní část profilu, ve které došlo k největším ztrátám (u hrubších frakcí zvětráním, u jílu translokací), odnesena a ztráty nemohly být v bilanci zachyceny.

Ztráty bezkarbonátové hmoty ve frakcích větších než 0,10 mm mohou být v důsledku velmi slabého zastoupení těchto frakcí v půdě vyjádřeny až v hodnotách řádu 10^{-2} g, takže vzhledem k přesnosti jednotlivých stanovení není zapotřebí je brát v úvahu.

Frakce 0,10–0,05 mm a 0,05–0,01 mm již výrazně ubývají téměř v celém profilu. Na spodu profilu jsou ztráty poněkud menší, z čehož můžeme soudit, že jsou způsobeny zvětráváním. Tyto frakce jsou tvořeny hlavně křemem, živci a slídou. U křemene se předpokládá značná rezistence, která byla ověřena při důkazu homogenity. Zrna živců se během půdotvorného procesu zmenšují hlavně při kryoklastickém zvětrávání a částečně přecházejí do jemnějších zrnitostních kategorií. Slídy podléhají zvětrávání nejsnadněji. Vzniká přitom illitický jíl a dochází ke zhnědnutí.

Ve frakci 0,01–0,001 mm dochází k nepříliš velkým přírůstkům téměř v celém profilu, s výjimkou horizontu Ih a horní části horizontu (h)i/P, kde můžeme číselně sledovat malý úbytek. V těchto partiích profilu je zvětrávání už slabší než výše a změny v obsahu této zrnitostní frakce jsou malé. Nehomogenita matečného substrátu nebo nepřesnosti rozboru se tedy snadno mohou projevit v podobě malého úbytku. Celkově je vidět, že obsah této frakce vzrůstá na úkor hrubších částic, ale nedochází k jejímu výraznému posunu.

V jílové frakci ($< 0,001$ mm) je patrný úbytek v ornici, směrem do hloubky profilu pak můžeme sledovat výrazný přírůstek této frakce, k maximu dochází v horizontu Ih; dále do hloubky přírůstky postupně klesají. Vzhledem k tomu, že přírůstky jílu vykazují maximum v hloubce 40–95 cm, přičemž v ornici dochází k úbytku materiálu a ztráty v hrubších frakcích jsou v podorničních horizontech podstatně nižší než přírůstky jílu v těchto horizontech, lze předpokládat, že během vývoje tohoto půdního profilu došlo k vertikálnímu posunu jílu, tj. k illimerizaci.

V horizontech OrH až (h)i/P došlo k odvápnění. V horní části profilu se akumuloval humus, iluviální horizonty byly obohaceny o jíl. Nedošlo zde po odvápnění k destrukci půdní struktury a zmenšení objemu odvápněných horizontů, nýbrž do uvolněných prostor vnikaly nové látky, které zabránily destrukci půdní struktury. V horizontech H(i) a Ih, kde došlo k přírůstku jílové frakce, došlo zároveň ke zvětšení objemu těchto horizontů.

1. Jíl v černozemi degradované, charakterizované Německem (1967), je pohyblivý a dochází k jeho vertikálnímu posunu během půdotvorného procesu.
2. K tvorbě jílu došlo u studovaného profilu na úkor hrubších frakcí v horních částech profilu (zhruba do 80 cm).

Literatura

- BARSHAD J., 1965, Soil development. V. Chemistry of the soil. New York.
- BLUME H. P., SCHLICHTING E., 1959, Nachweis einer Tonverlagerung in Bodenprofilen. Zeitschr. Pfl. Düng. Bodenkunde 85 : 227-244.
- FIEDLER H. J., 1965, Die Untersuchung der Böden, B.2 : 210-211.
- KUNDLER K., 1959, Zur Metodik der Bilanzierung der Ergebnisse von Bodenbildungsprozessen (Profilbilanzierung), dargestellt am Beispiel eines Texturprofils auf Geschiebemergel in Norddeutschland, Zeitschr. Pfl. Düng. Bodenkunde, 3B, 86 : 215-222.
- LAATSCH W., 1954, Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden. Dresden und Leipzig.
- MEYER B., KALK E., FÖLSTER H., 1962, Parabraunerde aus primär karbonathaltigem Würm-Löß in Niedersachsen. Zeitschr. Pfl. Düng. Bodenkunde, 99, 1 : 37-40.
- NĚMEČEK J., 1964, Boden aus tiefen homogenen Pleistozänsedimenten in der Tschechoslowakischen Sozialistischen Republik. Rostlinná výroba, Referáty k VII. kongresu MPS, Bukurešť 1964, 10, 5/6 : 481.
- NĚMEČEK J. a kol., 1967, Průzkum zemědělských půd ČSSR (Souborná metodika), 1. díl.
- RIM M., 1956, Quantitative methods for pedo-diagnosis applicable also in climates conducive to differential motion of particles in the soil. VI. Congrès Internat. de la Science du sol — Paris 1956, Rapports 3 : 7-13.
- ROHDENBURG H., MEYER B., 1966, Zur Feinstratigraphie und Paläopedologie des Jungpleistozäns nach Untersuchungen an südniedersächsischen und nordhessischen Lößprofilen. Mitteilungen der deutschen bodenkundlichen Gesellschaft 5 : 1-13.
- SIROVÝ V., 1968, Příspěvek k charakteristice černozemí. Vědecké práce ÚVÚRV 12 : 179-191.
- SIROVÝ V., FACEK Z. a kol., 1967, Průzkum zemědělských půd ČSSR (Souborná metodika), 3. díl.

Došlo dne 6. 8. 1970

BEZVODOVÁ B. *Bilance změn půdní minerální složky u černozemě degradované*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 273-279, 1971.

V práci je proveden důkaz tvorby a vertikálního posunu jílu během půdotvorného procesu u černozemě degradované, vzniklé na vápnité spraši. Novotvořený jíl vzniká především větráním živců a slíd hrubších zrnitostních frakcí v horních částech profilu. K posunu jílu dochází hlavně ve svrchních horizontech, k jeho největšímu nahromadění v horizontu Ih. Výsledky byly získány výpočtem ztrát a přírůstků materiálu v jednotlivých zrnitostních frakcích vzhledem k matečnému substrátu. Předpokladem pro tyto výpočty je homogenita matečného substrátu, která byla potvrzena srovnáním poměru křemene ve frakci 0,10-0,05 mm a 0,05-0,01 mm v jednotlivých horizontech.

tvorba jílu; posun jílu; illimerizace; bilancování vývoje profilu

БЕЗВОДОВА Б. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Институт почвоведения, Прага-Рузыне). Баланс изменений почвенного минерального компонента на деградированном черноземе. *Rostlinná výroba (Praha)* 17 (3) : 273-279, 1971/.

В работе демонстрируется образование и вертикальное смещение ила в процессе почвообразования на деградированном черноземе, возникшем на известковом лессе. Новообразующийся ил возникал прежде всего в результате выветривания полевых шпатов и слюд крупнозернистых фракций в верхних частях профиля. Ил перемещается, главным образом, в верхних горизонтах, больше всего его накапливается в горизонте *И_n*. Результаты получены путем вычисления потерь и приростов материала в отдельных гранулометрических фракциях по отношению к материнскому субстрату. В основе этих вычислений лежит однородность материнского субстрата, подтвержденная в результате сравнения содержания кремния во фракции 0,10—0,50 мм и 0,05—0,01 мм в отдельных горизонтах.

образование ила; смещение ила; илимеризация; балансирование развития профиля

Adresa autorkey:

Bohumila Bezvodová, prom. geoložka, VÚRV, Ústav půdoznalecký, Praha - Ruzyně

Výběr z nových přírůstků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTI

z úseku rostlinná výroba

Uvedené publikace je možno si vypůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

Ansorge, H. E 34.365
Die Düngung des Getreides. Berlin, DAL (1970). 21 s. obr., bar. obr.
(Obilniny — hnojení — brožury).

Jaškowski, Z. D 39.622/1970/1
Jesienne stosowanie wody amoniakalnej pod zasiewy jare. Puławy, Inst.
uprawy nawożenia i gleboznawstwa 1970. 4 s. tab. Produkcja polowa
i ochrona roślin Nr. 1 : 1970 (79). (Obilniny jarní — hnojení — čpavková
voda — letáky).

Strand, E. D 25.550/49/2
Spiretregghet hos sorter og foredlingsmateriale av høsthvete, vårhvete,
bygg og havre. — Post harvest seed dormancy of varieties and breeding
material of winter wheat, spring wheat, barley and oats. Vollebekk, Nor-
ges landbrukshøgskole 1970. 22 s. 4 obr. 10 tab. Meldinger vol. 49, Nr. 2.
(Obilniny — semena — doba klidu — výzkum).

Tutt, C. R. — Finkner, V. C. — Green, J. T. C 12.926/186
Results of the Kentucky small grain variety trials — 1969. Lexington,
Kentucky agric. exp. station 1970. 39 s. 38 tab. Progress report 186.
(Obilniny — odrůdové pokusy).

Tugay, M. E. E 33.351/135
Der Einfluß der Umwelt auf Zusammensetzung und Selektionsmöglich-
keiten verschiedener Kreuzungspopulationen von Sommergerste. Inaug.
Diss. d. J. Liebig-Univ. Giessen. Giessen, Inst. f. Pflanzenbau und
Pflanzenzüchtung 1969. 108 s. 13 obr. 28 tab. (Ječmen jarní — šlechtění
— metody — výzkum).

C 19.572
Annual report the Canadian wheat board. Winnipeg (Canada), n. vl.
1968—1969. Přeruš. str., tab. (Obilí — pěstování — ekonomické otázky /
Pšenice — pěstování a obchod — ročenky).

Dorofeev, V. F. — Ponomarev, V. I. E 33.614/18
Problema poleganiya pšenicy i puti jeje rešeniya. Moskva, VNIITEISCH
1970. 122 s. 5 obr. 15 tab. Obzor literatury 18. (Pšenice — poléhavost —
studijní zprávy).

D 58.456
Kornevyje gnili chlebných zlakov i mery borby s nimi. Moskva, Kolos
1970. 127 s. tab. (Kyjev — všesvazová konference o kořenových hnilo-
bách obilnin — 1967 — sborníky).

VLIV DUSÍKU A MOLYBDENU NA VÝŽIVU HRACHU

(*Pisum sativum* L.)

L. RUBEŠ

RUBEŠ L. (Research Institute of Technical Crops and Legumes, Šumperk -- Temenice). *The Effect of Nitrogen and Molybdenum on the Nutrition of Pea* (*Pisum sativum* L.) Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 281-292, 1971.

The highest yield of seed was obtained when 600 mg of N per pot — N : P₂O₅ : K₂O = 0.6 : 1 : 1.8 was applied. The addition of 1200 mg N/pot caused only an increase of straw yield, while the portion of the dry matter of leaves in the above-ground material increased and the portion of the seed-yield in relation to 1 gm of dry matter of leaves decreased. The doses of 30—300 mg N/pot were under the physiologically specific threshold. The decisive factor for optimum yield of seed was the number of seed per pot at a marked increase of the weight of 1000 seeds. The continual increase of nitrogen doses had only a slight effect on its concentration in the dry matter of the above-ground material. But the nitrogen concentration was decreasing from the beginning of vegetation to harvest time; the decreasing tendency was interrupted when the plants were in blossom. The amount of nitrogen per pot at higher doses always increased. Nitrogen did not effect the huskiness of pea seeds. The concentration of nitrogen in seeds was slightly increased by molybdenum, this was not the case with straw; the concentration of molybdenum was higher in seeds than in straw. The increase of the concentration of nitrogen in the dry matter of the above-ground material started to occur at the beginning of pod-formation. The nitrogen dose which had under the conditions of the experiment overcome the physiologically specific limit, caused a decrease of the intake of the molybdenum added. The macro- and microelement interfered.

pea; nitrogen; molybdenum

Lektor: ing. J. Neuberg, DrSc., ředitel ÚVR, VÚRV, Praha

Vysoká hladina sloučenin dusíku v živném prostředí snižuje počet hlízek, brání jejich růstu a fixaci vzdušného dusíku; redukce těchto hodnot je různá podle druhu leguminózy, množství a formy dusíku a času aplikace (Pate, Dart 1961).

Na dusík nejlépe reagovala sója, která při nejvyšší dávce 800 mg N na nádobu (4,5 litru) nesnížila symbiotickou fixaci dusíku (Allos, Bartholomew 1959).

Depresivní vliv vyšších dávek dusíku (600—1200 mg na nádobu) na nodulaci ztrácí v nádobových pokusech za 25—42 dní po vzejití podstatně na své původní intenzitě a umožňuje opožděnou tvorbu hlízek, dislokovanou převážně na jemnější kořínky. K úplné kompenzaci při takové opožděné tvorbě dochází jen u počtu hlízek, kdežto u jejich objemu a sušiny dochází jen k částečné kompenzaci (Rubeš 1970).

Lammers (1962) doporučuje u jednotlivých odrůd leguminóz pěstovaných v Holandsku dávky 0—100 kg dusíku na 1 hektar.

Během vegetace dochází u leguminóz k exkreci dusíkatých látek do půdy (Virtanen, Hausen 1935).

Semena leguminóz obsahují relativně značné množství molybdenu (Bert-rand 1939, Vinogradova 1943). Podle Scharrera (1941) ob-sahuje 1 kg semen leguminóz 2–9 mg molybdenu. Harris, Parker, Johnson (1965) uvádějí, že zjistili v semenech sóji až 22,4 ppm Mo (Texas).

Molybden se zúčastňuje redukce dusičnanů i symbiotické fixace vzdušného dusíku (Pejve 1960). Nejvíce trpí nedostatkem molybdenu rostliny v ky-selých půdách (Mulder 1954). Malonosova (1967) považuje za opti-mální dávku molybdenu u hrachu v nádobových pokusech 0,330 mg na 1 kg půdy. Při této dávce bylo dosaženo nejvyššího výnosu i koncentrace dusíku. Kocúrik a Grejtovský (1967) dosáhli nejvyššího výnosu u jetele lučního při dávce 1,5 mg molybdenu na 1 kg zeminy.

Cílem práce bylo sledovat při jednorázové aplikaci před setím působení minerálního dusíku a mikroelementu molybdenu na strukturu výnosu, dynamiku růstu a obsah dusíku i molybdenu u hrachu.

MATERIÁL A METODY

Pokus byl založen v r. 1967 ve standardních Mitscherlichových vegetačních ná-dobách s 5 kg suché ornice + 1 kg křemičitého písku v každé nádobě. Ornice vzata z pozemku ležícího ve vlhčí bramborářské oblasti (subtyp bramborářsko-pšeničný), v nadmořské výšce 350 m; půdní typ: hnědozem mírně podzolovaná, zkulturněná; půdní druh: hlinitojílovitá, slévaná ornice.

Chemickým rozbořem bylo zjištěno ve 100 g směsi ornice a písku: 142 mg N vešk., 5 mg P_2O_5 (Egnér), 13 mg K_2O (Schachtschabel), 0,045 mg Mo vešk., pH = 5,9.

Schéma pokusu

- | | |
|------------------|------------------|
| 1. O (nehnogeno) | 8. O + Mo |
| 2. PK | 9. PK + Mo |
| 3. N_1PK | 10. N_1PK + Mo |
| 4. N_2PK | 11. N_2PK + Mo |
| 5. N_3PK | 12. N_3PK + Mo |
| 6. N_4PK | 13. N_4PK + Mo |
| 7. N_5PK | 14. N_5PK + Mo |

PK pozadí — 1 g P_2O_5 a 1,8 g K_2O — dodáno v K_2HPO_4 a do uvedeného poměru upraveno superfosfátem a 40% K soli.

Dusík dodán v NH_4NO_3 ; dávky dusíku : 30, 150, 300, 600 a 1200 mg na nádobu. Molybden aplikován v dávce 6 mg $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ na nádobu (0,4 ppm Mo). Očko-váno Nitrazonem; zaléváno na 70 % vodní kapacity.

Schéma odběru během vegetace

Odběr č.	Počet dní po vzejití hrachu	Etapa
I	18	konec činnosti děloh
II	33	růst vegetativních i generativ-ních orgánů
III	51	plný květ
IV	60	konec květu a narůstání prv-ních lusků
V	69	zelená zralost
VI	82	žlutá zralost

K rozborům bylo použito při jednotlivých odběrech během vegetace (I–V) vždy 6 rostlin (1 nádobu), v době sklizně 24 rostlin (4 nádoby) nízkého typu hrachu od-růdy 'Orlík'.

VÝSLEDKY

V ý n o s s e m e n (tabulka I). Hodnota variance: opakování 0,78 — kombinace 38,53** — reziduální rozptyl 5,32. Průkaznost diferencí: $P - 0,01 = 4,40$ g, $D_{min} 0,05 = 5,80$ g (Tukey).

Při úplné analýze rozptylu se na rozdílech ve výnosu semen hrachu na hladině významnosti 0,01 podílela výše dávky dusíku. Ostatní interakce byly neprůkazné.

V ý n o s s l á m y (tabulka II). Hodnota variance: opakování 3,32 — kombinace 35,09** — reziduální rozptyl 7,82. Průkaznost diferencí: $P - 0,01 = 5,32$ g, $D_{min} 0,05 = 7,05$ g (Tukey).

Při úplné analýze rozptylu se na rozdílech ve výnosu slámy hrachu na hladině významnosti 0,01 podílela výše dávky dusíku. Ostatní interakce byly neprůkazné.

S u š i n a l i s t ů (tabulka V). Nejvyššího průměrného denního přírůstku sušiny listů bylo dosaženo v obou souborech od 33. do 51. dne po vzejití, tj. v období růstu vegetativních a generativních orgánů. Po tomto období došlo k prudkému poklesu přírůstků a od 60. dne po vzejití (tj. od konce květu) docházelo až do konce vegetace k značným úbytkům sušiny listů.

Podíl výnosu semen na 1 g sušiny listů klesl u varianty s 1200 mg N na nádobu v obou souborech.

Stupňování dávky dusíku nemělo žádný vliv na slupkatost semen hrachu (tabulka VIII).

DISKUSE

Nejvyššího výnosu semen bylo dosaženo v obou souborech při 600 mg N na nádobu za poměru $N : P_2O_5 : K_2O = 0,6 : 1 : 1,8$. Výnos semen při dávce 1200 mg N na nádobu byl již na počátku sestupného trendu, zatímco pro výnos slámy, který tu již nesledoval výnos semen, vzestup trval.

I. Výnos semen v g na nádobu. — Seed yield in grams per pot

Varianta číslo	I	II	III	IV	Ø	Váhový poměr semena : sláma
1	37,50	36,75	36,00	38,25	37,12	1 : 0,71
2	45,25	42,25	41,00	38,50	41,75	1 : 0,76
3	40,25	35,00	40,00	45,50	40,18	1 : 0,72
4	38,50	41,00	39,50	35,75	38,68	1 : 0,73
5	41,00	42,00	40,25	40,50	40,93	1 : 0,76
6	45,00	46,00	47,75	45,75	46,12	1 : 0,70
7	44,00	47,50	45,50	45,75	45,68	1 : 0,78
8	35,25	37,75	40,25	34,25	36,87	1 : 0,73
9	40,50	38,50	44,00	40,25	40,81	1 : 0,70
10	41,25	43,00	42,25	44,00	42,62	1 : 0,70
11	44,00	39,75	40,00	42,25	41,50	1 : 0,68
12	46,25	41,75	37,25	41,25	41,62	1 : 0,73
13	45,50	44,75	47,75	46,25	46,06	1 : 0,73
14	45,00	45,25	44,50	46,50	45,31	1 : 0,78

II. Výnos slámy v g na nádobu. — Straw yield in grams per pot

Varianta číslo	I	II	III	IV	Ø
1	28,00	24,50	26,00	27,25	26,43
2	33,75	35,75	28,25	29,50	31,81
3	29,25	26,00	29,00	31,75	29,00
4	31,50	29,00	28,00	26,00	28,62
5	33,75	32,75	30,00	28,75	31,31
6	29,75	35,25	31,25	34,25	32,62
7	30,50	39,50	35,75	37,75	35,87
8	22,25	27,00	25,75	32,75	26,93
9	25,75	27,25	30,75	31,30	28,76
10	28,00	29,00	31,50	31,00	29,87
11	29,50	26,75	29,75	28,00	28,50
12	33,75	28,00	29,00	31,25	30,50
13	32,25	32,00	35,50	35,75	33,87
14	36,25	32,25	39,75	33,75	35,50

III. Struktura výnosu semen. — The structure of the seed yield

Varianta číslo	Počet lusků na nádobu	Počet semen v lusků	Počet semen na nádobu	Váha 1000 semen
1	34,50	4,09	141,25	262,79
2	40,50	3,93	159,50	261,76
3	36,00	4,34	156,25	257,15
4	37,75	3,99	150,75	256,58
5	36,50	4,34	158,50	258,23
6	39,00	4,25	166,00	277,83
7	37,00	4,43	164,00	278,54
8	35,75	3,86	138,25	266,69
9	40,25	3,74	150,50	271,16
10	39,00	4,16	162,25	262,68
11	36,75	4,09	150,50	275,75
12	38,50	4,16	160,50	259,31
13	38,75	4,32	167,50	274,98
14	35,00	4,65	162,75	278,40
Průměr 1— 7	37,32	4,20	156,61	264,70
Průměr 8—14	37,71	4,14	156,04	269,85
Průměr 1—14	37,52	4,17	156,32	267,28

Nízké dávky dusíku 30–300 mg na nádobu v souboru bez molybdenu snižovaly výnos semen i slámy; byly pod fyziologicky specifickým prahem. U nízkých dávek dusíku, zejména pak u dávky 30 mg N na nádobu, zabránil molybden poklesu výnosu semen, ale nikoliv slámy. Vzhledem k výnosu semen molybden tedy pufroval nízké dávky dusíku.

Z rozboru počtu lusků, semen v lusu, počtu semen na nádobu, váhy 1000 semen (tabulka III) vyplývá, že rozhodujícím činitelem pro optimální výnos semen byl počet semen na nádobu při výrazném stoupnutí váhy 1000 semen. Nejvyšší výnos semen v obou souborech byl dosažen při mírném poklesu počtu lusků, kterážto ztráta byla převýšena zvýšeným počtem semen v lusu. Podstatné zvýšení výnosu semen při dávce 600 mg N na nádobu bylo podporováno i účinným zvýšením váhy 1000 semen. Dávka 1200 mg N na nádobu zvýšila váhu 1000 semen již jen málo, takže to nemohlo vyrovnat úbytek počtu semen na nádobu a došlo k mírnému poklesu výnosu. Váha sušiny celé nadzemní hmoty při sklizni se zvyšovala stupňováním dávek dusíku. V období od zelené do žluté zralosti došlo k úbytkům váhy sušiny nadzemní hmoty u variant nehnojených dusíkem a u některých variant hnojených nižší dávkou dusíku (tabulka IV). Dusík ve vyšších dávkách zabránil nejen úbytkům sušiny nadzemní hmoty, ale zajistil přírůstky i pro toto období.

Tvorba sušiny listů předbíhala tvorbu sušiny celé nadzemní hmoty. V období

IV. Sušina nadzemní hmoty v g na nádobu. — Dry matter of the above-ground material in grams per pot

Varianta číslo	Období						Semena	Sláma
	I	II	III	IV	V	VI		
1	1,99	6,25	23,14	43,72	55,88	57,30	32,97	24,33
2	2,11	8,45	29,39	45,19	68,51	66,10	37,10	29,00
3	2,83	8,31	25,82	44,31	67,05	62,34	35,78	26,56
4	2,82	11,08	30,36	48,39	60,11	60,66	34,40	26,26
5	2,55	9,41	30,46	46,10	59,67	65,14	36,16	28,98
6	2,21	12,64	36,59	48,83	65,98	70,91	40,99	29,92
7	2,17	11,48	33,15	49,83	69,27	73,29	40,53	32,76
8	1,66	6,01	21,47	42,66	55,20	57,53	32,72	24,81
9	2,04	8,52	32,44	47,97	66,00	62,30	35,72	26,58
10	2,12	9,51	25,83	44,83	63,33	65,25	37,64	27,61
11	2,15	9,17	29,65	45,67	61,14	63,06	36,84	26,22
12	2,03	10,33	30,98	52,93	65,82	65,11	36,95	28,16
13	2,46	11,33	32,77	57,55	66,78	72,16	40,88	31,28
14	1,76	11,72	36,93	54,47	70,22	73,01	40,33	32,68
Průměr 1–7	2,38	9,66	29,84	46,62	63,78	65,10	36,84	28,26
Průměr 8–14	2,03	9,51	30,10	49,44	64,07	65,49	37,30	28,19
Průměr 1–14	2,21	9,59	29,93	48,03	63,92	65,30	37,07	28,22

zelené a žluté zralosti, kdy váha sušiny nadzemní hmoty dosáhla nejvyšších hodnot, došlo u váhy sušiny listů k velmi značným úbytkům, třebaže u žádné z rostlin nedošlo k opadávání listů (tabulka V). V té době zřejmě v listech nabývají převahy hydrolytické procesy a jde o přesun hydrolyzovaných látek z listů a jejich resyntézu v tvořících se plodech.

Nejvyšší dávka dusíku zvýšila sice výnos sušiny listů a jejich podíl v sušině nadzemní hmoty, ale snížila podíl výnosu semen na 1 g sušiny listů. Výnos semen při této dávce nepatrně poklesl ve srovnání s dávkou 600 mg N na nádobu. Tím je i charakterizováno působení dusíku přidávaného nad optimální hranici, kdy jeho působení na výnos semen není již kladné.

Stupňování dávek dusíku v podstatě jen málo ovlivnilo jeho koncentraci v sušině nadzemní hmoty hrachu (tabulka VI). U semen byla závislost mezi dávkami dusíku a % N v sušině neprůkazná, zatímco u slámy byla průkazná a záporná (tabulka VIII).

Koncentrace dusíku v sušině nadzemní hmoty klesala s narůstáním váhy sušiny od počátku vegetace až do sklizně. Výjimkou bylo období kvetení, kdy klesající trend byl přerušen a koncentrace dusíku se zvýšila.

Množství dusíku (mg/nád.) v sušině nadzemní hmoty při vyšších dávkách vesměs stoupalo (tabulka VII). U semen bylo dosaženo nejvyššího množství dusíku při jejich nejvyšším výnosu v obou souborech.

V. Sušina listů v g na nádobu. — Dry matter of the leaves in grams per pot

Varianta číslo	I	II	III	IV	V	VI
1	1,54	3,33	11,19	13,69	12,12	6,87
2	1,46	4,15	14,54	15,40	12,95	7,97
3	2,19	3,98	13,16	14,66	11,75	7,69
4	2,16	5,19	15,71	15,75	11,32	7,18
5	1,91	4,53	15,12	14,53	11,43	8,02
6	1,59	5,58	18,45	17,51	13,31	8,56
7	1,61	5,80	16,35	18,73	15,77	9,55
8	1,20	3,22	9,72	13,15	9,05	6,52
9	1,40	4,18	16,39	14,52	13,14	7,20
10	1,47	4,61	13,01	13,66	11,67	7,67
11	1,60	4,42	14,25	13,22	12,47	7,56
12	1,44	5,07	13,67	16,62	12,27	7,87
13	1,83	5,70	15,11	20,04	11,22	8,83
14	1,30	6,03	17,84	18,19	16,36	9,76
Průměr 1—7	1,78	4,65	14,93	15,75	12,66	7,98
Průměr 8—14	1,46	4,75	14,28	15,63	12,31	7,91
Průměr 1—14	1,62	4,70	14,60	15,69	12,49	7,95

VI. Koncentrace dusíku v sušině nadzemní hmoty (%N). — The concentration of nitrogen in the dry matter of the above-ground material (% N)

Varianta číslo	Období						Semena	Sláma
	I	II	III	IV	V	VI		
1	5,35	3,44	3,94	2,63	2,51	2,48	3,44	1,19
2	5,14	3,22	3,55	3,02	2,33	2,46	3,43	1,23
3	5,40	3,06	4,50	2,68	2,58	2,32	3,16	1,19
4	4,97	3,12	3,33	2,67	2,63	2,31	3,23	1,11
5	4,60	3,31	3,27	2,81	2,56	2,38	3,40	1,12
6	5,02	2,79	3,21	3,12	2,44	2,33	3,25	1,07
7	3,32	2,99	3,29	2,77	2,33	2,27	3,25	1,06
8	4,92	3,29	3,95	3,07	2,55	2,36	3,24	1,20
9	4,70	2,77	3,36	2,82	2,70	2,53	3,57	1,14
10	4,92	3,26	3,67	2,82	2,82	2,56	3,61	1,12
11	5,85	3,40	3,01	3,11	2,58	2,41	3,34	1,11
12	5,33	2,52	2,98	3,02	2,59	2,40	3,37	1,12
13	4,94	3,37	3,16	2,67	2,52	2,48	3,53	1,10
14	5,21	3,18	3,25	3,12	2,46	2,44	3,56	1,05
Průměr 1—7	4,83	3,13	3,58	2,81	2,48	2,37	3,31	1,14
Průměr 8—14	5,12	3,11	3,34	2,95	2,60	2,45	3,46	1,12
Průměr 1—14	4,98	3,12	3,29	2,88	2,54	2,41	3,38	1,13

Množství dusíku stoupalo až do zelené zralosti u všech variant. V období od zelené do žluté zralosti došlo k úbytku dusíku vesměs u variant hnojených nižší dávkou dusíku, zatímco u variant hnojených 600 a 1200 mg N na nádobu došlo k přírůstku celkového množství dusíku. Varianty hnojené vyšší dávkou dusíku mohly tedy čerpat ještě dusík z půdního prostředí po zániku činnosti většiny hlízek, nebo i dusík atmosférický, ovšem za předpokladu, že část hlízek se udržela déle v činnosti, poněvadž vznikala později. U variant ostatních nabyla v tomto období pravděpodobně převahy exkrece dusíkatých látek nad jejich tvorbou v rostlině (Virtanen, Hausen 1935).

Funkce molybdenu se projevovala v mírném zvýšení koncentrace dusíku v sušině nadzemní hmoty od konce květu do sklizně, kde se toto zvýšení soustředilo pouze na semena. Molybden působil tedy na zvýšení koncentrace a množství dusíku u semen, nikoliv u slámy. Zvýšení koncentrace dusíku v sušině nadzemní hmoty se začalo projevovat tehdy, když se počínaly tvořit plody.

Aplikace $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ způsobila, že maxima koncentrace molybdenu v sušině nadzemní hmoty hrachu bylo dosaženo již v době květu místo v zelené zralosti. Množství molybdenu v sušině nadzemní hmoty stoupalo při aplikaci $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ až do sklizně, kdy bylo nejvyšší (mimo variantu s 1200 mg N na nádobu), zatímco maximum u variant bez aplikace mikroelementu se dostavilo již v zelené zralosti a jeho množství se do sklizně zmenšovalo (tabulka IX).

VII. Množství dusíku v sušině nadzemní hmoty v mg N na nádobu. — The amount of nitrogen contained in the dry matter of the above-ground material in mgm N per pot

Varianta číslo	I	II	III	IV	V	VI	Semena	Sláma
1	106,46	215,00	911,72	1149,84	1402,59	1423,70	1134,17	289,53
2	108,45	272,09	1043,34	1364,74	1596,28	1629,23	1272,53	356,70
3	152,82	254,28	1161,90	1187,50	1729,89	1446,71	1130,65	316,06
4	140,15	345,70	1010,99	1292,01	1580,89	1402,61	1111,12	291,49
5	117,30	311,47	996,04	1295,41	1527,55	1554,02	1229,44	324,58
6	110,94	352,66	1174,54	1523,50	1609,91	1652,31	1332,17	320,14
7	72,04	343,25	1087,32	1380,29	1613,99	1664,48	1317,22	347,26
8	81,67	197,73	848,06	1309,66	1407,60	1357,85	1060,13	297,72
9	95,88	236,00	1089,98	1352,75	1782,00	1578,21	1275,20	303,01
10	104,30	310,03	947,96	1264,21	1785,91	1668,03	1358,80	309,23
11	125,78	311,78	892,46	1420,34	1577,41	1521,50	1230,46	291,04
12	108,20	260,32	920,10	1598,49	1704,74	1560,60	1245,21	315,39
13	121,52	381,82	1051,92	1536,58	1682,85	1787,14	1443,06	344,08
14	91,70	372,70	1200,22	1699,46	1727,41	1778,89	1435,75	343,14
Průměr 1— 7	115,45	299,21	1055,12	1313,33	1580,16	1539,00	1218,18	320,82
Průměr 8— 14	104,15	295,77	992,96	1454,50	1666,84	1607,46	1292,66	314,80
Průměr 1— 14	109,80	297,49	1024,04	1383,91	1623,50	1573,21	1255,42	317,81

	$\bar{y}$	s	v	r	b_{yx}	b_{xy}
Y : % N v sušině 0	3,29	0,10	2,92	-0,18	0,000	-800,60
semen +Mo	3,50	0,10	2,95	0,15	0,000	592,81
% N v sušině 0	1,13	0,06	5,43	-0,81	0,000	-5495,58
slámy +Mo	1,11	0,03	2,54	-0,95	0,000	-14176,00
váha sušiny 0	0,67	0,01	1,82	-0,47	0,000	-16075,62
slupky +Mo	0,66	0,01	1,67	0,24	0,000	8863,87

Bertrand (1939), Scharrer (1941), Vinogradova (1943) uvádějí, že semena leguminóz obsahují relativně značná množství molybdenu; Harris, Parker, Johnson (1965) zjistili v semenech sóji až 22,4 ppm Mo (Texas). Tato zjištění možno rozšířit o poznání, že při aplikaci molybdenu je jeho koncentrace v semenech vždy vyšší než ve slámě. Molybden se tedy koncentroval v místech, kde byla i vyšší koncentrace dusíkatých látek.

Vyšší dávky dusíku znamenaly pokles koncentrace i množství molybdenu v sušině nadzemní hmoty hrachu, což bylo nejtypičtější u varianty s 1200 mg N na nádobu, kde se změnil i celý trend jeho kumulace v sušině nadzemní hmoty hrachu. Dávka dusíku, která v podmínkách pokusu překročila fyziologicky specifický strop, snížila i příjem molybdenu. Makro- a mikroelement interferovaly.

Literatura

- ALLOS H. F., BARTHOLOMEW W. V., 1959, Replacement of symbiotic fixation by available nitrogen. *Soil Sci.* 87, 2 : 61-66.
- BERTRAND D., 1939, Sur la diffusion du molybdène chez les végétaux. *C. R. Acad. Sci.* 208, 2024.
- HARRIS H. B., PARKER M. B., JOHNSON B. J., 1965, Influence of Molybdenum Content of Soybean Seed and Other Factors Associated With Source on Progeny Response to Applied Molybdenum. *Agron.* 1, 397 : 399.
- KOCÚRIK Š., GREJTOVSKÝ A., 1967, Vplyv stúpajúcich dávok molybdénu na tvorbu sušiny, obsah dusíka a niektorých popelovín v sušině ďateliny lúčnej. *Agrochémia* 7 : 206-209.
- LAMMERS R. P., 1962, Nitrogen fertilization of pulses. *Stickstof* 6, 44 : 52.
- MALONOSOVA N. A., 1967, Vlijanije molibdena na razvitije bobovykh kultur. *Agrochimija* 4 : 100-102.
- MULDER E. G., 1950, Molybdenum in relation to nitrogen fixation of leguminous crops. *Trans. Intern. Congr. Soil Sci.* 2 : 124-127.
- PATE J. S., DART P. J., 1961, Nodulation studies in legumes. *Plant a. Soil* 15,4 : 329-346.
- PEJVE J. V., 1960, Mikroelementy i fermenty, AN Latv. SSR, 26-81.
- RUBEŠ L., 1970, Vliv dusíku a molybdenu na tvorbu hlízek hrachu (*Pisum sativum* L.). *Rostlinná výroba* 1 : 101-114.
- SCHARRER K., 1941, Biochemie der Spurenelemente, 136-139.
- VINOGRADOVA K. G., 1943, Presence of molybdenum in Leguminous. *C. R. Acad. Sci. URSS*, 40, 26 ; cit. podle Mc Kee, H. S., Nitrogen metabolism in plants, 1962.
- VIRTANEN A. I., HAUSEN S., 1935, Excretion of nitrogenous compounds from the root nodules of leguminous plants. *Nature*, 135, 184.

Došlo dne 25. 5. 1970

IX. Obsah molybdenu v sušině nadzemní hmoty hrachu. — The molybdenum content in the dry matter of the above-ground material of pea

Varianta číslo	III		V		VI		Semena		Sláma	
	mg/l kg sš	mg/nád.	mg/l kg sš	mg/nád.	mg/l kg sš	mg/nád.	mg/l kg sš	mg/nád.	mg/l kg sš	mg/nád.
1	0,62	0,0143	0,99	0,0553	0,55	0,0317	0,84	0,0276	0,17	0,0041
2	0,26	0,0076	1,68	0,1151	0,47	0,0301	0,68	0,0252	0,17	0,0049
3	0,51	0,0131	4,93	0,3305	0,48	0,0299	0,75	0,0268	0,12	0,0031
4	0,23	0,0069	1,87	0,1124	0,65	0,0397	1,08	0,0371	0,10	0,0026
5	0,32	0,0097	5,95	0,3550	1,31	0,0854	0,77	0,0278	1,99	0,0576
6	0,48	0,0175	1,47	0,0969	0,91	0,0646	0,79	0,0323	1,08	0,0323
7	0,80	0,0265	1,25	0,0865	0,25	0,0186	0,30	0,0121	0,22	0,0065
8	34,90	0,7493	27,26	1,5047	25,20	1,4496	27,26	0,8919	22,48	0,5577
9	19,66	0,6377	13,88	0,8328	17,52	1,0912	24,85	0,8876	7,66	0,2036
10	29,34	0,7578	18,72	1,1855	19,53	1,2745	24,54	0,9236	12,71	0,3509
11	26,01	0,7712	14,39	0,8798	19,99	1,2609	24,65	0,8933	14,02	0,3676
12	19,69	0,6099	13,69	0,9010	18,38	1,1970	24,22	0,8949	10,73	0,3021
13	18,43	0,6039	13,94	0,9309	14,77	1,0659	19,88	0,8126	8,10	0,2533
14	10,91	0,4029	10,65	0,7478	6,66	0,4859	8,72	0,3516	4,11	0,1343
Průměr 1—7	0,46	0,0137	2,59	0,1645	0,66	0,0429	0,74	0,0270	0,55	0,0159
Průměr 8—14	22,70	0,6475	16,07	0,9975	17,44	1,1178	22,01	0,8079	11,40	0,3099

RUBEŠ L. Vliv dusíku a molybdenu na výživu hrachu (*Pisum sativum* L.). Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 281-292, 1971.

Nejvyššího výnosu semen bylo dosaženo při dávce 600 mg N/nád. — $N : P_2O_5 : K_2O = 0,6 : 1 : 1,8$. Dávka 1200 mg N/nád. zvýšila již jen výnos slámy, přičemž se zvýšil podíl sušiny listů v nadzemní hmotě a snížil podíl výnosu semen na 1 g sušiny listů. Dávky 30–300 mg N/nád. byly pod fyziologicky specifickým prahem. Rozhodujícím činitelem pro optimální výnos semen byl počet semen/nád. při výrazném stoupení váhy 1000 semen. Stupňování dávek dusíku v podstatě jen málo ovlivnilo jeho koncentraci v sušině nadzemní hmoty. Koncentrace dusíku však klesala od počátku vegetace až do sklizně; klesající trend byl přerušen pouze v době květu. Množství dusíku na nádobu při vyšších dávkách vesměs stoupalo. Dusík neovlivnil slupkatost semen hrachu. Molybden mírně zvyšoval koncentraci dusíku u semen, nikoliv však u slámy; koncentrace molybdenu byla vyšší u semen než u slámy. Molybdenem způsobené zvýšení koncentrace dusíku v sušině nadzemní hmoty se počalo projevovat od počátku tvorby plodů. Dávka dusíku, která v podmínkách pokusu překročila fyziologicky specifický strop, snížila příjem přidávaného molybdenu; makro- a mikroelement interferovaly.

hrách; dusík; molybden

РУБЕШ Л. (Научно-исследовательский институт технических и зернобобовых культур, Шумперк-Теменице). Влияние азота и молибдена на питание гороха (*Pisum sativum* L.). Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 281-292, 1971.

Наибольший урожай семян был собран при дозе 600 мг N/сосуд — $N : P_2O_5 : K_2O = 0,6 : 1 : 1,8$. Доза 1200 мг N/сосуд увеличила уже лишь урожай соломы, причем содержание сухого вещества в листьях надземной массы было увеличено, а доля урожая семян на 1 г сухого вещества в листьях была сокращена. Дозы 30–300 мг N/сосуд находились ниже физиологическо-специфического порога. Решающим фактором оптимального урожая семян было количество семян/сосуд при резком увеличении веса 1000 семян. Повышение азотных доз по существу мало повлияло на его концентрацию в сухом веществе надземной массы. Однако концентрация азота сокращалась с начала вегетации вплоть до уборки; нисходящая тенденция была прервана лишь в период цветения. Количество азота в сосудах все время возрастало с увеличением доз. Азот не повлиял на лужистость семян. Молибден слабо повышал концентрацию азота в семенах, но не в соломе; его концентрация была больше в семенах, чем в соломе. Вызванное молибденом повышение концентрации азота в сухом веществе надземной массы начало проявлять себя в начале образования плодов. Доза азота, превысившая в условиях опыта физиологическо-специфическую границу, сократила поглощение внесенного молибдена; макро- и микроэлемент были интерферированы.

горох; азот; молибден

RUBEŠ L. (Forschungsinstitut für technische Pflanzen und Hülsenfrüchte, Šumperk-Temenice). Einfluß des Stickstoffs und Molybdens auf die Ernährung von Erbsen (*Pisum sativum* L.). Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 281-292, 1971.

Der höchste Samenertag wurde bei einer Gabe von 600 mg N/Gefäß — $N : P_2O_5 : K_2O = 0,6 : 1 : 1,8$ erreicht. Die Gabe von 1200 mg N/Gefäß erhöhte nur noch den Strohertrag, wobei der Anteil der Blättertrockensubstanz in der oberirdischen Masse erhöht wurde und der Anteil des Samenetrags auf 1 kg Trockensubstanz der Blätter herabgesetzt wurde. Die Gaben von 30–300 mg N/Gefäß waren unter der physiologisch spezifischen Schwelle. Ein entscheidender Faktor für den optimalen Samenertag war die Anzahl der Samen je Gefäß bei ausgeprägter Gewichtssteigerung von 1000 Samen. Die Stickstoffgabensteigerung beeinflusste wesentlich nur gering ihre Konzentration in der Trockensubstanz der oberirdischen Masse. Die Stickstoffkonzentration sank jedoch vom Beginn der Vegetation bis zur Ernte; der herabsetzende Trend wurde nur in der Blütezeit unterbrochen. Die Stickstoffmenge auf ein Gefäß stieg meistens bei höheren Gaben. Stickstoff beeinflusste nicht den Hülseanteil der Erbsensamen. Molybden erhöhte gering die Stickstoffkonzentration bei Samen, keinesfalls jedoch bei Stroh; die Molybdenkonzentration war bei Samen höher als bei Stroh. Die durch Molybden verursachte Stickstoffkonzentrationserhö-

hung in der Trockensubstanz der oberirdischen Masse begann vom Beginn der Früchtenbildung zum Vorschein kommen. Die Stickstoffgabe, die unter den Versuchsbedingungen die physiologisch spezifische Höchstgrenze überschritt, setzte den Empfang des beigegebenen Molybdens herab; das Makro- und Mikroelement interferierten.

Erbsen; Stickstoff; Molybden

Adresa autora:

Ing. Ladislav Rubeš, CSc., Výzkumný ústav technických plodin a luskovin, Šumperk - Temenice

VLIV NĚKTERÝCH AGROTECHNICKÝCH OPATŘENÍ NA VÝNOSY JARNÍHO JEČMENE NA HNĚDÉ PŮDĚ

F. KRÍŠŤAN, V. ČERNÝ

KRÍŠŤAN F., ČERNÝ V. (Research Institute of Plant Production, Institute of Plant Nutrition, Praha - Ruzyně). *The Effect of Some Cultural Practices on the Yields of Spring Barley Grown on Brown Soil*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 293-302, 1971.

In a potato-growing region at Lukavec polyfactorial field experiments were carried out in 1966-1969. The effect of some cultural practices (preceding crop, fertilization, sowing-rate, depth of tillage) on the yields of spring barley, 'Valtický' variety, was investigated. The most marked average contribution to the yields in the above years was made by fertilization, using industrial fertilizers (41.6 %); the preceding crop was the second most important agrotechnical factor observed (17.6 %). The influence of the sowing-rate (3.4 %) and that of the depth of tillage (4.7 %) were substantially lower. The NPK fertilization, compared to the effect of the preceding crop, increased the yield of straw, rather more than grain. The yields of straw at lower sowing-rates were balanced by an increased tillering. The higher increase resulting from an increased fertilization did not balance the deficit caused by unsuitable crop rotation. The participation of NPK fertilizer in the yield was represented by an average increase of 15.4 q/ha of grain and 20 q/ha of straw. The intensity of each factor reflected in the yields of spring barley fluctuated under the influence of different courses of weather conditions in separate seasons. Fertilization showed the most balanced effect. The influence of the complex of the cultural practices under the given conditions was considerable. The difference of 64.2 per cent on the average, of the lowest and the highest yields obtained (15.8 : 44.3 q/ha of grain) was represented by the increase of 28.5 q/ha of grain and 24.8 q/ha of straw.

spring barley; preceding crop; fertilization; sowing-rate; depth of tillage

Lektor: ing. V. Skládál, Praha

V posledních letech stoupá zastoupení ječmene v osevních postupech při pěstování nových, vysoce výnosných odrůd a nastává otázka kompenzace vlivu špatné předplodiny (obilniny) vyššími dávkami průmyslových hnojiv, především dusíkatých. Ballen (1964) uvádí u ječmene větší předpoklady pro pěstování v monokultuře za intenzivního hubení plevelů a ničení chorob a vyšší intenzity hnojení než u pšenice. Někteří autoři považují za nejasné, zda špatné vlastnosti předplodiny je možno vyrovnat hnojením, protože působení jednotlivých živin je podle dobré nebo špatné předplodiny různé. Vliv předplodiny na výnosy je podstatně odlišný v různých půdně klimatických podmínkách. Tak např. Strnad (1968) zjistil, že zvýšenými dávkami živin je možno na černozemní půdě v řepařské oblasti eliminovat nepříznivý vliv nevhodné předplodiny (obilniny).

Pro dosahování maximálních a stálých výnosů je důležité zajistit optimální hustotu porostu. U současných odrůd ječmene doporučují domácí autoři (např. Příkryl 1966 aj.) asi 3 až 4 milióny klíčivých zrn na hektar. Z dalších agrotechnických faktorů, které ovlivňují výnosy ječmene, byla v minulosti věnována značná pozornost základnímu zpracování půdy (např. Černý 1961,

Kopecký 1966 aj.). O základním zpracování půdy a jeho hloubce však není dosud jednotný názor.

Obecně je možno říci, že jednotlivé otázky předplodiny, hnojení, množství výsevků a hloubky orby u jarního ječmene byly podrobně sledovány především v monofaktoriálních pokusech (např. ve Výzkumném ústavu obilnářském v Kroměříži). Poměrně málo bylo dosud pokusů polyfaktoriálních.

STANOVIŠTĚ A METODY

Polní pokusy probíhaly na pracovišti VÚRV, Ústavu výživy rostlin v Lukavci, okr. Pelhřimov (výrobní oblast bramborářská), Jihočeský kraj, a to v letech 1966 až 1969. Nadmořská výška je zde 620 m, půda hnědá hlinitopísčité, středně šterkovitá s hloubkou ornice do 25 cm, přecházející do písčité zeminy s rulovou drtí. Obsah veškerého humusu je 2,6–3,6 %, pH 5,5, vyznačují se vysokým obsahem K₂O a nedostatkem P₂O₅. Dlouholetý průměrný roční úhrn srážek činí 664,6 mm, průměrná roční teplota vzduchu 7,3 °C.

Pokusný rok 1966 se vyznačoval nadměrným množstvím srážek zejména v letním chladnějším období. Rok 1967 byl srážkově shodný s normálem, v letních měsících však byly vyšší teploty a nižší srážky. Rok 1968 byl zpočátku chladnější, později vyrovnaný, v letních měsících opět chladný a s mimořádně suchým červencem a vlhkým srpnem. V roce 1969 bylo sucho a ve druhé polovině chladno.

Jednalo se o pokusy polyfaktoriální, v nichž byl sledován vliv čtyř základních agrotechnických faktorů, jak je patrné z tabulky I.

I. Sledovaná agrotechnická opatření. — The cultural practices observed

Faktor	Stupeň
Předplodina P	p ₁ — brambory polorané (odrůda Krasava) p ₂ — ječmen jarní (odrůda Valtický)
Hnojení NPK H	h₁ p₁ p₂ 45 — 45 — 90 70 — 45 — 90 h₀ — (nehnojeno)
Výsevek S	s ₁ — 4,5 mil. klíč. zrn/ha s ₂ — 3,0 mil. klíč. zrn/ha
Hloubka orby O	o ₁ — 24–26 cm o ₂ — 14–16 cm

Vzájemnou kombinací sledovaných faktorů se vytvořilo 16 variant:

1. p ₁ h ₁ s ₁ o ₁	5. p ₁ h ₀ s ₁ o ₁	9. p ₂ h ₁ s ₁ o ₁	13. p ₂ h ₀ s ₁ o ₁
2. p ₁ h ₁ s ₁ o ₂	6. p ₁ h ₀ s ₁ o ₂	10. p ₂ h ₁ s ₁ o ₂	14. p ₂ h ₀ s ₁ o ₂
3. p ₁ h ₁ s ₂ o ₁	7. p ₁ h ₀ s ₂ o ₁	11. p ₂ h ₁ s ₂ o ₁	15. p ₂ h ₀ s ₂ o ₁
4. p ₁ h ₁ s ₂ o ₂	8. p ₁ h ₀ s ₂ o ₂	12. p ₂ h ₁ s ₂ o ₂	16. p ₂ h ₀ s ₂ o ₂

Polní pokusy byly uspořádány metodou dělených dílců. Velikost sklizňových parcellek byla 15 m², počet opakování 6.

U předplodiny bylo diferencováno hnojení podobně jako u následné plodiny. Sklizňové výsledky u ječmene byly hodnoceny analýzou rozptylu na samočinném počítací Minsk 22.

Pokus byl vyhodnocen i ekonomicky, a to z hlediska vlivu jednotlivých opatření na hospodářský efekt.

II. Výnosy ječmene jarního (q/ha, ‰). — The yields of spring barley (q/ha, ‰)

Agrotechnický faktor	Výnos zrna					Výnos slámy Ø 1966—1969
	1966	1967	1968	1969	Ø 1966—1969	
Předplodina P:						
brambory p ₁	30,94 (100)	27,05 (100)	37,09 (100)	36,45 (100)	32,88 (100)	35,24 (100)
ječmen p ₂	25,95*** (83,87)	18,54*** (68,53)	27,80*** (74,95)	29,56*** (81,15)	25,47 (77,46)	31,12 (88,30)
Hnojení H:						
hnojeno NPK h ₁	36,21 (100)	30,45 (100)	42,49 (100)	38,26 (100)	36,85 (100)	43,21 (100)
bez hnojení h ₀	20,69*** (57,13)	15,13*** (49,67)	22,40*** (52,71)	27,76*** (72,55)	21,49 (58,31)	23,15 (53,57)
Výsevek S:						
4,5 mil. klíč. s ₁	27,72 (100)	24,74 (100)	32,55 (100)	36,29 (100)	30,32 (100)	33,48 (100)
zrn/ha						
3 mil. klíč. s ₂	29,18* (105,26)	20,86*** (84,31)	32,35- (99,31)	34,74 (95,73)	29,28 (96,56)	33,04 (98,60)
zrn/ha						
Hloubka orby O:						
26 cm o ₁	29,52 (100)	23,31 (100)	33,62 (100)	35,61 (100)	30,51 (100)	33,72 (100)
14 cm o ₂	27,38** (92,75)	22,29- (95,62)	31,28* (93,03)	35,43- (99,49)	29,09 (95,34)	32,53 (96,47)

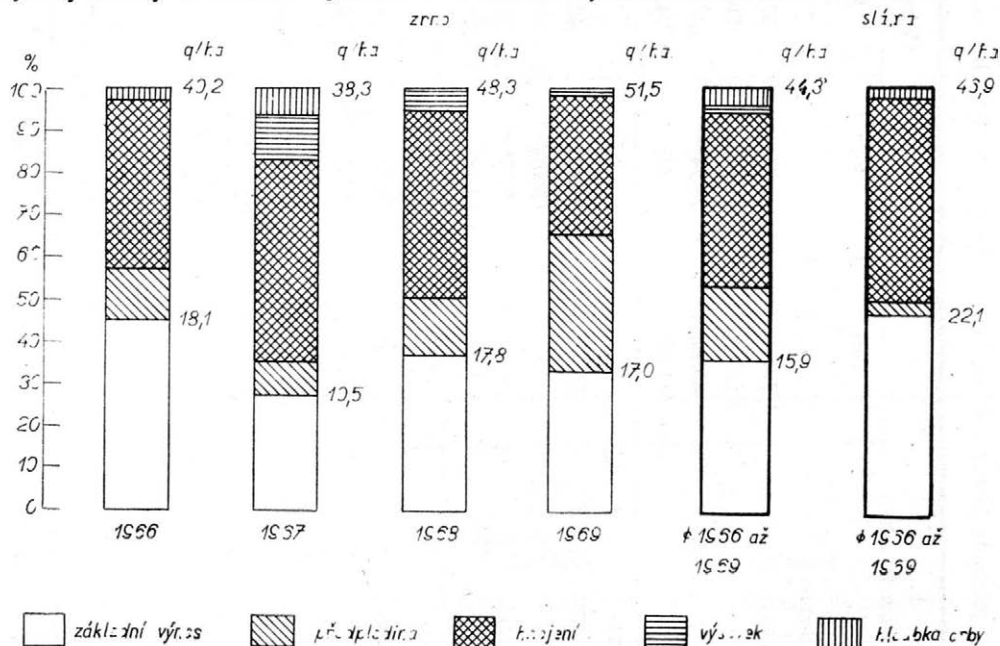
Statisticky významný rozdíl P = 0,10* P 0,05** P 0,001***

Ze statistického hodnocení průměrných výnosů uvedených v tabulce II je zřejmé, že nejvýrazněji se ze všech sledovaných faktorů uplatnil vliv hnojení, a to především u zrna, v menší míře u slámy. Vysoce průkazný byl i vliv předplodiny a téměř zanedbatelný vliv různého výsevu a hloubky orby.

Vliv předplodiny na výnos jarního ječmene byl ve všech čtyřech letech statisticky vysoce průkazný ve prospěch vhodné předplodiny — brambor. Výnosy po obilnině dosahovaly v průměru čtyř let jen 68,5 až 83,8 % výnosů dosažených po bramborách. Nejvyšší účinek předplodiny na výnos zrna byl v roce 1967 s mimořádně suchým a teplým červencem. V průměru za pokusné období byl výnos zrna ječmene snížen nevhodným střídáním plodin o 22,5 %, což reprezentuje 7,41 q/ha. U slámy bylo toto snížení v průměru pouze 11,7 % (4,12 q/ha).

Vysoce průkazný a silnější než vliv předplodiny byl ve všech letech vliv hnojení průmyslovými hnojivy. Minerální hnojení se podílelo na výnosu zrna 27,5 až 50,3 %. Čtyřletý průměrný přírůstek připadající na hnojení činil 15,36 q/ha (71,4 %). U slámy byly zjištěny ještě vyšší vysoce průkazné výnosové rozdíly. V průměru připadalo na hnojení průmyslovými hnojivy zvýšení 20 q/ha slámy (87 % z celkového přírůstku výnosu).

Velikost výsevu měla v průběhu pokusných let rozdílný vliv na výnos zrna (viz graf 1). Ve třech letech byl výhodnější vyšší výsev na ha a v jednom roce (1967) byl dosažen vyšší výnos při sníženém výsevu na ha. V průměru čtyř let vyšší výsev zvýšil výnos zrna jen nepatrně o 1,04 q/ha (3,4 %). Podobně tomu bylo i ve výnosech slámy. Ve třech letech byly o něco vyšší výnosy slámy u nižšího výsevu v důsledku vyššího odnožování rostlin.



1. Podíl základních agrotechnických opatření na tvorbě výnosu jarního ječmene (celkový výnos = 100 %). — Share of cultural practices measures in the formation of summer barley yields (total yields — 100 %)

III. Vztah mezi předplodinou a ostatními agrotechnickými faktory (q/ha). — The relation between the preceding crop and other cultural practices (q/ha)

Interakce	Výnosy zrna					Výnosy slámy				
	1966	1967	1968	1969	$\bar{\varnothing}$ 1966—69	1966	1967	1968	1969	$\bar{\varnothing}$ 1966—69
Předplodina × × hnojení (P + N)										
P ₁ h ₁	39,22	34,46	43,65	39,64	40,24	41,02	35,53	51,04	53,70	45,82
P ₁ h ₀	22,67	19,64	26,52	33,26	25,52	20,77	18,83	28,56	30,46	24,65
P ₂ h ₁	33,20	26,47	37,32	36,89	33,47	35,06	36,66	42,73	47,98	40,61
P ₂ h ₀	18,71	10,62	18,29	22,27	17,47	21,00	14,25	22,07	29,27	21,65
Předplodina × × výsevek (P + S)										
P ₁ s ₁	30,19	29,90	37,64	42,05	34,94	30,06	29,93	38,93	42,52	35,36
P ₁ s ₂	31,69	24,40	36,54	40,85	33,37	31,72	24,37	40,67	43,65	35,10
P ₂ s ₁	25,23	19,58	27,46	30,53	25,70	28,10	26,37	31,86	38,76	31,28
P ₂ s ₂	26,67	17,51	28,15	28,63	25,24	27,93	24,54	32,94	38,49	30,97
Předplodina × × hloubka orby (P + O)										
P ₁ o ₁	32,19	28,57	38,57	40,29	34,90	32,57	26,44	40,38	43,65	35,76
P ₁ o ₂	29,69	25,54	35,61	42,62	33,36	29,23	27,94	39,24	42,52	34,73
P ₂ o ₁	26,84	18,05	28,67	30,93	26,12	29,60	25,31	33,03	39,79	31,93
P ₂ o ₂	25,07	19,05	26,95	28,24	24,83	26,47	25,61	31,78	37,46	30,33

IV. Vztah mezi hnojením, výsevkem a orbou (q/ha). — The relation between fertilization, sowing-rate and tillage (q/ha)

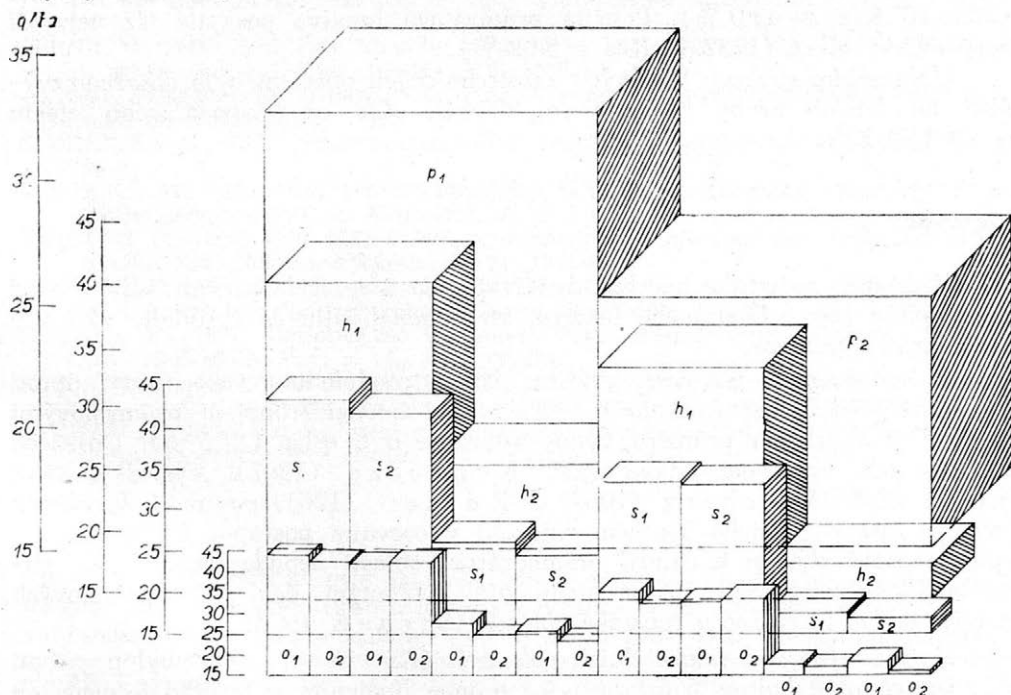
Interakce	Výnosy zrna					Výnosy slámy				
	1966	1967	1968	1969	Ø 1966—69	1966	1967	1968	1969	Ø 1966—69
Hnojení × × hloubka orby (N + O)										
h ₁ o ₁	36,76	30,97	43,24	43,15	38,53	39,82	36,82	46,90	53,68	44,12
h ₁ o ₂	35,66	29,97	41,75	43,38	37,69	36,86	36,13	46,88	50,02	42,32
h ₀ o ₁	22,27	15,65	24,01	28,07	22,50	22,34	15,68	26,51	29,77	23,57
h ₀ o ₂	19,11	14,62	20,87	27,47	20,50	19,44	17,42	24,14	29,97	22,74
Výsevek × × hloubka orby (S + O)										
s ₁ o ₁	29,07	25,61	34,03	36,43	31,28	30,70	27,74	36,51	42,72	34,42
s ₁ o ₂	26,37	23,87	31,08	36,16	29,37	27,75	28,64	34,29	38,56	32,31
s ₂ o ₁	29,97	21,01	33,22	34,79	29,75	31,47	24,03	36,89	40,72	33,27
s ₂ o ₂	28,40	20,71	31,48	34,69	28,82	28,20	24,91	36,73	41,42	32,82
Hnojení × × výsevek (N + S)										
h ₁ s ₁	36,02	32,43	42,28	43,78	38,63	38,06	37,52	46,61	50,81	43,25
h ₁ s ₂	36,39	28,50	42,70	42,75	37,58	38,02	34,66	47,16	52,87	43,18
h ₀ s ₁	19,40	17,04	22,82	28,80	22,02	20,14	18,82	24,18	30,46	23,40
h ₀ s ₂	21,97	13,21	21,99	26,73	20,97	21,63	14,25	26,45	29,27	22,90

Různá hloubka orby měla rovněž malý účinek na výnosy ječmene. Pouze v prvním pokusném roce (1966) se srážkově bohatšími letními měsíci byla průkazně lepší hlubší orba — rozdílem 2,14 q/ha (7,3 %) zrna a 3,2 q/ha (10,4 %) slámy. V dalších letech byly výnosy zrna po mělčí orbě jen o něco málo nižší, v průměru o 1,42 q/ha (4,7 %).

Z hodnocení interakce předplodina X hnojení (tabulka III) byl v průměru let dosažen přírůstek po vhodné předplodině 57,6 %, po nevhodné předplodině 97,4 %. Zvýšený přírůstek výnosu připadající na hnojení po obilnině ve srovnání s přírůstkem po bramborách však nevykompenzoval výnosový rozdíl, způsobený nevhodným střídáním plodin.

Další interakce předplodin X hustota setí vykazovala ve výnosech zrna rozdílné výsledky v jednotlivých letech. Výnosy zrna i slámy byly ovlivněny více předplodinou než velikostí výsevu na hektar. Výnosový rozdíl ve prospěch vyššího výsevu při vhodném střídání plodin byl větší (+ 4,7 %) než při špatném střídání plodin (+ 1,8 %). Vyšší výsevek po nevhodné předplodině zvýšil výnosový rozdíl u zrna. Výnosy slámy nebyly v průměru let podstatně ovlivněny velikostí výsevu. K vyrovnání došlo vyšším odnožováním u nižšího výsevu zejména v roce 1967, kdy byl zjištěn i vyšší počet neproduktivních odnoží. Ukázalo se, že ani zvýšeným výsevem nelze kompenzovat negativní vliv předplodiny.

V interakci předplodina X hloubka orby výnosové výsledky ukazují ve většině pokusných let i v průměru za pokusné období mírně zvýšenou tendenci po hlubší orbě u obou sledovaných variant. Zvýšení výnosů bylo v průměru let po bramborách 1,54 q/ha (4,6 %) a po obilnině 1,29 q/ha (5,1 %). Intenzita faktorů orby byla málo výrazná.



2. Vliv základních agrotechnických faktorů na výnos ječmene (zrno) (průměr z let 1966 až 1969). — Influence of cultural practices measures on barley yields of grain (average of years 1966 to 1969)

Při dalším hodnocení interakce hnojení $\times$ hustota porostu (tabulka IV) převládalo hnojení svým vlivem na výnosy. Na nehnojených variantách byl výhodnější vyšší výsevek. Při hnojení se střídavě v letech lépe uplatnil i nižší výsevek. Při vyšším výsevu byl však v průměru o něco vyšší výnos (+ 2,7 %).

Interakce vyšší normy výsevu s hlubší orbou příznivě ovlivnila i výnosy na ostatních kombinacích. Jednoznačně kladně na výnos působila hlubší orba při nehnojení průmyslovými hnojivy (v průměru přírůstek 2,0 q/ha). Hnojením se snížil význam hlubší orby, která nebyla jednoznačně výhodnější oproti orbě mělké. Hlubší orba v interakci s vyšším výsevkiem oproti nižšímu výsevu dala vyšší přírůstek zrna.

V průměru pokusných let byl nejnižší výnos na kombinaci $p_{2h}o_{s2}o_2$ (15,88 q/) a nejvyšší výnos na kombinaci $p_{1h}i_{s1}o_1$ (44,27 q/ha). Podíly sledovaných faktorů na tvorbě výnosu zrna jarního ječmene v jednotlivých letech i v průměru za pokusné období jsou znázorněny na grafech na obr. 1 a 2.

EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ VÝNOSŮ

Ekonomické vyhodnocení vlivu sledovaných agrotechnických faktorů na výnos přineslo vysoký finanční efekt především u hnojení NPK a dále u vhodné předplodiny. Další agrotechnická opatření (velikost výsevu, hloubka orby) lze považovat za faktory ekonomicky méně významné.

Vhodná předplodina zajistila na hektaru vysoký přírůstek u hrubé produkce (1154,90 Kčs = 34,5 %) i u hospodářského efektu (1175,90 Kčs = 34,3 %). Účinek hnojení na přírůstek hrubé produkce byl ze sledovaných faktorů nejvyšší (2266,10 Kčs = 43,0 %). Použitá průmyslová hnojiva poskytla též nejvyšší hospodářský efekt (1732,60 Kčs = 58,2 %).

Uplatněním souboru vhodných agrotechnických opatření bylo dosaženo zvýšení na hektar hrubé produkce o 3974,60 Kčs, u hospodářského efektu o 3302,90 Kčs.

DISKUSE

V daných podmínkách v bramborářské oblasti se zcela potvrdil vliv vhodné předplodiny jako významného faktoru, který nenahraditelně ovlivňuje výši výnosu jarního ječmene.

V hodnocených pokusech zvýšila vhodná předplodina (okopanina) oproti nevhodné předplodině (obilnině) i při vysoké intenzitě hnojení průmyslovými hnojivy ve čtyřletém průměru výnos zrna cca o 8 q/ha (17,5 %). Dosažené hodnoty jsou vyšší než udává např. Könnicke (1967). Výsledky, které uvádějí např. Agerberg (1967) a Rütther (1961) potvrzují, že výnosy ječmene klesají při jeho špatném zařazení v osevním postupu. I tyto exaktní pokusy prokázaly, že v chudší bramborářské oblasti nebude možné zcela eliminovat nepříznivý vliv špatné předplodiny zvýšenými dávkami průmyslových hnojiv, jak je to možné v řepářské oblasti (Strnad 1968).

V obdobných, polyfaktoriálních pokusech (Kříšťan 1969) byl negativní vliv špatné předplodiny podstatně více tlumen hnojením u jarního ječmene ve srovnání s ozimým žitem. Bylo to způsobeno především vyšším využitím dusíku ze zvýšených dávek průmyslových hnojiv na tvorbu výnosu u jarního ječmene oproti oz. žitu. Proměnlivý vliv předplodin v ročnících, silně odvislý

od různého průběhu povětrnosti, zjistil např. Ceylan (1966) a jiní autoři. Potvrdily se též názory některých autorů o zvýšeném vlivu předplodin nebo hnojení následkem různého průběhu povětrnosti. Živiny z průmyslových hnojiv se podílely v průměru pokusných let na výnosu zrna 41,6 %, na výnosu slámy 48,4 %.

Vliv hustoty setí se projevil na výnosech jarního ječmene již daleko slaběji v porovnání s vlivem předplodiny a hnojení. Pro hustotu porostu je důležitá intenzita odnožování, spojená s dobou výsevu. Dosažené výsledky jsou ve shodě se závěry některých autorů (Slepička, Křišťan, Strnad 1965, Příkryl 1969 aj.), kteří doporučují výsev asi 3–5 miliónů klíčivých zrn na hektar. Potvrdilo se, že vyšší výsevek může částečně kompenzovat nepříznivý vliv pozdního setí.

Působení hloubky orby bylo stejně slabé jako působení různého výsevu na hektar. Z krátkodobého uplatnění mělké orby nelze ještě usuzovat na její negativní vliv na půdní úrodnost, jak uvádí z dlouhodobých pokusů např. Černý (1960). Při zvýšené intenzitě hnojení průmyslovými hnojivy lze spíše očekávat snížení vlivu hloubky orby na výnosy.

Literatura

- AGERBERG L. S., 1967, Ensidig växtodling. Uppsala, Lantbrukshögskolens Meddel. č. 74, s. 47.
- BALLEN E., 1964, Nekotoryje problemy ulučšenija sevooborotov zernovymi kul'turami. Sel. chozj. za rubežom, 10 : 126–135.
- CEYLAN A., 1966, Einfluß von Standort, Sorte und Düngung auf die Ertragsbildung und die Qualität von Sommer — und Wintergerste. Giessen J. Liebrig — Univ. 195 s.
- ČERNÝ V., 1960, Problémy hloubky základního zpracování půdy. Přehled zeměděl. lit. zahraniční a domácí, 10 (11) : 1401–1406.
- , 1961, Příspěvek ke zjištění vlivu různé hloubky a způsobu podzimní orby k jařinám po okopaninách. Rostl. výr. 12 : 1571–1584.
- KÖNNECKE G., 1967, Fruchtfolgen. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 335 s.
- KOPECKÝ M., 1966, Propracování syntézy faktorů agrotechniky vysokých výnosů jarního ječmene. VÚob Kroměříž, 67 s.
- KŘIŠŤAN F., 1969, Vliv základních agrotechnických opatření na strukturu výnosu ozimého žita. Rostlinná výroba 11–12 : 1043–1052.
- PŘÍKRYL K., 1969, Reakce půd na formy N při hnojení na list na dynamiku růstu, výnos a kvalitu sladovnického ječmene. Rostlinná výroba r. 15., 3 : 303–310.
- RÜTHER H., 1961, Beziehungen zwischen Vorfruchtwert und Düngung. Wiss. Z. Univ. Hall-Math.-Nat., r. 10., 2–3 : 389–394.
- SLEPIČKA J., KŘIŠŤAN F., STRNAD P., 1965, Vliv normy krycí plodiny na výnos krycí plodiny a výnos podsevu. I. sdělení. Rostlin. výroba, 7 : 717–732.
- STRNAD P., 1968, Vztahy mezi předplodinou, intenzitou hnojení a dosaženým výnosem. Sborník výživy rostlin, s. 7–17, Jánské Lázně.

Došlo dne 12. 6. 1970

KŘIŠŤAN F., ČERNÝ V. *Vliv některých agrotechnických opatření na výnosy jarního ječmene na hnědé půdě*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 293–302, 1971.

V bramborářské oblasti v Lukavci byly v letech 1966–1969 konány polyfaktoriální pokusy, ve kterých byl sledován vliv agrotechnických opatření (předplodiny, hnojení, množství výsevu, hloubky orby) na výnosy jarního ječmene odrůdy 'Valtický'. Na tvorbě výnosu se v průměru let nejvýrazněji podílelo hnojení průmyslovými hnojivy (41,6 %) a z dalších sledovaných agrotechnických faktorů předplodina (17,6 %). Podstatně slabší byl vliv velikosti výsevu (3,4 %) a hloubky orby (4,7 %). Hnojení NPK ve srovnání s vlivem předplodiny více zvyšovalo výnos slámy než zrna. Výnosy

slámy u nižšího výsevku vyrovnávalo zvýšené odnožování. Zvýšený přírůstek připadající na zvýšené hnojení po obilnině nevyrovnal schodek způsobený nevhodným střídáním plodin. Podíl výnosu připadající na hnojení NPK byl reprezentován průměrným přírůstkem 15,4 q/ha zrna a 20 q/ha slámy. Intenzita jednotlivých agrotechnických faktorů na výnos jarního ječmene kolísala vlivem rozdílného průběhu povětrnosti v ročnících. Nejvyrovnaněji působilo hnojení. Vliv souboru agrotechnických faktorů byl v daných podmínkách značný. V průměru mezi nejnižším a nejvyšším dosaženým výnosem (15,8 : 44,3 q/ha zrna) byl rozdíl 64,2 % reprezentován přírůstkem 28,5 q/ha zrna a 24,8 q/ha slámy.

jarní ječmen; předplodina; hnojení; množství výsevku; hloubka orby

КРЖИШТЯН Ф., ЧЕРНЫ В. (Научно-исследовательские институты растениеводства, Институт питания растений, Прага-Рузыне). Влияние некоторых агротехнических мероприятий на урожай ярового ячменя на бурой почве. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 293-302, 1971.

В картофельной области Лукавец в 1966—69 гг. проводились полуфакториальные опыты, в ходе которых изучалось влияние агротехнических мероприятий (предшественника, удобрения, нормы высева, глубины вспашки) на урожай ярового ячменя сорта Вальтички. В образовании урожая в среднем по годам больше всего участвовало удобрение промышленными удобрениями (41,6 %), а из других изучаемых агротехнических факторов — предшественник (17,6 %). Гораздо слабее было влияние нормы высева (3,4 %) и глубины вспашки (4,7 %). По сравнению с предшественником, удобрение NPK повышало в большей мере выход соломы, чем зерна. Выход соломы у меньшей нормы высева выравнивался за счет повышенного кущения. Увеличенный прирост, приходящийся на повышенное удобрение по зерновым, не смог выравнять убыль, вызванную неправильным чередованием культур. Приходящаяся на удобрение NPK доля удобрения была выражена средним приростом 15,4 ц/га зерна и 20 ц/га соломы. Интенсивность отдельных агротехнических факторов, воздействующая на урожай ярового ячменя, колебалась под влиянием различной погоды в отдельные годы. Наиболее выравненным было действие удобрения. Влияние совокупности агротехнических факторов в данных условиях было значительным. В среднем между максимальным и минимальным урожаем (15,8 : 44,3 ц/га зерна) разница 64,2 % выражена приростом 28,5 ц/га зерна и 24,8 ц/га соломы.

яровой ячмень; предшественник; удобрение; количество высева; глубина вспашки

Adresa autorů:

Ing. František Křišťan, CSc., doc. ing. Vladimír Černý, CSc., Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Ústav výživy rostlin, Praha - Ruzyně.

VZTAHY MEZI RŮSTEM A VÝNOSEM JARNÍHO JEČMENE OVLIVNĚNÉ DOBOU PŘIHNOCENÍ N

K. PŘIKRYL, M. HLAVÁČ

PŘIKRYL K., HLAVÁČ M. (Research Institute of Cereals, Kroměříž). *Relations between the Growth and Yield of Spring Barley as Influenced by the Time of the Supplementary N-Fertilization*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 303-308, 1971.

In the years 1965 to 1967 a field trial was undertaken to check the effect of prolongation growth (height of plants), tillering, and amount of dry matter on the yield of grain under the conditions of supplementary N-fertilization on the second, fifth and seventh stages of organogenesis. The supplementary application of calcammonium saltpetre at any of the mentioned stages influenced the dynamics of growth (changes in the height of the plants, number of tillers and dry matter weight) in favour of grain yield: this effect was largest in variety 'Diamant' and weakest in 'Valtický', varieties 'Ekonom' and 'Firlbecks Union' being somewhere in the middle. In the supplementary fertilization on the early stages of development the plants of most varieties — with the exception of 'Diamant' — show an unproportionate prolongation growth. In variety 'Valtický' it is also the formation of dry matter that is not in a favourable relation to grain yield. With unproportionate length increases the stands are readily susceptible to lodging, the yield and quality of grain are reduced. On the other hand in variety 'Diamant' which is resistant to lodging, supplementary fertilization applied as early as at the second stage does not exert the most favourable influence on the height of the plants among all of the variants under study. The later the application of supplementary fertilization, the more favourable effect is exerted on the prolongation growth in varieties susceptible to lodging and the hazard of lodging is reduced. In non-resistant variety 'Diamant' a reverse reaction is observed. Unlike the above-mentioned characters, tillering is largely connected with the duration of the vegetation period. In the more early varieties ('Valtický', 'Firlbecks Union'), the later the application of supplementary N-fertilization, the more unfavourable effect was exerted by tillering on grain yield, whereas the reverse is true of varieties 'Ekonom' and 'Diamant'. The favourable effect of the formation of dry matter on the yield of grain occurs mostly in new varieties ('Ekonom', 'Firlbecks Union', 'Diamant') having a better morphological structure of the plants (more erect leaves) capable of more effective utilization of increased soil fertility including N-nutrition. In all varieties with the exception of 'Valtický' the supplementary fertilization exerted a positive effect on the formation of dry matter and thereby also on the level of yield. The increase is apparent especially in those cases where the supplementary fertilization was applied at later stages. A reverse trend occurred in variety 'Valtický'.

spring barley; effect of nitrogen nutrition on the dynamics of growth and grain yield

Lektor: ing. V. Skládál, Praha

Jedním z rozhodujících činitelů ovlivňujících během vegetace strukturu porostu je především minerální výživa, zvláště N (Aufhammer, Fischbeck 1955, Škopík, Derco 1962, Přikryl 1965, Křišťan, Pokorný, Baier 1965, Masaryk 1966, Kopecký 1967, Kolbe, Scharf 1967, Strnad, Pokorný, Baier 1967, Škopík, Bezděk

1967). Na tuto však reagují jednotlivé odrůdy rozdílně (Boguszewski 1963, Kopecký 1964, Příkryl 1969). K dosažení trvale vysokých výnosů jarního ječmene je proto nutné zabezpečit optimální tvorbu jednotlivých orgánů rostlin, správný poměr mezi čerstvou a suchou hmotou na jedné straně a prodlužovacím růstem na straně druhé.

Cílem předložené práce je analýza vlivu výšky rostlin, počtu odnoží a množství suché hmoty ve třech rozhodujících etapách růstu na výnos zrna z hlediska aplikace N výživy.

METODIKA A POSTUP PRÁCE

V letech 1965—1967 byl zakládán polní pokus se 4 výnosově, morfologicky a vývojově rozdílnými odrůdami jarního ječmene 'Valtický', 'Firlbecks Union', 'Ekonom' a 'Diamant' (pořadí podle ranosti a odolnosti k poléhání). Bylo vyséváno 3,5 mil. klíč. zrn/ha po předplodině cukrovce hnojené chlévským hnojem (450 q/ha). Před setím byl ječmen pohnojen 54 kg č. ž. P_2O_5 /ha (superfosfát), 100 kg č. ž. K_2O /ha (40% draselná sůl) a ve II., V. a VII. etapě organogeneze (podle Kupermanové) ledkem amonným s vápencem (25 kg č. ž. N/ha).

Během vegetace byly prováděny (v pravidelných intervalech) růstové analýzy rostlin. Po sklizni byly řešeny regresní analýzou vztahy mezi dynamikou růstu, představovanou změnami ve výšce rostlin, počtu odnoží a váze suché hmoty v g/100 rostlin na začátku sloupkování, metání a v mléčné zralosti a výnosem zrna. Působení jednotlivých faktorů ve vztahu k výnosu zrna bylo zhodnoceno pomocí β koeficientů.

VÝSLEDKY

U přihnojení dusíkem ve II. etapě organogeneze ovlivnil prodlužovací růst (výška rostlin) výnos zrna příznivě jen u odrůdy 'Diamant'. Naproti tomu příznivý vliv odnožování vykazovaly ranější odrůdy 'Valtický' a 'Firlbecks Union'. (Příznivý vliv = zvýšení počtu odnoží — vede ke zvýšení výnosu

I. Srovnání výnosů zrna (v %) stanovených na základě řešených vztahů prodlužovacího růstu, počtu odnoží a množství suché hmoty k výnosu zrna (kontrola = nehnojená varianta = 100 %). — Comparison of the yields of grain (in %) determined on the basis of the studied relations of prolongation growth, number of tillers, and amount of dry matter to grain yield (control = unfertilized variant = 100 %)

Sledované vlastnosti	Etapu aplikace N (podle Kupermanové)	Odrůdy			
		Valtický	Ekonom	Firlbecks Union	Diamant
Výška rostlin	II	97,5	92,7	93,8	121,6
	V	101,1	104,5	105,6	109,1
	VII	100,0	102,4	107,0	104,5
Odkoňování	II	108,4	90,7	109,3	90,8
	V	105,1	101,8	100,0	102,4
	VII	92,4	105,2	93,7	107,2
Množství suché hmoty	II	91,4	102,5	100,8	114,2
	V	86,7	111,6	103,9	118,3
	VII	79,1	116,7	103,1	132,0

II. Tabulka β -koeficientů podle základních růstových fází. — Table of β -coefficients according to the basic growth stages

Faktor	Přihnojení	Sloupkování	Metání	Mléčná zralost
Výška	II. etapa	— 1,0951	+ 1,0506	— 1,2660
	V. etapa	— 0,0874	— 0,2745	— 0,4010
	VII. etapa	— 0,3009	— 1,0326	+ 0,4321
Počet odnoží	II. etapa	+ 0,5596	— 0,6943	+ 0,5361
	V. etapa	+ 0,0266	+ 0,6151	— 0,2459
	VII. etapa	— 0,8268	+ 1,5215	— 0,5882
Přirůstky sušiny	II. etapa	+ 0,4038	— 0,7388	+ 0,6035
	V. etapa	+ 0,0206	— 0,1321	— 0,2754
	VII. etapa	— 0,6947	— 0,3478	+ 0,1571

Nejvyšší hodnoty β -koeficientů (= rozhodující vliv) vyznačeny tučným tiskem

zrna). U odrůd 'Ekonom' a 'Diamant' ovlivňovalo odnožování výnos zrna nepříznivě (nadměrná tvorba neproduktivních odnoží). Nejpriznivěji byl výnos zrna ovlivněn tvorbou suché hmoty (stejně jako u výšky rostlin) u nepoléhavé odrůdy 'Diamant', méně u odrůdy 'Ekonom' a 'Firlbecks Union' a nepříznivě u poléhavé odrůdy 'Valtický'.

Lépe však reagovaly odrůdy na přihnojení na začátku intenzivního prodlužovacího růstu — v V. etapě organogeneze. Výška rostlin a počet odnoží ovlivnily výnos zrna u všech 4 sledovaných odrůd příznivě. Z toho výška rostlin nejvíce u odrůdy 'Diamant', kdežto počet odnoží u odrůdy 'Valtický'. Mimo odrůdu 'Valtický' (u níž se projevil vliv hnojení jako nepříznivý), se u dalších odrůd, zvláště u odrůd s relativně delší vegetační dobou ('Diamant' a 'Ekonom'), ještě výrazněji uplatnil vliv suché hmoty na výnos zrna.

Při hnojení až v VII. etapě výška rostlin ovlivnila výnos zrna příznivě u všech odrůd. Naproti tomu počet odnoží ovlivnil výnos zrna příznivě jen u odrůd 'Diamant' a 'Ekonom', kdežto sušina u všech odrůd kromě odrůdy 'Valtický'.

DISKUSE

V předložené práci jsme hodnotili pomocí β koeficientů (Egermayer, Novák 1964) vztahy mezi prodlužovacím růstem, počtem odnoží a množstvím suché hmoty v rozhodujících fázích růstu (začátek sloupkování, metání a v mléčné zralosti) a výnosem zrna jarního ječmene. Výsledky potvrdily názory Boguszewského (1963), Přikryla (1965) i Kopeckého (1969) o rozdílném působení dusíkaté výživy na dynamiku růstu a výnos zrna u jednotlivých odrůd. V zásadě je možno říci, že přihnojení N zařadilo odrůdy podle poléhavosti a délky vegetační doby do dvou skupin. Čím dříve se N aplikoval, tím více se tyto rozdílly zvýraznily. Ke stejným závěrům dochází také Kopecký (1969). U odrůd 'Valtický', 'Ekonom' a 'Firlbecks Union' při přihnojení N ve II. etapě utváří se nepříznivě prodlužovací růst v neprospěch

výnosu zrna. U odrůdy 'Diamant' je tomu obráceně. Přihnojení N ovlivňuje příznivě výnos zrna tvorbou suché hmoty mimo 'Valtický' u všech odrůd. Dynamika odnožování je závislá na délce vegetační doby. Včasné přihnojení ovlivňovalo nepříznivě 'Ekonom' a 'Diamant' (s méně vyrovnaným odnožováním), naopak pozdní přihnojení N 'Valtický' a 'Firlbecks Union'.

Literatura

- AUFHAMMER G., FISCHBECK G., 1955, Ergebnisse mehrjähriger Sortendüngungsversuche zu Sommergerste. Z. f. Acker- und Pflanzenbau, 99, 2, 151-182.
- BOGUSZEWSKI W., 1963, Nawożenie zbóż wysokimi podzielnymi dawkami azotu. Postępy nauk rolniczych, 4, 39-52.
- EGERMAYER F., NOVÁK L., 1964, Regresní a korelační analýzy pro ekonomy. SNTL Praha.
- KOLBE G., SCHARF A., 1967, Der Einfluß verschiedener N Formen und N-Mengen auf Pflanzenenertrag und Bodenreaktion in einem langjährigen Düngungsversuch. 1. Mitt.: Einfluß auf den Pflanzenenertrag. Albrecht-Thaer-Archiv, 11, 2, 103-120.
- KOPECKÝ M., 1967, Odrůdová agrotechnika jarního ječmene. Za vysokou úrodu, 15, 10.
- , 1969, Průpracování syntézy faktorů agrotechniky vysokých výnosů jarního ječmene. Závěrečná zpráva VÚO Kroměříž.
- KŘÍŠTAN F., POKORNÝ V., BAIER J., 1965, Podklady pro sestavování plánů hnojení ve výrobním typu bramborářském. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do praxe 37.
- MASARYK Š., 1966, Vplyv foriem dusíkatých hnojív na resorpciu živín sladovníckých jačmenov. Acta fytotechnica Univ. agriculturae Nitra, 13.
- PŘIKRYL K., 1965, Tvorba výnosu u jarního ječmene. Závěrečná zpráva VÚO v Kroměříži.
- , 1969, Studium možnosti ovlivnění přírůstků sušiny minerální výživou podle požadavků odrůd. Závěrečná zpráva VÚO v Kroměříži.
- STRNAD P., POKORNÝ V., BAIER J., 1967, Podklady pro sestavování plánů hnojení ve výrobním typu řepářském. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do praxe, 4.
- ŠKOPÍK P., BEZDĚK V., 1967, Výživa a hnojení jarního ječmene. Sladovnícký ječmen. Praha, 200-202.
- ŠKOPÍK P., DERCO M., 1962, Aktuální otázky obilnářství. SZN Praha,

Došlo dne 7. 1. 1970

PŘIKRYL K., HLAVÁČ M. *Vztahy mezi růstem a výnosem jarního ječmene ovlivněné dobou přihnojení N*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 303-308, 1971.

V letech 1965—1967 byl v polním pokusu sledován vliv prodlužovacího růstu (výšky rostlin), odnožování a množství suché hmoty při přihnojení N ve II., V. a VII. etapě organogeneze na výnos zrna. Přihnojení ledkem vápenatoamonným v kterékoliv ze tří sledovaných etap ovlivňovalo dynamiku růstu (změny ve výšce rostlin, počtu odnoží a váze sušiny) ve prospěch výnosu zrna nejpriznivěji u odrůdy 'Diamant' méně u odrůd 'Ekonom', 'Firlbecks Union' a nejhůře u odrůdy 'Valtický'. U přihnojení v raných stadiích vývoje se rostliny u většiny odrůd, kromě odrůdy 'Diamant', neúměrně prodlužují. U odrůdy 'Valtický' není v příznivé relaci s výnosem zrna také tvorba suché hmoty. Při neúměrných přírůstcích porosty snadno poléhají, snižuje se výnos a kvalita zrna. Naproti tomu u nepoléhavé odrůdy 'Diamant' přihnojení již ve II. etapě ovlivňuje ze sledovaných variant výšku rostlin nejpriznivěji. Čím později se přihnojení N provádí, tím příznivěji se utváří u poléhavějších odrůd prodlužovací růst a snižuje se nebezpečí polehnutí. U nepoléhavé odrůdy 'Diamant' je reakce opačná. Odnožování naopak souvisí více s délkou vegetační doby. U odrůd ranějších ('Valtický', 'Firlbecks Union') čím později bylo přihnojení N provedeno, tím nepříznivěji ovlivnilo odnožování výnos zrna, kdežto u odrůd 'Ekonom' a 'Diamant' je tomu obráceně. Příznivý vliv tvorby sušiny na výnos zrna se projevuje spíše u nověji vyšlechtěných odrůd ('Ekonom', 'Firlbecks Union', 'Diamant') s lepší morfologickou stavbou rostlin (vzprámenější listy), schopných využít

větší půdní úrodnost včetně N výživy. U všech odrůd, s výjimkou 'Valtického', mělo přihnojení kladný účinek na tvorbu sušiny a jejím prostřednictvím i kladný vliv na výši výnosu. Zejména je pozorovatelný vzestup výnosu v případech, kdy bylo přihnojeno v pozdějších etapách. Opačný trend se projevil u odrůdy 'Valtický'.

jarní ječmen; vliv výživy dusíkem na dynamiku růstu a výnos zrna

ПРЖИКРЫЛ К., ГЛАВАЧ М. (Научно-исследовательский институт зернового хозяйства, Кромержиж). Взаимоотношения между ростом и урожаем ярового ячменя, находящиеся под влиянием дополнительного удобрения N. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 303-308, 1971.

В 1965—1967 гг. при полевых опытах изучалось влияние увеличения длины растения (высоты растений), кущения и количества сухого вещества при дополнительном удобрении N на II, V и VII этапе органогенеза на урожай зерна. Дополнительное удобрение кальциевой и аммиачной селитрой в любой из трех изучаемых этапов влияло на динамику роста (изменение высоты растений, количества корневых отпрысков и веса сухого вещества) в пользу урожая зерна самым благоприятным образом у сорта 'Diamant' и менее благоприятно у сортов 'Ekonom', 'Firlbecks Union' и хуже всего у сорта 'Valtický'. При дополнительном удобрении на раннем этапе развития растения у большинства сортов, кроме сорта 'Diamant' не пропорционально увеличиваются. У сорта 'Valtický' в благоприятной реляции с урожаем зерна также образование сухого вещества. При непропорциональных приростах растения легко полегают, понижается урожай и ухудшается качество зерна. В противоположность этому, у неполегаемого сорта 'Diamant' дополнительное удобрение уже на II этапе из всех изучаемых вариантов влияет на высоту растений самым благоприятным образом. Чем позже проводится удобрение N, тем благоприятнее оно влияет у полегаемых сортов на увеличение длины растения и снижается опасность полегания. У неполегаемого сорта 'Diamant' реакция противоположная. Кущение, наоборот, больше связано с продолжительностью вегетационного периода. У более ранних сортов ('Valtický', 'Firlbecks Union') чем позже было проведено удобрение, тем неблагоприятнее влияло кущение на урожай зерна, в то время как у сортов 'Ekonom' и 'Diamant' наоборот. Благоприятное влияние образования сухого вещества на урожай зерна проявилось у новых селекционных сортов ('Ekonom', 'Firlbecks Union', 'Diamant') с лучшим морфологическим строением растений (выпрямленные листья), способных лучше использовать почвенное плодородие, в том числе азотное удобрение. У всех сортов, за исключением сорта 'Valtický', дополнительное удобрение оказывало благоприятное влияние на образование сухого вещества и, благодаря этому, положительное влияние на величину урожая. Особенно заметное повышение урожая в том случае, когда дополнительное удобрение проходило на последних этапах. Противоположное явление проявилось у сорта 'Valtický'.

яровой ячмень; влияние питания азотом на динамику роста и урожай зерна

PŘIKRYL K., HLAVÁČ M. (Forschungsinstitut für Getreidebau, Kroměříž). Beziehungen zwischen dem Wachstum und Ertrag der durch die Beidüngung mit N beeinflussten Sommergerste. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 303-308, 1971.

In den Jahren 1965—1967 wurde im Feldversuche der Einfluß des Verlängerungswachstums (Pflanzenhöhe), die Bestockung und die Menge der Trockenmasse bei der Beidüngung mit N in der II., V. und VII. Etappe der Organogenese auf den Kornertrag beobachtet. Die Beidüngung mit Kalkammoniumsalpeter in jedweder aus den drei verfolgten Etappen beeinflusste die Wachstumsdynamik (Änderungen in der Pflanzenhöhe, Triebenanzahl und Trockensubstanzgewicht) zu Gunsten des Körnerertrags und zwar am günstigsten bei der Sorte 'Diamant', weniger bei den Sorten 'Ekonom', 'Firlbecks Union' und am schlechtesten bei der Sorte 'Valtický'. Bei der Beidüngung in den Frühstadien der Entwicklung verlängern sich die Pflanzen unverhältnismäßig bei meisten Sorten, außer der Sorte 'Diamant'. Bei der Sorte 'Valtický' steht auch die Trockenmassebildung mit dem Körnerertrag nicht in günstiger Relation. Bei unproportionalen Zuwächsen lagern die Bestände leicht, es wird der Ertrag und auch die Kornqualität herabgesetzt. Demgegenüber bei der nicht-lagernden Sorte 'Diamant' beeinflusst die Beidüngung schon in der II. Etappe die Pflanzenhöhe der verfolgten Varianten am günstigsten. Je später die Beidüngung mit N durchgeführt wird, desto günstiger bildet sich bei den mehr lagernden Sorten

das Verlängerungswachstum und die Lagerungsgefahr wird herabgesetzt. Bei der nicht lagernden Sorte 'Diamant' ist die Reaktion umgekehrt. Die Bestockung hängt im Gegenteil mehr mit der Länge der Vegetationszeit zusammen. Je später bei den früheren Sorten die N-Beidüngung durchgeführt wurde ('Valtický', 'Firlbecks Union'), desto ungünstiger beeinflusste die Bestockung den Körnerertrag, wogegen bei den Sorten 'Ekonom' und 'Diamant' es umgekehrt ist. Ein günstiger Einfluß der Trockensubstanzbildung auf den Körnerertrag kommt eher bei den neuer erzüchteten Sorten ('Ekonom', 'Firlbecks Union', 'Diamant') mit einem besseren morphologischen Pflanzenbau (mehraufgerichtete Blätter) zum Vorschein, die fähig sind eine höhere Bodenfruchtbarkeit insgesamt der N-Ernährung auszunützen. Bei sämtlichen Sorten, mit Ausnahme der Sorte 'Valtický', hatte die Beidüngung eine positive Wirkung auf die Trockensubstanzbildung und durch ihre Vermittlung auch einen positiven Einfluß auf die Ertragshöhe. Besonders kann der Ertragsaufstieg in den Fällen beobachtet werden, wo in späteren Etappen beidedüngt wurde. Ein entgegengesetzter Trend äußerte sich bei der Sorte 'Valtický'.

Sommergerste; Einfluß der Ernährung mit Stickstoff auf die Wachstumsdynamik und auf den Körnerertrag

Adresa autorů:

Ing. Květoslav Přikryl, CSc., ing. M. Hlaváč, Výzkumný ústav obilnářský, Kroměříž

VLIV ODDÁLENÉ INOKULACE NA NODULACI A SYMBIOTICKOU FIXACI DUSÍKU U SÓJE

V. ŠKRDLETA

ŠKRDLETA V. (Department of Soil Microbiology, Institute of Plant Nutrition, Institutes for Crop Production, Prague 6 - Ruzyně). *The Effect of Delayed Inoculation on Nodulation and Symbiotic Nitrogen Fixation in Soybean*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 309-316, 1971.

The effect of delayed inoculation on nodulation and symbiotic nitrogen fixation in soybean has been studied. The nodule number increased with prolongation of the time from sowing to inoculation, and the highest rate of nodulation occurred at the inoculation on the 13th to 27th day from sowing. From the 7th day of delayed inoculation the nodules were formed mostly on the lateral roots. At the application of inoculum on the 13th, 20th or 27th day from sowing, the root-nodule dry matter and the nitrogen content of the top dry matter of plants markedly decreased.

soybean; delayed inoculation; nodulation; main and lateral roots

Lektor: prof. dr. ing. Václav Káš, DrSc., VŠZ, Praha

Během studia kompetice inokulačních kmenů *Rhizobium japonicum* aplikovaných v různých fázích vývoje sóje jako hostitelské rostliny (Škrdleta 1970) byly rovněž založeny kontrolní nádobové pokusy v zemině, jejichž úkolem bylo detailněji zachytit vývoj a charakter nodulace hlavních a laterálních kořenů u rostlin inokulovaných pouze jednotlivými kmeny v různých růstových fázích hostitele. Metodu oddálené inokulace použil již Nutman (1948, 1949) u jetele červeného ve snaze postihnout podíl hostitelské rostliny a mikrosymbionta — rhizobií — na celkové nodulační odezvě a Pate a Dart (1959) při sledování kompetičních vztahů různých efektivních kmenů *R. meliloti* při nodulaci *Medicago tribuloides*.

MATERIÁL A METODY

Inokulační kmeny. Pro přípravu inokulačních suspenzí byly použity dva kmeny *Rhizobium japonicum* (D 216 a D 344), u nichž byla v řadě pokusů (Škrdleta a Karimová 1969) prokázána jak vysoká virulence, tak efektivní symbióza s odrůdou 'Mukden'.

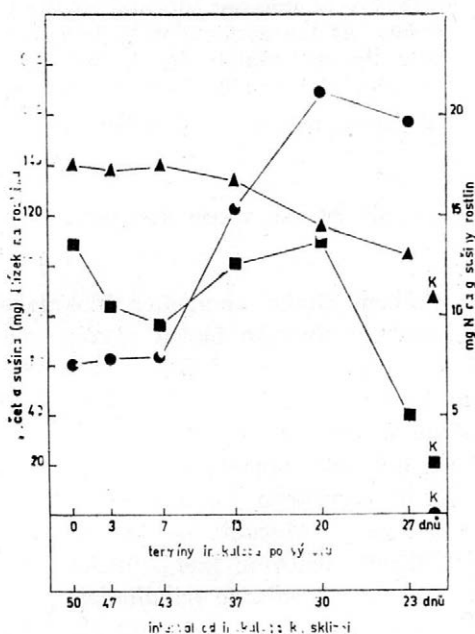
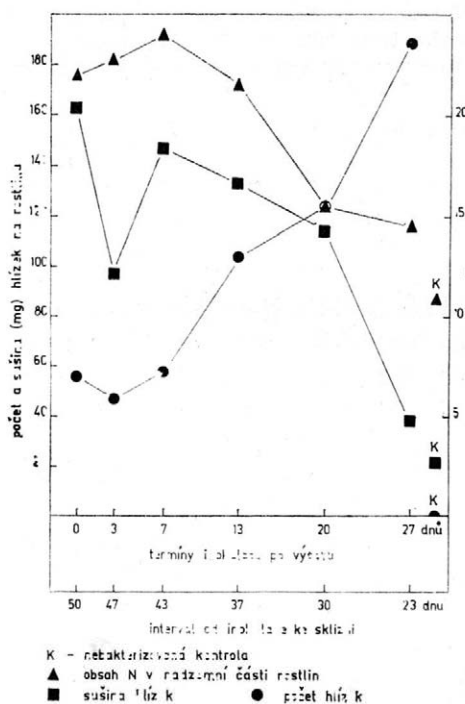
Bakterizační skleníkové pokusy. Sója, odrůda 'Mukden', byla pěstována v Mitscherlichových nádobách naplněných 5 kg zeminy (přepočteno na sušinu), charakterizovanou následujícími údaji: hnědozem, pH = 7,3, CaCO₃ — 2,30 ‰, P₂O₅ — 8,80 a K₂O — 16,6 mg na 100 g půdy, N_t — 0,089 a C_{ox} — 1,16 ‰.

Semena sóje, desinfikovaná pouze alkoholem a omytá několikanásobně sterilní vodou, byla jednotlivě vysévána do nádob a jejich poloha byla vymezena válečky z tvrdého papíru. Na takto vymezenou plochu půdy (cca 20 cm²) bylo aplikováno po 3 ml inokulační suspenze odpovídajícího kmene, a to buď ihned při výsevu, nebo 3., 7., 13., a 27. den po výsevu. Ihned po inokulaci byla půda pokryta vrstvou křemenného písku.

Příprava inokulačních suspenzí. Týden staré agarové kultury byly smyty malým množstvím sterilní vody a hustota suspenzí upravena na stejnou densitu při 420 μ m. Skutečný titr inokulačních suspenzí byl stanoven plotnovou zředovací metodou a odpovídal $1,4 \cdot 10^{10}$ živých buněk na ml.

VÝSLEDKY

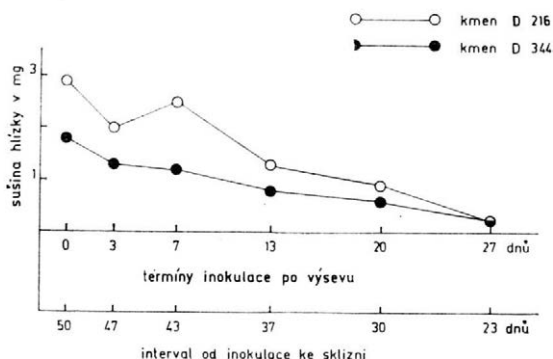
Počet hlízek. Jak je zřejmé z grafů na obr. 1 a 2, stoupá celkový počet hlízek s prodlužováním doby od výsevu k inokulaci, a to u obou studovaných kmenů. Zvýšení nodulace je zvláště vysoké a průkazné (tabulky I a IV) od 13. do 27. dne oddálené inokulace po výsevu, i když u kmene D 344 došlo při inokulaci 27. den po výsevu k mírnému a statisticky nevýznamnému poklesu



1. Vliv oddálené inokulace na počet a sušinu hlízek a na obsah dusíku v sušině nadzemních částí sóje - kmen D 216. — The effect of delayed inoculation on the number and dry matter of the nodules and on the nitrogen content of the top dry matter of soybean plants - D 216 strain

2. Vliv oddálené inokulace na počet a sušinu hlízek a na obsah dusíku v sušině nadzemních částí sóje - kmen D 344. — The effect of delayed inoculation on the number and dry matter of the nodules and on the nitrogen content of the top dry matter of soybean plants - D 344 strain

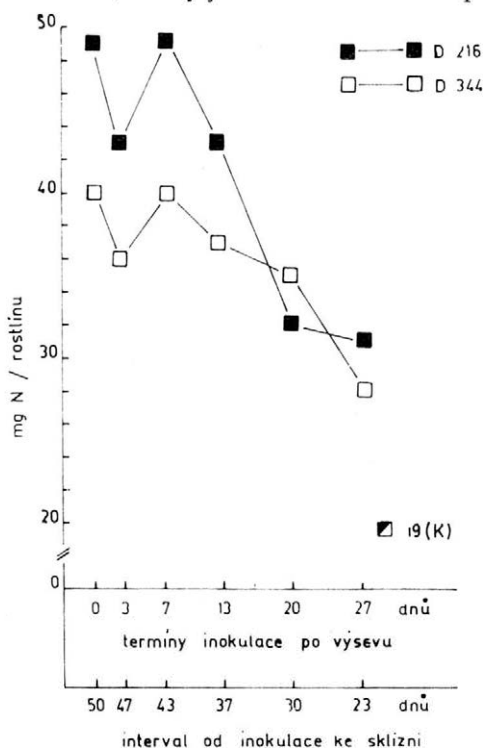
Zajímavý je při této příležitosti vliv oddálené inokulace na podíl hlavního a vedlejších kořenů na nodulaci (tabulka VII). Až do 3. dne oddálené inokulace je počet hlízek tvořených na hlavním a vedlejších kořenech přibližně stejný, ale již při inokulaci 7. den po výsevu dochází k výraznému a signifikantnímu přesunu nodulace na laterální kořeny, které se podílejí na celkovém počtu hlízek více jak 90 %.



3. Vliv oddálené inokulace na průměrnou velikost hlízek, vyjádřenou sušinou. — The influence of delayed inoculation on the average size of nodules expressed as dry matter

Sušina hlízek. Má-li křivka vyjadřující nodulaci počtem hlízek obecně vzestupnou tendenci s prodlužováním doby od výsevu k inokulaci, pak nejvyšší sušiny hlízek na rostlinu bylo dosaženo jak u kmene D 216, tak D 344 vždy při inokulaci v den výsevu (obrázky 1 a 2). Nejmarkantnější a vysoce průkazný je pokles celkové sušiny hlízek při 27. dnu oddálené inokulace (tabulky II a V), kdy se sice vytvořilo nejvíce hlízek, ale jejich celková sušina při přepočtu na jednu rostlinu byla nižší. Tento na první pohled rozporný jev lze vysvětlit tvorbou sice velkého počtu, ale velmi drobných hlízek (graf na obr. č. 3).

Obsah dusíku v sušině. Obsah dusíku v sušině nadzemní části rostlin, ať již je vyjádřen v mg N na g sušiny (grafy na obr. č. 1 a 2), nebo jako celkový výnos dusíku na rostlinu (graf na obr. č. 4), ukazuje na efektivní fixaci dusíku v symbióze s oběma kmeny rhizobií. K výraznému poklesu obsahu dusíku dochází až při inokulaci 13. (kmen D 216), respektive 20. (kmen D 344) den po výsevu (tabulky III a IV). Sušina rostlin nebyla oddálením inokulace podstatně ovlivněna a rozdíly mezi variantami nebyly statisticky průkazné.



4. Vliv oddálené inokulace na celkový výnos dusíku na rostlinu. — The effect of delayed inoculation on the total yield of nitrogen per plant

I. Průkaznost rozdílů mezi průměrnými počty hlízek na rostlinu při oddálené inokulaci — kmen D 216. — The significance of the differences between mean numbers of nodules per plant at delayed inoculation — D 216 strain

Varianta inokulace Počet dnů od výsevu k inokulaci	Varianta inokulace — počet dnů od výsevu k inokulaci						
	K	0	3	7	13	20	27
	počet hlízek/rostlinu						
	< 1	56	47	58	104	123	189
K	—	57**	46**	57**	103**	122**	188**
0	—	—	9	2	48**	67**	133**
3	—	—	—	11	57**	76**	142**
7	—	—	—	—	46**	65**	131**
13	—	—	—	—	—	19	85**
20	—	—	—	—	—	—	66**
27	—	—	—	—	—	—	—

K = kontrola bez bakterizace ** Průkazné při P = 0,01

II. Průkaznost rozdílů mezi průměrnými sušinami hlízek na rostlinu při oddálené inokulaci — kmen D 216. — The significance of the differences between mean nodule dry matter per plant at delayed inoculation — D 216 strain

Varianta inokulace Počet dnů od výsevu k inokulaci	Varianta inokulace — počet dnů od výsevu k inokulaci						
	K	0	3	7	13	20	27
	mg sušiny hlízek/rostlinu						
	20,9	162,9	96,7	147,4	133,5	113,9	38,0
K	—	142,0**	75,8**	126,5**	112,6**	93,0**	17,1
0	—	—	66,2**	15,5	29,4	49,0*	124,9**
3	—	—	—	50,7*	36,8	17,2	58,7**
7	—	—	—	—	13,9	33,5	109,4**
13	—	—	—	—	—	19,6	95,5**
20	—	—	—	—	—	—	75,9**
27	—	—	—	—	—	—	—

K = kontrola bez bakterizace * Průkazné při P = 0,05 ** Průkazné při P = 0,01

DISKUSE

Zvýšenou rychlost tvorby hlízek, zkrácení lag fáze mezi inokulací a objevením se prvé hlízky a celkové zvýšení nodulační kapacity při oddálené inokulaci stejně jako v našich pokusech se sójou konstatoval již Nutman (1949) u jetele červeného, byla-li inokulace provedena 12.—30. den po výsevu. Rovněž Pate a Dart (1959) zjistili, že oddálení inokulace o 5 až 25 dnů u *Medicago tribuloides* stimulovalo tvorbu hlízek. V našich pokusech se počet hlízek zvýšil především při oddálení inokulace o 13 až 27 dnů, ale oproti pokusům Pateho a Dart (1959) s *M. tribuloides* se již od 7. dne

III. Průkaznost rozdílů mezi průměrnými obsahy dusíku v sušině nadzemní části rostlin při oddálené inokulaci — kmen D 216. — The significance of the differences between mean nitrogen contents of the top dry matter of plants at delayed inoculation — D 216 strain

Varianta inokulace Počet dnů od výsevu k inokulaci	Varianta inokulace — počet dnů od výsevu k inokulaci						
	K	0	3	7	13	20	27
	mg N/g sušiny						
	10,87	21,99	22,73	24,01	21,63	15,66	14,44
K	—	11,12**	11,86**	13,14**	10,77**	4,79**	3,57
0		—	0,74	2,02	0,36	6,33**	5,55**
3			—	1,28	1,09	7,06**	8,28**
7				—	2,38	8,35**	9,57**
13					—	5,97**	7,19**
20						—	1,22
27							—

K = kontrola bez inokulace ** Průkazné při $P = 0,01$

IV. Průkaznost rozdílů mezi průměrnými počty hlízek na rostlinu při oddálené inokulaci — kmen D 344. — The significance of the differences between mean numbers of nodules per plant at delayed inoculation — D 344 strain

Varianta inokulace Počet dnů od výsevu k inokulaci	Varianta inokulace — počet dnů od výsevu k inokulaci						
	K	0	3	7	13	20	27
	počet hlízek/rostlinu						
	< 1	61	63	64	123	169	157
K	—	60**	62**	63**	122**	168**	156**
0		—	2	3	62**	108**	96**
3			—	1	60**	106**	94**
7				—	59**	105**	93**
13					—	46**	34**
20						—	12
27							—

K = kontrola bez bakterizace ** Průkazné při $P = 0,01$

oddálené inokulace podílely na tvorbě hlízek především laterální kořeny, zatímco u *M. tribuloides* nastal tento přesun nodulační kapacity až 25. den oddálené inokulace. Zvýšenou tvorbu hlízek při oddálené inokulaci by bylo možno vysvětlit jednak zvětšováním počtu kořenových vlásků a kořenového systému jako celku, jednak zvýšenou fotosyntetickou kapacitou starších hostitelských rostlin, poskytujících potřebné uhlíkaté látky pro nasazení velkého počtu hlízek. Podle Nutmana (1948, 1959, 1952) se tvorba hlízek realizuje na předem určených a hostitelem geneticky determinovaných ohniscích kořenového systému s vysokou meristematickou aktivitou, která mají těsnou spojitost s tvorbou laterálních kořenů.

V. Průkaznost rozdílů mezi průměrnými sušinami hlízek na rostlinu při oddálené inokulaci — kmen D 344. — The significance of the differences between mean nodule dry matter per plant at delayed inoculation — D 344 strain

Varianta inokulace Počet dnů od výsevu k inokulaci	Varianta inokulace — počet dnů od výsevu k inokulaci						
	K	0	3	7	13	20	27
	mg sušiny hlízek/rostlinu						
	20,9	109,0	84,1	77,5	101,2	110,4	40,1
K	—	88,1**	63,2**	56,6**	80,3**	89,5**	19,2
0		—	24,9	31,5	7,8	1,4	68,9**
3			—	6,6	17,1	26,3	44,0**
7				—	23,7	32,9*	37,4*
13					—	9,2	61,1**
20						—	70,3**
27							—

K = kontrola bez bakterizace * Průkazné při P = 0,05 ** Průkazné při P = 0,01

VI. Průkaznost rozdílů mezi průměrnými obsahy dusíku v sušině nadzemní části rostlin při oddálené inokulaci — kmen D 344. — The significance of the differences between mean nitrogen contents of the top dry matter of plants at delayed inoculation — D 344 strain

Varianta inokulace Počet dnů od výsevu k inokulaci	Varianta inokulace — počet dnů od výsevu k inokulaci						
	K	0	3	7	13	20	27
	mg N/g sušiny						
	10,87	17,58	17,25	17,54	16,75	14,41	12,91
K	—	6,72**	6,39**	6,67**	5,89**	3,54**	2,04
0		—	0,33	0,05	0,83	3,17**	4,67**
3			—	0,28	0,50	2,84**	4,35**
7				—	0,78	3,13**	4,63**
13					—	2,34*	3,85**
20						—	1,51
27							—

K = kontrola bez bakterizace * Průkazné při P = 0,05 ** Průkazné při P = 0,01

VII. Vliv oddálené inokulace na procentický podíl vedlejších kořenů na nodulaci. — roots to nodulation

Procentický podíl vedlejších kořenů na nodulaci		Varianta inokulace —	
		0	3
Počet hlízek	kmen D 216	64,6 ± 4,2	64,4 ± 7,0**
	kmen D 344	68,4 ± 9,4	74,4 ± 8,2
Sušina hlízek	kmen D 216	44,1 ± 7,9	54,2 ± 8,7**
	kmen D 344	50,3 ± 7,1	54,6 ± 13,7*

** Rozdíl průkazný při P = 0,01 * Rozdíl průkazný při P = 0,05

Z klesajícího obsahu dusíku v sušině nadzemních částí sóje inokulované 13. až 27. den po výsevu je zřejmá korelace mezi sumární sušinou hlízek, která při uvedených termínech inokulace rovněž výrazně klesá, s velikostí symbiotické fixace. Rostliny inokulované až 13., 20. nebo 27. den po výsevu sice tvoří velký počet drobných hlízek, ale zkrácené období mezi inokulací a sklizní (37–23 dnů) — rostliny sklizeny v době květu — již nezabezpečuje potřebný rozvoj bakteriální tkáně hlízek a tím ani rostlinu před nedostatkem dusíkaté výživy.

Literatura

- DART P. J., PATE J. S., 1959, Nodulation studies in legumes. 3. The effects of delaying the inoculation on the seedling symbiosis of barrel medic, *Medicago tribuloides* Desr. Aust. J. biol. Sci. 12 : 427-444.
- NUTMAN P. S., 1948, Physiological studies on nodule formation. I. The relation between nodulation and lateral root formation in red clover. Ann. Bot., N. S. 12 : 81-96.
- , 1949, Physiological studies on nodule formation. II. The influence of delayed inoculation on the rate of nodulation in red clover. Ann. Bot., N. S. 13 : 261-283.
- , 1952, Studies on the physiology of nodule formation. III. Experiments on the excision of root-tips and nodules. Ann. Bot., N. S. 16 : 79-101.
- ŠKRDLETA V., 1970, Competition for nodule sites between two inoculum strains of *Rhizobium japonicum* as affected by delayed inoculation. Soil Biol. Biochem. 2 : 167-171.
- , KARIMOVÁ J., 1969, Competition between two somatic serotypes of *Rhizobium japonicum* used as double-strain inocula in varying proportions. Arch. Mikrobiol. 66 : 25-28.

Došlo dne 25. 5. 1970

ŠKRDLETA V. Vliv oddálené inokulace na nodulaci a symbiotickou fixaci dusíku u sóje. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 309-316, 1971.

Byl studován vliv oddálené inokulace sóje na nodulaci a symbiotickou fixaci dusíku. Počet hlízek stoupal s prodlužováním doby od výsevu k inokulaci a rychlost nodulace byla nejvyšší při inokulaci 13. až 27. den po výsevu. Od 7. dne oddálené inokulace se na tvorbě hlízek podílely hlavně laterální kořeny. Sušina hlízek a obsah dusíku v sušině nadzemních částí rostlin výrazně klesaly, bylo-li inokulum aplikováno 13., 20. nebo 27. den po výsevu.

sója; odálená inokulace; tvorba hlízek; hlavní a vedlejší kořeny

ШКРДЛЕТА В. (Отделение почвенной микробиологии, Институт питания растений; Научно-исследовательские институты растениеводства, Прага 6-Рузыне). Влияние отсроченной инокуляции на нодуляцию и симбиотическую фиксацию азота сои. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 309-316, 1971.

The effect of delayed inoculation on the percentual contribution of the lateral

počet dnů od výsevu k inokulaci

7	13	20	27
92,3 ± 4,1**	92,2 ± 2,7	96,8 ± 3,3	99,2 ± 1,3
90,7 ± 3,5	89,1 ± 5,2	96,7 ± 5,4	98,7 ± 3,5
94,0 ± 4,9**	90,1 ± 4,7	95,8 ± 6,1	98,3 ± 2,4
92,4 ± 4,6*	77,5 ± 13,5	97,0 ± 4,8	93,6 ± 9,7

Изучалось влияние отсроченной инокуляции сои на нодуляцию и симбиотическую фиксацию азота. Количество клубеньков повышалось с продлением срока от посева к инокуляции, а скорость нодуляции была наибольшая при инокуляции на 13—27. день после посева. Начиная с 7-го дня отсрочки инокуляции, в образовании клубеньков участвовали, главным образом, боковые корни. Сухое вещество и содержание азота в сухом веществе надземных частей растений резко сокращались, если инокуляция производилась на 13-й, 20-й или 27-й дни после посева.

соя; отсроченная инокуляция; образование клубеньков; главные и боковые корни

Adresa autora:

RNDr. Vladimír Škrdleta, CSc., Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Ústav výživy rostlin, Praha-Ruzyně

O. ZMEŠKAL

ZMEŠKAL O. (Research Institute of Technical Plants and Legumes, Šumperk - Temenice). *The Effect of Desiccation on the Yields and Quality of Flax*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 317-326, 1971.

A test dealing with desiccation of flax was carried out in order to determine the possible use of flax desiccation in the years with unsuitable climatic conditions at harvest time. It was proved that under the present conditions it is impossible to use Reglone for desiccation, as it causes decreases in the yields and quality of the flax fibre—and the desiccated flax is more difficult to pull. The above-mentioned characters become the worse the longer is the period between desiccation and ripening, and the higher is the concentration of the desiccant used. The course of retting showed no positive influence on the desiccant.

fibre plants; flax; special agrotechnique; desiccation

Lektorka: doc. J. Vrzalová, CSc., VŠZ, Brno

Desikace zemědělských plodin je jednou z moderních velkovýrobních technologií, nacházejících stále větší uplatnění v zemědělské výrobě. Široké uplatnění má při sklizni jetelovin na semeno (Pa g á č 1960, V a š á k 1958, B e r a n 1970). Na rozdíl od defoliace neboli odlisťení, kdy defoliačním zásahem urychlujeme opadávání listů na rostlinách, ke kterému v přírodě dochází v pozdější době, má desikace u nás mnohem větší význam. Chemickým přípravkem je spalována buď listová plocha, nebo listy i zelené části lodyhy rostlin (V a š á k 1961). Přesnou hranici mezi defoliací a desikací však není možné stanovit (Addicott, Lynch 1957, Baskalov, Melnikov 1955). Podle Pottse (1960) je důležitým činitelem pro úspěšnou defoliaci a desikaci jejich „načasování“ aplikace.

V literatuře je známá aplikace desikace u lnu ve Francii. Cílem řešeného úkolu bylo vyzkoušet možnost uplatnění desikace lnu u nás.

METODY

Pokusy byly konány v Šumperku-Temenici v letech 1967–1969. Pokusný pozemek leží v bramborářském výrobním typu, podtyp bramborářsko-žitný, nadmořská výška 360 m. Půda světle šedohnědá, mírně podzolovaná hlína, dobře zpracovatelná, živinami středně zásobená, půdní reakce pH 6,2. Hloubka ornice 25–26 cm. Spodina jílovitohlinitá. Mateční hornina sprašová hlína jílovitohlinitá. Klima mírně vlhké, průměrné množství srážek asi 700 mm, teplota 7,4 °C, srážky během roku dosti pravidelně rozděleny s největším množstvím v měsíci červnu a červenci.

K desikaci jsme použili desikant Reglone, jehož účinnou látkou je 1,1'-etylén-2,2' dipyridil dibromid (diguát), kterého je v přípravku obsaženo 40 %. Je to přípravek anglického původu. Pokusný len, odrůda 'Věra', byl pěstován za podmínek běžných pro úspěšné pěstování lnu.

V prvním roce zkoušek jsme aplikovali Reglone ve 4 koncentracích (1,5, 3, 6, 12 litrů) při 4 zralostech: zelená, raná žlutá, žlutá a plná. Pokus byl založen ve 4 opakováních, plocha parcelky byla 30 m².

V dalších dvou letech jsme koncentrace upravili takto:

I.	1,5 l	} Reglone na 1 ha
II.	2,5 l	
III.	3,5 l	
IV.	5,0 l	
V.	7,5 l	
K	neošetřeno.	

Reglone byl aplikován při zelené (výjimkou v r. 1968, kdy jsme při této zralosti desikant neaplikovali), rané žluté, žluté a plné zralosti.

Vlastní desikace se uskutečnila zádovou tlakovou stříkačkou s jemným mlhovitým rozprašováním. Postřikováno bylo za bezvětří a pokud možno za ustáleného počasí tak, aby během postřiku nebo bezprostředně po něm nehrozil déšť.

I. Rok 1967. Výnos stonků, semene, dlouhého vlákna, výdajnost vlákna. — The yield of stalks, seed, long fibre; strength of fibre

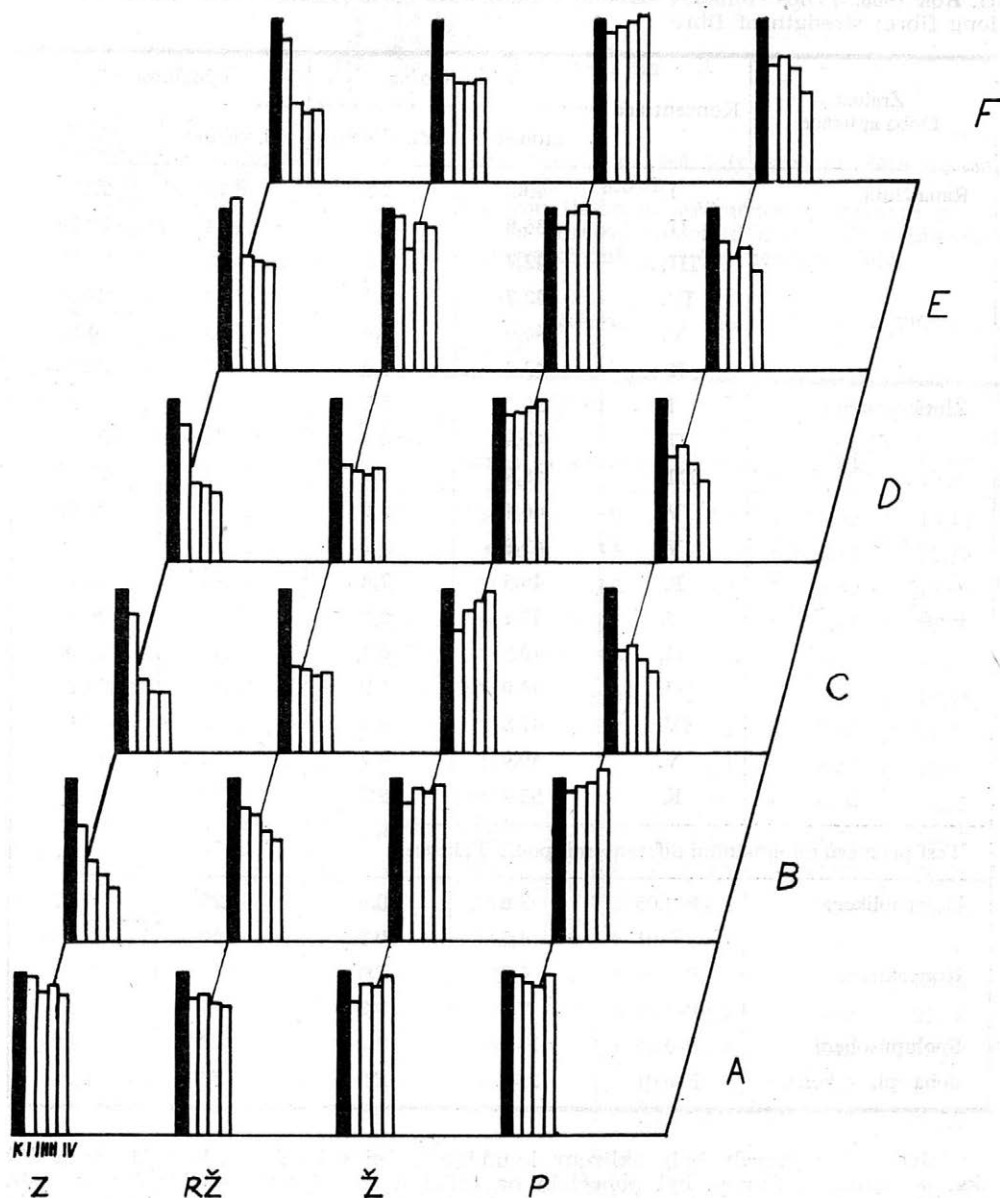
Zralost Doba aplikace	Kon- centrace	Výnos v q/ha			Výdajnost v %	
		stonek	semeno	dl. vlák.	dl. vlák.	vl. cel- kem
Zelená	I.	34,5	5,4	3,1	11,52	19,44
	II.	30,8	3,8	1,7	6,67	12,89
	III.	31,8	3,2	1,4	5,52	12,32
	IV.	30,0	2,5	1,4	5,85	12,01
	K	34,9	7,6	3,8	13,50	18,11
Raná žlutá	I.	32,8	6,4	2,2	8,75	19,33
	II.	33,4	6,0	2,2	8,42	17,72
	III.	31,6	5,2	2,1	8,25	18,28
	IV.	30,6	4,8	2,1	8,70	18,10
	K	38,7	7,7	4,2	14,70	20,17
Žlutá	I.	31,9	6,8	3,0	12,97	20,81
	II.	35,7	7,4	3,5	13,00	23,64
	III.	35,5	7,2	3,7	13,47	23,98
	IV.	37,4	7,7	3,9	14,02	23,15
	K	38,6	7,9	4,0	14,10	23,88
Plná	I.	40,9	7,6	1,9	7,42	18,08
	II.	39,1	7,7	2,0	8,05	19,68
	III.	38,2	7,8	1,7	6,85	18,02
	IV.	41,1	8,4	1,5	5,72	13,86
	K	41,7	8,1	3,2	11,47	22,64
Test průměrů minimálními diferencemi (podle Tukeye)						
Doba aplikace	P-0,05	4,3	0,6	0,6	1,42	1,27
	P-0,01	5,2	0,7	0,8	1,74	1,56
Koncentrace	P-0,05	5,1	0,7	0,8	1,71	1,51
	P-0,01	6,1	0,9	0,9	2,07	1,83
Spolupůsobení	P-0,05	13,4	1,9	2,0	4,55	4,03
doba apl. × koncentrace	P-0,01	15,4	2,2	2,3	5,23	4,63

Zralost Doba aplikace	Koncentrace	Výnos v q/ha		Výdajnost v %	
		stonek	dl. vlákno	dl. vlákno	vlákno celkem
Raná žlutá	I.	40,2	3,5	8,75	22,70
	II.	36,8	4,1	11,04	22,79
	III.	42,7	4,9	11,52	24,18
	IV.	42,7	5,5	12,84	22,59
	V.	46,8	5,8	12,33	24,82
	K	43,3	4,9	11,41	20,72
Žlutá	I.	39,5	5,5	13,92	24,39
	II.	42,9	6,3	14,56	23,63
	III.	48,9	7,1	14,44	25,32
	IV.	46,8	5,6	12,00	25,30
	V.	43,0	5,2	12,16	22,59
	K	48,5	7,4	15,23	24,81
Plná	I.	47,2	6,3	13,19	26,44
	II.	49,8	6,1	12,31	23,00
	III.	48,9	4,9	10,16	21,65
	IV.	47,8	4,5	9,52	22,96
	V.	49,9	4,7	9,47	19,38
	K	52,0	8,2	15,74	25,51
Test průměrů minimálními diferencemi (podle Tukeye)					
Doba aplikace	P-0,05	3,6	0,6	1,25	1,67
	P-0,01	4,5	0,7	1,60	2,13
Koncentrace	P-0,05	6,2	1,0	2,19	2,88
	P-0,01	7,5	1,2	2,67	3,51
Spolupůsobení	P-0,05	13,5	2,2	4,73	7,85
doba apl. × konc.	P-0,01	15,8	2,5	5,55	9,21

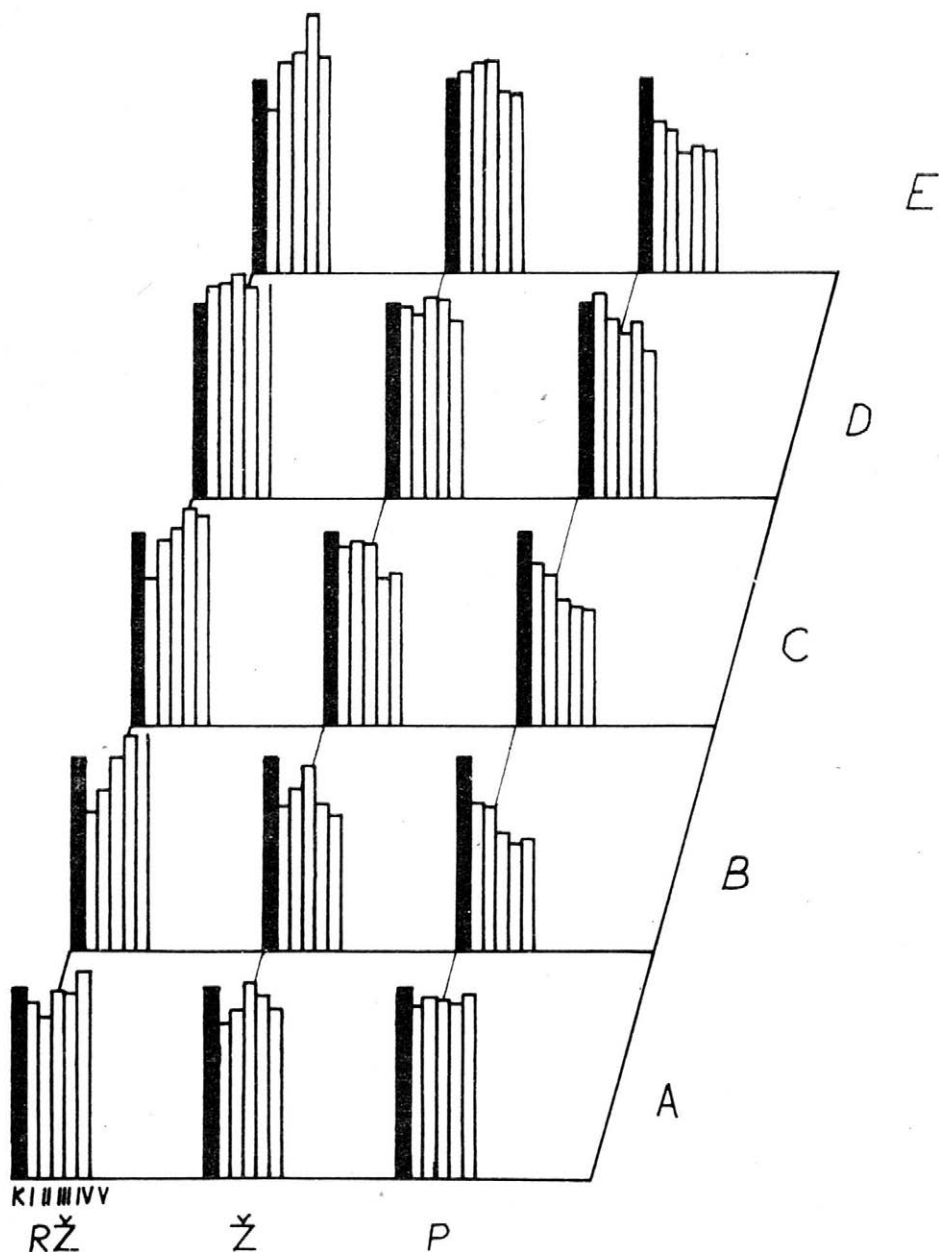
Jednotlivé parcely byly sklizeny kombinovaným sklízecem LK-4 M až desátý den po aplikaci. Stonek byl ponechán na lništi k rosení (mimo sklizeň v r. 1967, kdy stonek po proschnutí byl svezan a máčen). Kontrolní parcela (neošetřená) byla sklizena současně s ošetřenými parcelami.

VÝSLEDKY

24 hodin po postřiku je len podle použité koncentrace šedý až tmavošedozelený. Směrem dolů barva stonku přechází v zelenou. Po 48 hodinách šedá barva přechází do světlejší hnědé, u páté koncentrace až do hnědé; hnědé jsou i lístky. Třetí a čtvrtý den po postřiku účinek desikantu přechází i do spodní části stonku, hnědá barva (podle použité koncentrace) zůstává. Další dny se již vzhled porostu podstatněji nemění.



1. Zhodnocení ukazatelů za rok 1967. Z = zelená zralost, RŽ = raná žlutá zralost, Ž = žlutá zralost, P = plná zralost. K = neošetřeno (100 %), I. = 1,5 l Reglone, II. = 3,— l Reglone, III. = 6,— l Reglone, IV. = 12,— l Reglone. A = výnos neroz. stonku, B = výnos semene, C = výnos dlouhého vlákna, D = výdajnost dlouhého vlákna, E = výdajnost vlákna celkem, F = počet bodů celkem. — The evaluation of the indices for 1967. Z = green ripeness, RŽ = early yellow ripeness, Ž = yellow ripeness, P = full ripeness, K = untreated (100 %), I. = 1.5 l of Reglone, II. = 3.— l of Reglone, III. = 6.— l of Reglone, IV. = 12.— l of Reglone, A = yield of unretted stalk, B = yield of seed, C = yield of long fibre, D = strength of long fibre, E = total strength of fibre, F = total number of points



2. Zhodnocení ukazatelů za rok 1968. RŽ = raná žlutá zralost, Ž = žlutá zralost, P = plná zralost. K = neošetřeno (100 %), I. = 1,5 l Reglone, II. = 2,5 l Reglone, III. = 3,5 l Reglone, IV. = 5, — l Reglone, V. = 7,5 l Reglone. A = výnos ros. stonku, B = výnos dlouhého vlákna, C = výdajnost dlouhého vlákna, D = výdajnost vlákna celkem, E = počet bodů celkem. — The evaluations of the indices for 1968. RŽ = early yellow ripeness, Ž = yellow ripeness, P = full ripeness, K = untreated (100 %), I. 1.5 l of Reglone, II. 2.5 l of Reglone, III. 3.5 l Reglone, IV. 5.0 l Reglone, V. 7.5 l of Reglone, A = yield of retted stalk, B = yield of long fibre, C = strength of long fibre, D = strength of fibre totally, E = total number of points

Dosažené výsledky jsou shrnuty v tabulkách I, II a III, v poměrných hodnotách jsou uvedeny v grafech č. 1, 2 a 3. Z tabulky I je zřejmý vliv desikantu na výnosové hodnoty lnu, přičemž vliv doby, ve které aplikujeme desikant vzhledem ke stupni zralosti lnu, je vysoce významný, převyšuje svým významem ze všech zjišťovaných hodnot vliv koncentrace aplikovaného roztoku. Spolupůsobení doby aplikace a koncentrace se v pořadí významnosti uplatnilo až na třetím místě, přesto však tento vliv je vysoce významný. Je třeba zdůraznit, že doba aplikace, zvláště zelená a raná žlutá zralost, velmi podstatně snižuje výnos stonku, semene i dlouhého vlákna. Rovněž výdajnost vlákna je velmi snížena. Je víceméně logické, že se zvyšující se koncentrací aplikovaného roztoku, zvláště v zelené a rané žluté zralosti, se výnos citelně snižuje.

Výsledky r. 1968 (tabulka II) ukazují, že na výnosovou diferenci má největší vliv doba aplikace, následuje vysoce průkazný vliv koncentrace (výjimku tvoří výnos roseného stonku, kde je vliv koncentrace a spolupůsobení doby aplikace a koncentrace neprůkazný) a spolupůsobení doby aplikace a koncentrace. Opět se ukázal negativní vliv desikantu na výnosové ukazatele, přičemž tyto rozdílly jsou tím větší, čím vyšší je koncentrace aplikovaného přípravku a čím dřívější je doba aplikace. U výnosu dlouhého vlákna i výdajnosti dlouhého vlákna se jeví jako nejvhodnější aplikace ve žluté zralosti.

Tabulka III uvádí výsledky získané v r. 1969. Jsou obdobné jako v letech 1967 a 1968. Opět svým významem se na prvním místě u všech hodnocených ukazatelů podílí vliv doby aplikace (vzhledem ke stupni zralosti lnu). Tento vliv podstatně převyšuje účinek koncentrace desikantu a spolupůsobení koncentrace a doby aplikace. Je zřejmé, že vliv desikantu na rostliny lnu je záporný. Projevuje se to jak na výši výnosů stonku, semene i vlákna, tak i na pevnosti vlákna, která pro nedostatek místa není v tabulce uvedena.

DISKUSE

K pokusu s desikací lnu bylo přistoupeno za předpokladu, že by bylo vhodné desikovat lny v letech s nevhodnými klimatickými podmínkami v době zrání. Za těchto podmínek totiž lny nekončí vegetací, silně zmlazují, větvi a tím oddalují podstatně sklizeň. Vlákno ztrácí na kvalitě, snižuje se výnos dlouhého vlákna, vlákno má nejnižší pevnost apod. Ukončíme-li vegetaci lnu pomocí desikace (za předpokladu, že nesníží výnos), pak zabráníme všem výše jmenovaným nevhodným úkazům. Navíc jsme předpokládali, že desikační látka aplikovaná na len urychlí proces rosení (rosení na stojato).

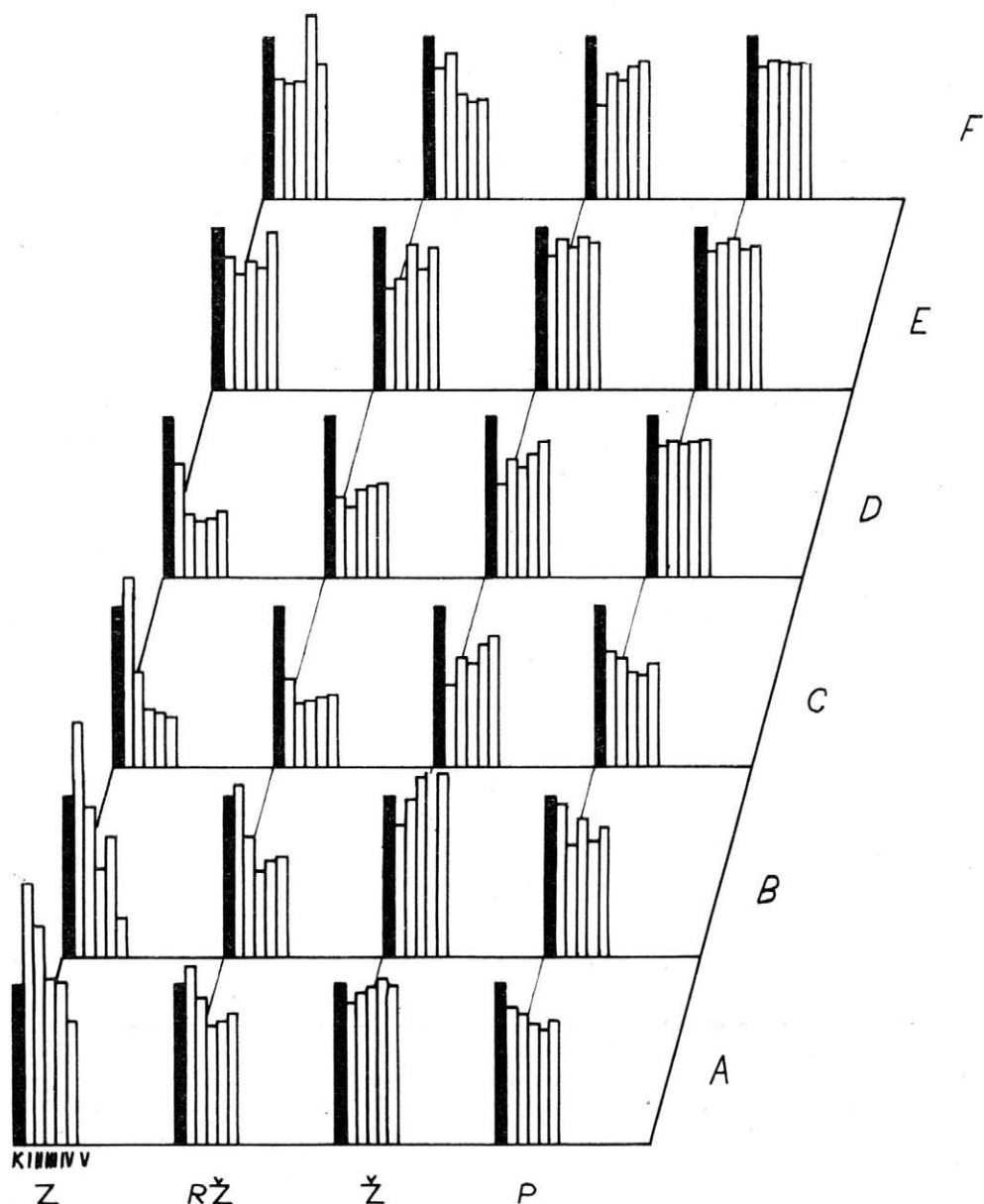
Be and oin (1968) svými výsledky došel k závěru, že desikace lnu vyžaduje optimální podmínky aplikace, správnou dobu aplikace z hlediska zralosti lnu a správnou dobu trhání. Při odchylkách dochází ke snížení výnosu vlákna a zvětšení heterogenity rosení stonku lnu. Zdůrazňuje, že zvětšováním délky doby od aplikace desikace po sklizeň lnu se snižuje výnos vlákna a zvyšuje se heterogenita stonku. Jako nejvhodnější dobu sklizně po aplikaci určil 48 hodin. Trhá-li se dříve, nemá desikace význam, trhá-li se později, dochází k podstatnému snížení výnosu vlákna.

Podle tříletých výsledků můžeme konstatovat, že desikace lnu je za současných podmínek anglickým přípravkem Reglone nevhodná. Záporně ovlivňuje většinu hodnocených výnosových ukazatelů. Je zřejmé, že čím delší dobu před uzráním len desikujeme, tím větší je snížení výnosu z hlediska kvantity i kvality. Navíc nutno říci, že se nesplnil ani předpoklad kladného ovlivnění doby a prů-

III. Rok 1969. Výnos stonků, semene, dlouhého vlákna, výdajnost vlákna. — The yield of stalks, seed, long fibre; strength of fibre

Zralost Doba aplikace	Koncentrace	Výnos v q/ha			Výdajnost v %	
		stonek	semeno	dl. vlák.	dl. vlák.	vlákno celkem
Zelená	I.	34,4	3,6	4,2	12,13	22,12
	II.	28,7	2,3	2,1	7,39	19,44
	III.	21,3	1,3	1,3	6,02	21,77
	IV.	20,8	1,8	1,3	6,08	21,05
	V.	15,9	0,6	1,1	7,21	26,22
	K	20,7	2,5	3,5	17,07	26,89
Raná žlutá	I.	30,9	5,0	3,1	9,97	16,54
	II.	25,3	3,5	2,3	8,99	18,35
	III.	20,7	2,5	2,3	11,15	23,79
	IV.	21,4	2,8	2,4	11,24	20,01
	V.	22,6	2,9	2,5	11,73	23,20
	K	28,0	4,7	5,6	19,87	26,60
Žlutá	I.	29,6	5,3	3,9	13,27	23,35
	II.	31,5	6,6	5,1	16,33	25,83
	III.	32,9	7,1	5,0	15,16	24,77
	IV.	33,9	7,9	5,7	17,02	26,18
	V.	33,2	7,3	6,2	18,61	25,73
	K	33,5	6,6	7,5	22,24	28,22
Plná	I.	34,8	8,5	5,9	17,08	24,02
	II.	32,4	6,1	5,7	17,65	24,94
	III.	30,7	7,8	5,0	17,39	25,78
	IV.	28,6	6,3	4,9	17,37	23,94
	V.	31,1	7,3	5,5	17,51	24,49
	K	40,5	9,0	8,4	20,69	27,97
Test průměrů minimálními diferencemi (podle Tukeye)						
Doba aplikace	P-0,05	2,1	0,8	0,5	1,05	1,57
	P-0,01	2,6	0,9	0,6	1,30	1,95
Koncentrace	P-0,05	2,8	1,0	0,6	1,46	2,13
	P-0,01	3,5	1,2	0,7	1,77	2,59
Spolupůsobení	P-0,05	7,2	2,6	1,5	3,71	5,45
doba apl. × konc.	P-0,01	8,3	3,0	1,8	4,27	6,28

běhu rosení. Desikovaný porost lnu se hůře trhá, kratší stonky zůstávají nevytrhány. Tento desikant působí kontaktně, částečně i systemicky (zvláště za nedostatku slunečního záření — B e r a n 1970). Účinnost Reglone je podmíněna světlem. Při styku s rostlinami rozkládá chlorofyl, proto postřikované rostliny ztrácejí zelenou barvu a šednou.



3. Zhodnocení ukazatelů za rok 1969. Z = zelená zralost, RŽ = raná žlutá zralost, Ž = žlutá zralost, P = plná zralost. K = neošetřeno (100 %), I. = 1,5 l Reglone, II. = 2,5 l Reglone, III. = 3,5 l Reglone, IV. = 5,— l Reglone, V. = 7,5 l Reglone. A = výnos ros. stonku, B = výnos semene, C = výnos dlouhého vlákna, D = výdajnost dlouhého vlákna, E = výdajnost vlákna celkem, F = počet bodů celkem. — The evaluation of indices for 1969. Z = green ripeness, RŽ = early yellow ripeness, Ž = yellow ripeness, P = full ripeness, K = untreated (100 %), I. 1.5 l of Reglone, II. 2.5 l of Reglone, III. 3.5 l of Reglone, IV. 5.0 l of Reglone, V. 7.5 l of Reglone. A = yield of retted stalk, B = yield of seed, C = yield of long fibre, D = strength of long fibre, E = total strength of fibre, F = total number of points

- ADDICOTT F. T., LYNCH R. S., 1957, Ann. Rev. Plant Physiol. 6, 211-238.
- BASKALOV J. A., MELNIKOV N. N., 1955, Chimičeskije sredstva udalenija listjev i vysušivaniya rastenij. Chimičeskaja promyšlennost' (7), 51-59.
- BEAUDOIN M., 1968, Essais de dessiccation sur pied. Active générale. Compte rendu. Association générale des producteurs de lin. Cardinal Mercier Paris.
- BERAN V., ZMEŠKAL O., MUSIL J., RASOCHA V., MYŠÁK F., NYPL J., 1970, Desikace zemědělských plodin. ČAZ, ÚVTI Praha, č. 2.
- PAGÁČ P., 1960, Desikácia - nový smer pri sbere semenných porastov ďatelinovin. Ochrana rastlin 3 (2): 10.
- , 1960, Odlistovaniye - desikacija lucerny siatej pestovanej na semeno. Závěrečná zpráva, VÚRV Piešťany.
- POTTSS S. F., 1960, Agricultural Chemicals, 15, 7: 61-90.
- VAŠÁK V., 1958, Defoliace polních píceň pěstovaných na semeno. Zemědělství v zahraničí 8, 1: 26-33.
- VAŠÁK V., 1961, Defoliace kulturních plodin. Socialistické zemědělství 11, 2: 148-161.
- ZMEŠKAL O., 1966, Defoliace a desikace bobu. Závěrečná zpráva, VÚ technických plodin a luskovin, Šumperk - Temenice.

Došlo dne 14. 8. 1970

ZMEŠKAL O. *Vliv desikace na výnos a jakost lnu*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3): 317-326, 1971.

Pokus s desikací lnu byl založen za účelem zjištění možností uplatnění desikace lnu v letech s nevhodnými klimatickými podmínkami v době sklizně. Bylo prokázáno, že za současných podmínek nelze jen Reglonem desikovat, poněvadž desikant snižuje výnos i jakost vlákna lnu, desikovaný len se těž trhá. Uvedené zhoršené vlastnosti jsou tím větší, čím delší dobu před uzráním len desikujeme a čím vyšší koncentraci desikantu použijeme. Ani průběh rosení desikant kladně neovlivnil.

přádné rostliny; len; speciální agrotechnika; desikace

ЗМЕШКАЛ О. (Научно-исследовательский институт технических и бобовых культур, Шумперк-Теменице). Влияние десикации на урожай и качество льна. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3): 317-326, 1971.

Опыт с десикацией был сделан с целью определить возможности использования в годах с неблагоприятными климатическими условиями во время уборки. Существуют доказательства, что в современных условиях нельзя использовать для десикации препарат Реглон. Он понижает урожай и качество волокна льнокультуры, лен после десикации этим препаратом теребится с затруднениями. Эти затруднения повышаются, когда начинаем с десикацией на долгое время перед спелостью, зависят тоже от употребляемой концентрации препарата, и вдобавок, не влияет положительно на росную мочку.

придильные растения; лен, специальная агротехника; десикация

ZMEŠKAL O. (Forschungsinstitut für technische Pflanzen und Hülsenfrüchte). *Einfluß der Desikation auf Flachsertrag und -qualität*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3): 317-326, 1971.

Der Versuch mit der Desiccation von Flachs wurde durchgeführt, um die Geltendmachungsmöglichkeiten der Desiccation von Flachs in Jahren mit ungünstigen klimatischen Verhältnissen während der Erntezeit festzustellen. Es wurde bewiesen, daß es nicht möglich ist unter gleichzeitigen Bedingungen die Desiccation des Flaches mit Reglon durchzuführen, weil der Desiccant sowohl den Flachsertrag als auch

die Faserqualität herabsetzt und auch das Rauhen nach der Desiccation erschwert. Die angeführte Verschlechterung der Eigenschaften ist um desto größer, je früher vor der Flachsreife die Desiccation durchgeführt wurde und bei einer stärkeren Konzentration des Präparats. Nicht einmal der Taurösteverlauf wurde durch den Desiccant positiv beeinflusst.

Faserpflanzen; Flachs; spezielle Agrotechnik; Desiccation

Adresa autora:

Ing. Oldřich Zmeškal, Výzkumný ústav technických plodin a luskovin, Šumperk
Temenice

STUDIUM FRAKČNÍHO SLOŽENÍ BÍLKOVIN BRAMBOR METODOU PAPIROVÉ ELEKTROFORÉZY

A. ŠAŠEK

ŠAŠEK A. (Research Institutes for Plant Production, Institute of Genetics and Breeding, Praha-Ružyně). *Fractional Composition of Protein in Potatoes Investigated by the Paper Electrophoresis Method*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 327-335, 1971.

The object of the studies was to apply the paper electrophoresis method to the investigation of protein components represented in potatoes. A method which is sufficiently precise and sensitive, and also practically available, was worked out. The whole technique was standardized by a number of single tests; the following factors were observed: the effect of the tuberal water preparation, the size of sample applied, pH, the concentration and composition of buffers, electroendosmotic current and the optimum spot for sample application, various times of division and different current conditions, several ways of staining and quantitative evaluation of electrophoreograms. At least eleven components of proteinous nature were identified by means of the above technology; they were given numbers according to the values of electrophoretic mobility. The method was checked on a sample series of 22 varieties of the Czechoslovak certified assortment and on some varieties introduced from abroad. No qualitative differences between the samples were found but it seems certain that the quantitative representation of proteinous fractions depends, besides other factors, on the variety. A certain relation to the period of ripening was also found. The effect of various forms of organic and mineral fertilization on the representation of proteinous fractions was also investigated. The results indicate that the mineral fertilization caused an increase of the quantitative representation of the components with a higher electrophoretic mobility in all the variants. The organic fertilization had no such consequences, with the exception of the compost-development variant.

method; influences; paper electrophoresis; protein; potatoes; varieties; fertilization

Lektor: prof. dr. ing. S. Zelenka, Vysoká škola chemicko-technologická, Praha

Hlubší studium bílkovinného komplexu bramborové hlízy, jeho frakčního zastoupení, chemického složení, funkčního významu apod. může pomoci při řešení důležitých aspektů geneticko-odrůdových, např. probádat změny vzniklé šlechtěním, zvláště křížením a mutacemi, nebo otázek ekologicko-agronomických. Další oblastí aplikace studia je problematika likvidace a využití hlízových vod bramborových škrobáren, a to až již k výživě lidí, resp. hospodářských zvířat, nebo jako přípravku do živných půd k různým průmyslovým fermentačním výrobám.

Podobně jako v jiných oblastech, tak i pokrok ve výzkumu bílkovin brambor je vázán na úspěchy analytických metod. V posledních několika letech byly zveřejněny v odborné literatuře práce, ve kterých byly i do této oblasti studia

aplikovány elektroforetické metody. Tak metodou na papíře pracovali např. Labib (1962), Morawiecka (1965), Večeré a Rešetnikov (1965) a zvláště pak Zwartzová (1967), která též prověřila vhodnost použití agarové a škrobové gelové elektroforézy. Elektroforézou v polyakrylamidovém gelu pracovali Savelleva a spol. (1966), Macko a Stegemann (1969). Výsledky získané těmito autory lze však vzájemně jen velmi těžko porovnat, neboť bylo pracováno nejen s různým biologickým materiálem, ale též za odlišných elektroforetických podmínek, většinou však v alkalickém prostředí borátového, tris-borátového nebo veronalového pufru.

U nás těmto tak důležitým otázkám nebyla doposud věnována odpovídající pozornost, a proto jsme ve VÚRV, kde jsou rostlinné bílkoviny již několik let sledovány, přikročili ke studiu dané problematiky a získané výsledky jsou předmětem tohoto sdělení.

MATERIÁL A POUŽITÉ PŘÍSTROJE

Výhodou studia frakčního složení bílkovin brambor, např. oproti obdobným studiím obilných bílkovin, je ta skutečnost, že bílkoviny brambor jsou z podstatné části přítomny v rozpustné formě v tzv. hlízové vodě. Studovaným materiálem byla tedy hlízová voda, získaná z bramborových hlíz odrůdy 'Jizera' (pro pokusy spojené s vypracováním metodického postupu) a hlíz vzorků přirozeného materiálu.

Studie byly uskutečněny na přístrojích firmy Zeiss (Jena-NDR), kterými je náš trh dobře zásoben. Tuto skutečnost jsme považovali za důležitou pro rozšíření metody do praxe. Přístroj pro provedení vlastního elektroforetického dělení dobře odpovídá podmínkám navrženým Grassmannem a Hanningem (1952) a skládá se z vlastní „vlhké komůrky“ v horizontálním uspořádání, vybavené dvěma elektrodovými nádobkami s platinovými elektrodami. Do komůrky lze současně vložit osm pásků (300 mm × 40 mm) chromatografického papíru. K příslušenství patří usměrňovač, který dovoluje odebrat stejnosměrný proud o maximálních hodnotách 200 V a 30 mA. Ke kvantitativnímu vyhodnocení získaných elektroforeogramů byl používán extinkční registrační integrátor ERI-10 od téže firmy. Přístroj je vybaven dvoupaprskovým kompenzačním systémem.

METODY

Vzhledem k charakteru studovaného systému, který v mnohém připomíná krevní sérum, a s ohledem na budoucí možné rozšíření metody do praxe jsme se zaměřili na důkladné propracování a standardizování metody papírové elektroforézy.

I když nám výše citované studie zahraničních autorů poskytly řadu cenných informací, bylo nutno pro sestavení celého metodického postupu uskutečnit četné pokusy. Při této příležitosti uvádíme získané nejdůležitější poznatky, přičemž v podrobnostech odkazujeme na závěrečnou zprávu (Šašek 1970).

Hlízová voda byla připravena ze tří až čtyř hlíz studovaného vzorku brambor, které byly nejprve zbaveny vnějších nečistot opráním pod proudem studené vody a pak osušeny hadříkem. Dále byly hlízy ručně rozstrouhány struhadlem s proraženými hroty, které otevrou nejvíce buněk a vzniklá třenka je také jemná a netvoří nudličky. Po odstředění (při 8000 ot/min. po dobu 5 minut) byla získána čirá hlízová voda, která pak byla bez dalších úprav podrobena vlastnímu elektroforetickému studiu. Bylo sledováno, zda může dialýza této hlízovité vody proti používanému pufru zlepšit elektroforetické dělení. Podstatné rozdíly však zjištěny nebyly, což je ve shodě s Peetersem (1959), neboť koncentrace bílkovin a solí je dostatečně nízká, aby bylo možno hlízovou vodu studovat přímo. Dále byly sledovány různé způsoby nanášení hlízové vody na start: mikropipetou, tiskátkem, proužky chromatografického papíru (30 × 1 mm) Whatman č. 3. Tento poslední způsob se osvědčil nejlépe, neboť umožňuje po jednom navlhčení nanést 13–18 μ l hlízové vody. Vzorky byly nanášeny na pruhy (300 × 40 mm) chromatografického papíru Whatman č. 1.

Dále byl studován vliv množství nanesené hlízové vody na kvantitativní zastoupení bílkovinných frakcí, přičemž byly zjištěny výrazné rozdíly v tom smyslu, že při větším množství naneseného vzorku vzrůstal i relativní obsah rychleji se pohybujících bílkovinných složek. Toto zjištění je možno vysvětlit, podobně jako u bílkovin krevního séra, adsorbci nejrychleji se pohybující frakce na chromatografický papír během migračního procesu.

Je známo, že při papírové elektroforéze se silně uplatňuje vliv elektroosmotického toku, kdy pod vlivem elektrického pole dochází k transportu kapaliny směrem ke katodě. Tento pohyb tedy působí, v případě alkalického pufrového systému, proti elektroforetickému pohybu bílkovinných složek. Nepříznivý vliv je možno částečně zmírnit uplatněním efektu nasávání, kdy výše hladin pufru v elektrodových nádobkách nejsou stejné. Bylo proto aplikováno do nádoby s katodou 450 ml pufru a do nádoby s anodou 400 ml pufru. Byl sledován vliv polohy startu a jako optimální byla zjištěna vzdálenost 9–10 cm od katodického okraje proužku.

Dalšími studiemi byly vzájemně porovnány podmínky dělení v těchto pufrových systémech: Al-laktátovém o pH 3,1, acetátovém o pH 5,0, fosfátovém o pH 7,5 a veronalovém o pH 8,4. Jak je patrné z grafu na obr. č. 1, došlo k nejlepšímu rozdělení bílkovinných složek ve veronalovém pufru. U tohoto pufru byl dále sledován vliv jeho koncentrace a ve shodě s Peetersem (1959) byla zjištěna jako optimální iontová síla 0,05.

Jako nejvhodnější podmínky vlastního elektroforetického dělení byla vyhodnocena doba dělení 8–9 hodin při vloženém napětí 200 V (6,7 V/cm). Bylo pracováno při teplotě místnosti. K vybarvování získaných elektroforeogramů se nejlépe osvědčila metoda podle Kunkela a Tiselie (1951), tj. za použití roztoku bromfenolové modři.

Velká pozornost byla věnována otázkám kvantitativního hodnocení elektroforeogramů pomocí přístroje ERI-10. Jelikož bílkoviny bramborové hlízy tvoří složitý heterogenní systém, nezískají se komponenty zcela vzájemně oddělené, ale překrývající se, vyznačené hrbolem nebo ohybem na rameni křivky. Doplnění celých ploch je velmi obtížné, neboť vykreslení je víceméně libovolné a je věcí cviku, zkušenosti a jisté konvence, jak je interpolace provedena. Z různých způsobů vyhodnocení získaných, překrývajících se Gaussových křivek byl použit rychlý, jednoduchý a dostatečně přesný způsob — výpočet z integrační křivky, kterou zaznamená přístroj.

Na základě většího počtu analýz, provedených výše uvedeným postupem, bylo identifikováno celkem 11 bílkovinných složek. Tyto byly označeny čísla podle hodnot elektroforetické pohyblivosti, a to tak, že číslem 1 byla označena složka s největší pohyblivostí a číslem 11 složka s pohyblivostí nejmenší. Příklad kompletně prokresleného záznamu je uveden na grafu na obr. č. 2. Tímto postupem byly vyhodnoceny i všechny studované vzorky uvedené dále.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Vypracovaný metodický postup byl aplikován ke studiu frakčního zastoupení bílkovin vzorků odrůd čs. povoleného sortimentu brambor a odrůd introdukovaných ze zahraničí. Bylo zkoušeno celkem 22 odrůd s různou dobou zra-

pufrový systém mléčnan hlinitý-kys.mléčná



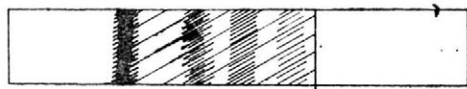
pufr acetátový



pufr fosfátový

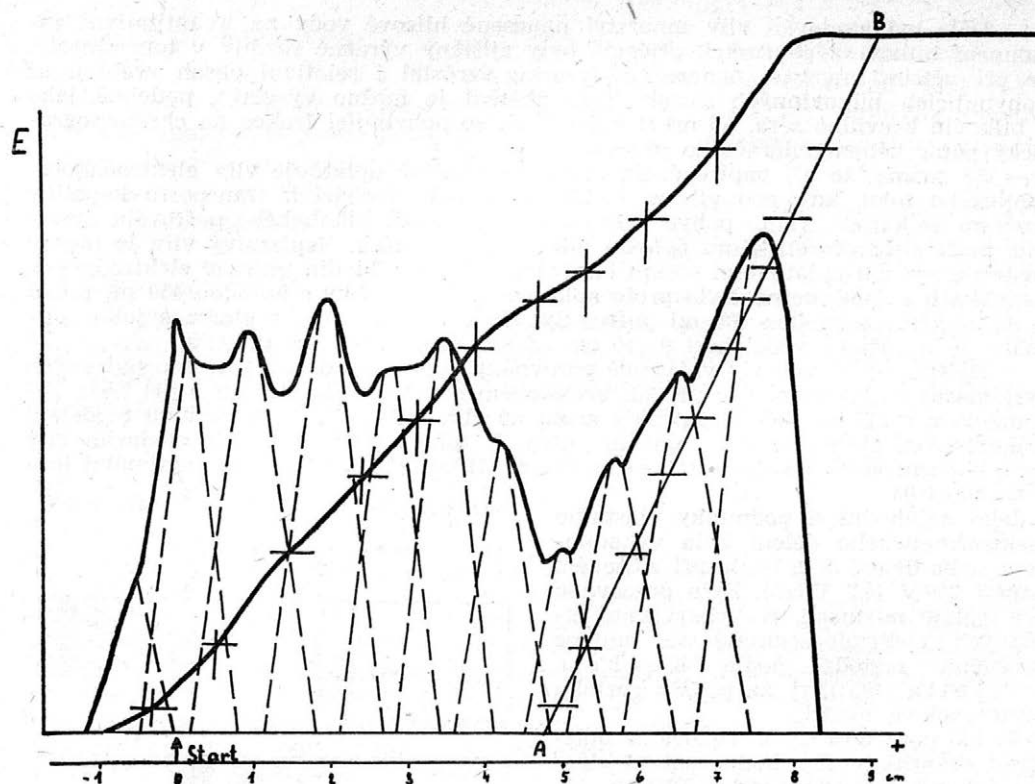


pufr veronalový



← směr migrace →

1. Vliv pH a složení pufrů na dělení bílkovin. — The effect of pH and buffers on protein distribution



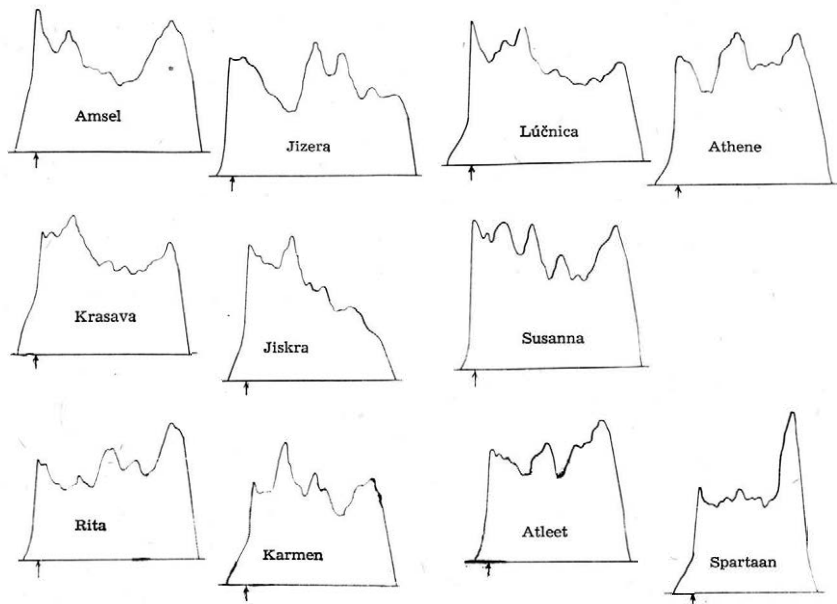
2. Ukázka kvantitativního vyhodnocení elektroforeogramu (vzorek č. 1a z tabulky II).
— An example of the quantitative evaluation of an electrophoretogram (sample No. 1 a from table II)

losti a různou jakostí, sklizených v plné zralosti na účelovém objektu VÚB v Občinách. Získané křivky po vyhodnocení elektroforeogramů jednotlivých odrůd jsou uvedeny na obrázku č. 3. V tabulce I jsou uvedeny bližší charakteristiky vzorků a kvantitativní zastoupení jednotlivých bílkovinných frakcí.

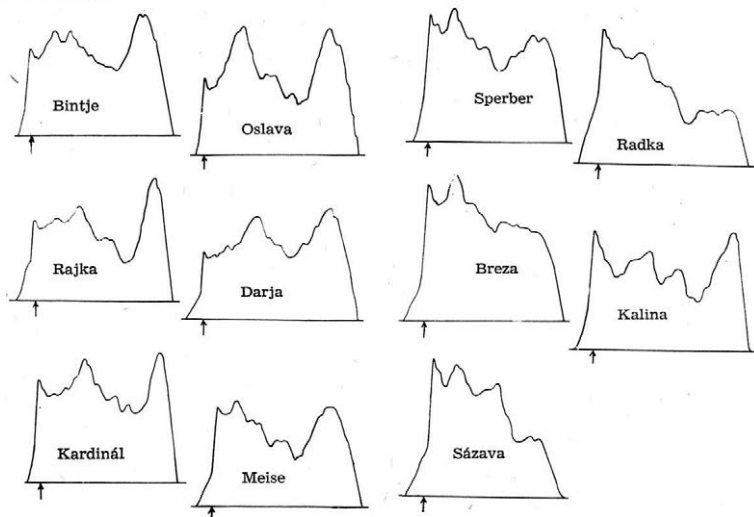
Ze získaných výsledků, uvedených na grafu na obr. č. 3 a v tabulce I vyplývá, že studované odrůdy se vzájemně neliší kvalitativním zastoupením složek, neboť jich bylo ve všech případech vždy identifikováno 11. Důležité je však zjištění jejich kvantitativního zastoupení, kde vedle jiných faktorů má odrůda poměrně značný vliv. Získané výsledky též naznačují určitý vztah k době zrání, neboť ranější odrůdy vykazovaly relativně větší množství rychleji se pohybujících bílkovinných frakcí.

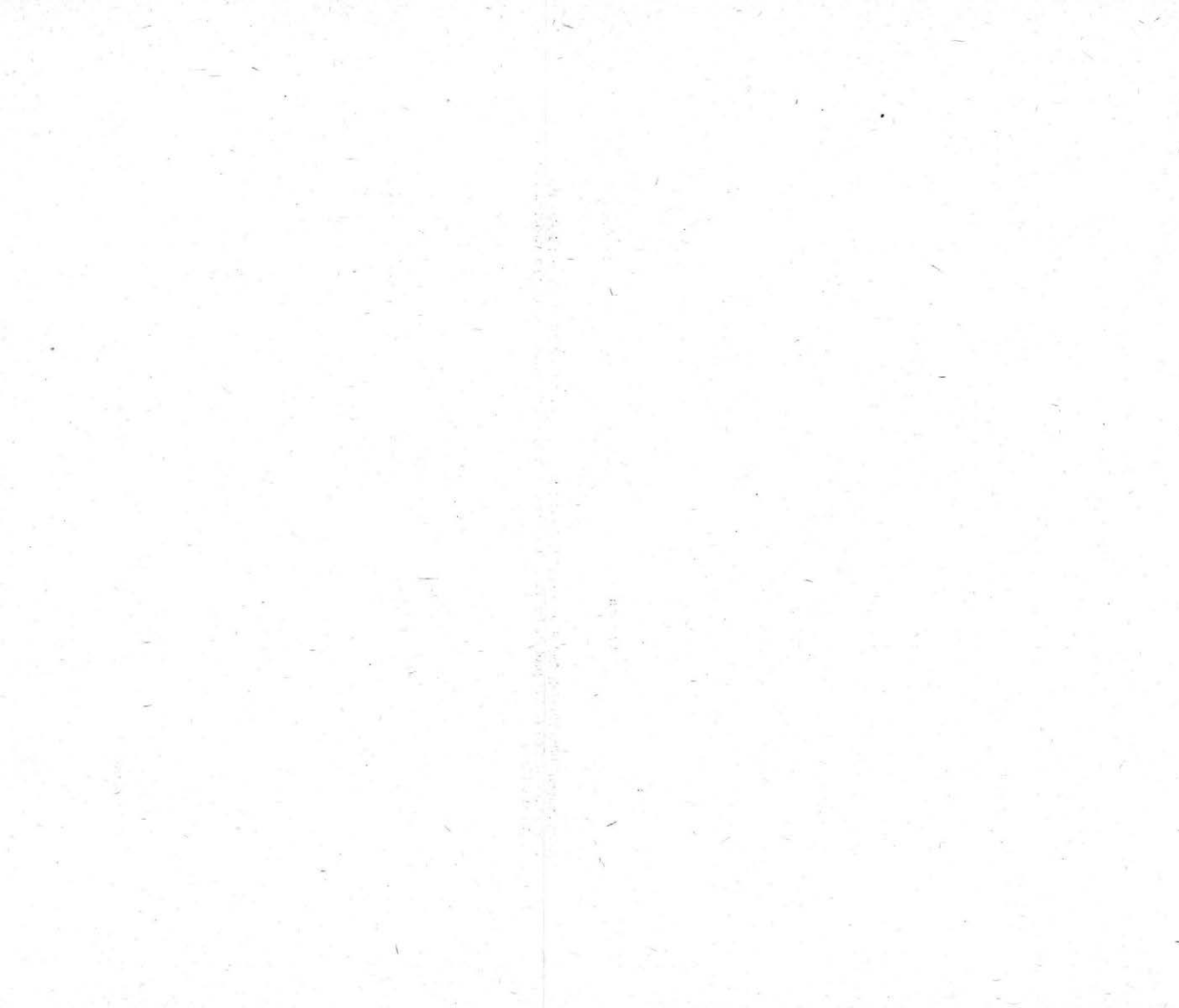
Pozornost byla dále věnována studiu vlivu různých forem organického a minerálního hnojení na zastoupení bílkovinných frakcí. Vzorky hlíz byly získány z ÚVR v Ruzyni ze sklizňových parcelek 5×5 m na pracovišti Nová Ves nad Lužnicí. Jednalo se o šest variant odrůdy 'Jizera': organicky nehnojeno, hnůj, kompost standard, kompost vývoj, prasečí výkaly + sláma a vitahum B, vždy minerálně hnojené ($N_4P_2K_2$) nebo nehnojené.

Získané křivky po vyhodnocení elektroforeogramů jednotlivých variant jsou uvedeny na grafech na obr. č. 4. V tabulce II jsou uvedeny bližší charakteristiky vzorků a kvantitativní zastoupení jednotlivých bílkovinných frakcí.



3. Zastoupení bílkovinných frakcí ve vzorcích domácích a zahraničních odrůd (údaje v tabulce I). —
The representation of the protein fractions in the samples of Czechoslovak and foreign varieties (for data see table I)

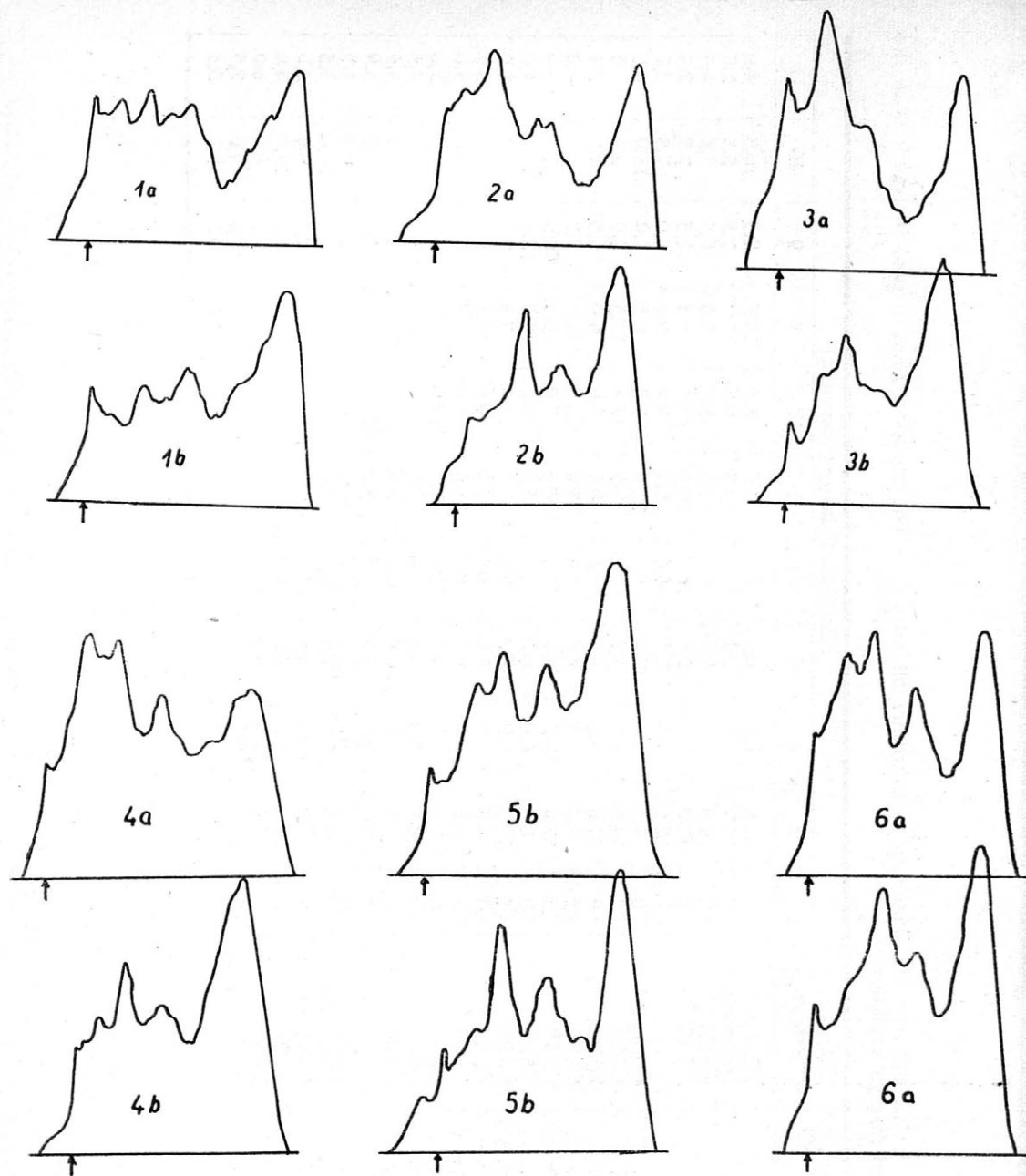




I. Zastoupení bílkovinných frakcí ve vzorcích domácích a zahraničních odrůd. — The representation of protein fractions in the samples of Czechoslovak and foreign varieties

Název odrůdy	Doba zrání	Místo výšlechtění	Bílkovinné frakce (v procentech)										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Amsel	raná	NDR	17,5	15,0	6,5	6,0	6,5	7,5	8,5	10,5	7,5	10,5	4,0
Bintje	r.-pr.	Holandsko	19,5	14,5	6,0	6,5	9,5	9,5	8,5	11,0	7,5	5,5	2,0
Rajka	r.-pr.	ČSSR	18,0	11,0	4,5	8,5	8,0	12,0	9,5	8,0	8,5	7,5	4,5
Rita	r.-pr.	ČSSR	17,5	11,0	7,0	10,5	12,0	10,0	7,0	6,5	8,5	7,5	2,5
Průměr			18,1	12,9	6,0	7,9	9,2	9,7	8,4	9,0	8,0	7,8	3,2
Kardinál	polor.	ČSSR	13,0	9,5	5,5	7,0	9,0	12,0	13,5	8,5	7,0	11,0	4,0
Oslava	polor.	ČSSR	16,0	14,5	6,0	7,5	7,0	7,5	12,5	12,5	8,0	6,0	2,5
Meise	polor.	NDR	16,0	17,0	6,5	8,0	6,5	8,5	8,0	8,0	9,5	9,0	3,5
Krasava	polor.	ČSSR	13,5	8,0	6,5	9,0	9,0	9,0	12,5	10,5	9,0	9,0	4,0
Jizera	polor.	ČSSR	11,5	10,0	7,5	12,0	12,0	8,0	5,0	6,5	10,5	14,0	3,0
Jiskra	polor.	ČSSR	11,0	8,5	6,0	6,0	7,0	8,5	12,0	13,5	12,5	11,0	4,0
Darja	pr.-pp.	ČSSR	16,5	11,5	8,0	8,0	8,5	11,5	10,5	7,5	7,0	8,0	3,0
Breza	pr.-pp.	ČSSR	13,0	8,5	8,5	8,0	6,0	7,0	9,5	14,5	10,0	11,5	3,5
Sázava	pr.-pp.	ČSSR	9,5	6,0	6,0	8,0	10,0	11,0	13,0	11,5	8,5	12,0	5,0
Radka	pr.-pp.	ČSSR	9,5	7,0	6,5	4,5	10,5	9,0	14,0	10,0	12,0	12,0	5,0
Kalina	pr.-pp.	ČSSR	16,0	8,5	5,0	5,0	9,0	7,0	12,0	12,0	9,5	11,5	4,5
Lúčnica	pr.-pp.	ČSSR	12,5	8,0	6,0	6,5	6,5	8,5	11,0	12,0	13,0	11,5	4,5
Průměr			13,2	9,8	6,5	7,5	8,4	9,0	11,1	10,6	9,7	10,5	3,9
Atleet	polop.	Holandsko	13,0	13,0	7,5	9,0	7,0	11,0	9,5	6,5	9,5	9,5	4,5
Spartaan	polop.	Holandsko	13,5	11,5	9,0	7,0	8,0	7,0	6,0	12,0	12,5	10,0	3,5
Karmen	polop.	ČSSR	12,5	13,0	6,0	6,5	6,5	9,5	10,5	14,5	8,0	9,0	4,0
Sperber	pozdní	NDR	12,5	12,5	8,5	7,0	10,0	9,0	8,0	12,0	7,5	10,0	3,0
Susanna	pozdní	NSR	11,0	11,0	6,5	6,0	10,5	7,0	11,5	11,0	11,0	8,5	6,0
Athene	pozdní	NSR	13,5	12,5	9,0	9,0	11,0	9,5	8,5	5,5	10,0	9,0	2,5
Průměr			12,7	12,2	7,8	8,4	8,8	8,9	9,0	10,2	9,8	9,2	3,9

Vysvětlení zkratk: r. = raná; pr. resp. polor. = poloraná; pp. resp. polop. = polopozdní



4. Vliv organického a minerálního hnojení na zastoupení bílkovinných frakcí (údaje v tabulce II). — The effect of the organic and mineral fertilization on the representation of protein fractions (for data see table II)

Na základě zjištěných hodnot, uvedených na grafu na obr. 4 a v tabulce II, lze vyslovit názor, že minerální hnojení ($N_4P_2K_2$) způsobuje relativní zvýšení bílkovinných složek s větší elektroforetickou pohyblivostí, což bylo pozorováno u všech šesti variant. Vliv různých forem organického hnojení se v tomto směru téměř neprojevil, s výjimkou varianty kompost-vývoj, přičemž toto hnojivo obsahuje vedle organických forem i složky minerální.

II. Vliv organického a minerálního hnojení na zastoupení bílkovinných frakcí. —The effect of the organic and mineral fertilization on the representation of protein fractions

Označení vzorku (též na obr. 4)	Charakteristika vzorku		Bílkovinné frakce (v procentech)										
	org. hnojeno	miner. hn.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1a	Org. nehn.	min. nehn.	16,5	10,5	6,5	4,0	7,0	10,0	8,0	12,5	12,5	8,0	4,0
1b	Org. nehn.	$N_4P_2K_2$	24,0	11,5	8,0	6,5	6,0	8,5	7,0	12,0	8,0	5,5	3,0
2a	Prasečí výkaly + + sláma	miner. ∅	18,0	7,5	4,0	4,5	7,5	7,0	13,5	13,5	14,0	7,0	3,5
2b	Prasečí výkaly + + sláma	$N_4P_2K_2$	24,0	12,0	6,5	6,5	7,5	6,0	12,5	9,0	6,5	5,5	4,0
3a	Hnůj	miner. ∅	14,5	8,0	3,5	3,0	4,0	8,5	13,5	22,5	9,0	9,5	4,0
3b	Hnůj	$N_4P_2K_2$	27,0	16,5	6,5	9,5	7,0	10,5	8,5	6,0	3,0	3,0	2,5
4a	Kompost standart	miner. ∅	15,5	9,0	7,0	7,0	11,0	7,5	13,0	15,5	7,0	4,5	3,0
4b	Kompost standart	$N_4P_2K_2$	31,0	15,0	7,5	8,0	7,5	8,0	7,5	6,0	4,0	3,0	2,5
5a	Kompost vývoj	miner. ∅	25,0	13,5	7,5	7,0	8,0	5,0	12,5	7,0	7,0	4,5	3,0
5b	Kompost vývoj	$N_4P_2K_2$	27,0	8,0	6,0	7,0	11,5	6,5	14,0	6,0	5,0	4,5	4,5
6a	Vitahum B	miner. ∅	20,5	7,0	5,0	6,0	10,5	6,0	15,0	12,5	9,0	5,5	3,0
6b	Vitahum B	$N_4P_2K_2$	22,0	11,0	5,5	6,0	11,5	10,0	12,0	9,5	5,5	4,5	2,5

Poznámka: $N_4P_2K_2$: 120 kgN + 72 kg P_2O_5 + 140 kg K_2O

Organické hnojení:

U vzorku č. 2 — 400 + 40 q/ha, u vzorků č. 3 a 6 — 400 q/ha, u vzorků č. 4

a 5 — 290 q/ha

Přehledně-li závěrem získané poznatky, pak je možno konstatovat, že na poli studia bílkovinného komplexu brambor byla zatím vykonána první etapa, přičemž zemědělský výzkum i praxe, jakož i jiné obory, mají v elektroforetických metodách důležitou diagnostickou pomůcku.

Literatura

- GRASSMANN W., HANNIG K., 1952, Ein quantitatives Verfahren zur Analyse der Serumproteine durch Papierelektrophorese. Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem., 290 : 1-27.
- KUNKEL H. G., TISELIUS A., 1951, Electrophoresis of proteins on filter paper. J. gen. Physiol. 35 : 89-118.
- LABIB A. I., 1962, Potato proteins. Their properties and nutritive value. Wageningen.
- MACKO V., STEGEMANN H., 1969, Mapping of Potato Proteins by Combined Electrophoresis and Electrophoresis. Identification of Varieties. Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. 350 : 917-919.
- MORAWIECKA B., 1965, Bialka ziemniaka (*Solanum tuberosum*) rozpuszczalne w kwasie sulfosalicylowym. Acta Soc. Bot. Pol. 34, 2 : 161-170.
- PEETERS H., 1959, Paper electrophoresis. Principles and techniques. Vol. 2. in: Advances in Clinical Chemistry. Academic Press, New York.
- SAVELEVA O. N., PROCENKO M. A., VASJUKOVA N. I., 1966, Vydelenie belkov klubnja kartofelja i ich elektroforetičeskoje issledovanije v poliakrilamidnom gele. TVNIZR 26 : 218-220.
- ŠAŠEK A., 1970, Aplikace elektroforetických metod pro studium bílkovin brambor. Závěrečná zpráva ÚGŠ Praha - Ruzyně.
- VECERÉ A. S., REŠETNIKOV V. N., 1965, O različijach v prirodě belkov klubněj někotorych sortov kartofelja. Dokl. An BSSR, 9, 10 : 690-694.
- ZWARTZ J. A., 1967, Characterization of potato varieties by electrophoretic separation of the tuber protein. Wageningen.

Došlo dne 28. 9. 1970

ŠAŠEK A. *Studium frakčního složení bílkovin brambor metodou papírové elektroforézy*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 327-335, 1971.

Cílem studií byla aplikace metody papírové elektroforézy pro sledování zastoupení bílkovinných složek brambor. Byla vypracována metoda dostatečně přesná a citlivá, ale i dostupná pro praxi. Celý postup byl standardizován řadou dílčích pokusů, kterými byl sledován vliv přípravy hlízové vody, množství nanášeného vzorku, pH, složení a koncentrace pufrů, elektroosmotického toku a optimálního místa nanášení vzorků, různé doby dělení a různých proudových podmínek, několika způsobů vybarvování a kvantitativního vyhodnocování elektroforeogramů. Vypracovaným metodickým postupem bylo identifikováno nejméně 11 složek bílkovinného charakteru, označených čísly podle hodnot elektroforetické pohyblivosti. Metoda byla ověřena na sérii vzorků 22 odrůd čs. povoleného sortimentu a odrůd introdukovaných ze zahraničí. Kvalitativní rozdíly mezi vzorky zjištěny nebyly, ale zdá se být jisté, že kvantitativní zastoupení bílkovinných frakcí je, vedle jiných vlivů, závislé na odrůdě. Byl též zjištěn určitý vztah k době zrání. Dále byl sledován vliv různých forem organického a minerálního hnojení na zastoupení bílkovinných složek. Výsledky ukázaly, že minerální hnojení zapůsobilo u všech variant zvýšení kvantitativního zastoupení složek s větší elektroforetickou pohyblivostí. Organické hnojení se v tomto směru neprojevovalo, s výjimkou varianty kompost-vývoj.

metoda; vlivy; papírová elektroforéza; bílkoviny; brambory; odrůdy; hnojení

ШАШЕК А. (Научно-исследовательские институты растениеводства, Институт генетики и селекции, Прага-Рузыне). Изучение фракционного состава белков в картофеле по методу бумажного электрофореза. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 327-335, 1971.

Цель работы состояла в применении метода бумажного электрофореза для изучения содержания белковых компонентов картофеля. Был разработан достаточно точный и чувствительный метод, доступный и для практики. Весь прием был стандартизован рядом частич-

ных опытов, в ходе которых изучалось влияние подготовки клубеньковой воды, количества наносимых образцов, pH, состава и концентрации буферов, электроосмотического потока и оптимального места нанесения образцов, разного периода деления и различных токовых условий, нескольких способов окраски и количественной оценки электрофореограмм. С помощью методического приема было идентифицировано минимум 11 компонентов белкового характера, обозначенных номерами на основе величин электрофоретической подвижности. Метод был испытан на серии образцов 22 сортов апробированного чехословацкого сортимента и интродуцированных из-за границы сортов. Качественных различий между образцами установлено не было, но представляется вполне вероятным, что количественное содержание белковых фракций, наряду с иными влияниями, зависит от сорта. Установлена также определенная зависимость от срока созревания. Кроме того, изучалось влияние разных форм органического и минерального удобрения на содержание белковых компонентов. Результаты показали, что минеральное удобрение вызвало у всех вариантов повышенное количественное содержание компонентов с увеличенной подвижностью. Органическое удобрение в этом направлении себя не проявило за исключением варианта компост-эксперимент.

метод; влияния; бумажный электрофорез; белки; картофель; сорта; удобрение

ŠAŠEK A. (Forschungsinstitute für pflanzliche Produktion, Institut für Genetik und Pflanzenzüchtung, Praha-Ruzyně). *Studium der Fraktionszusammensetzung der Kartoffeleiweiße mittels Methode der Papierelektrophorese*. Rostlinná výroba (Praha) 17 (3) : 327-335, 1971.

Das Ziel des Studiums war die Applikation der Methode der Papierelektrophorese zur Verfolgung der Vertretung von Kartoffeleiweißkomponenten. Es wurde eine genügend präzise und empfindliche, aber auch für die Praxis zugängliche Methode ausgearbeitet. Der ganze Vorgang durch eine Reihe von Teilversuchen, mittels welchen der Vorbereitungseinfluß des Knollenwassers, der Menge der aufgetragenen Probe, des pH, der Zusammensetzung und Konzentration der Puffer, des elektroosmotischen Flusses und der optimalen Stelle der aufgetragenen Proben, verschiedener Teilungszeit und verschiedener Strömungsbedingungen, einiger Arten der Verfärbung und quantitativen Bewertung der Elektrophoreogramme verfolgt wurde, standardisiert. Durch den bearbeiteten methodischen Vorgang wurde wenigstens 11 Komponente eiweißhaltigen Charakters, die mit Zahlen laut Werte der elektrophoretischen Beweglichkeit bezeichnet werden, identifiziert. Die Methode wurde an einer Probenreihe von 22 Sorten des tschechoslowakischen anerkannten Sortimentes und aus dem Ausland introduzierten Sorten überprüft. Qualitätsunterschiede zwischen den Proben wurden nicht festgestellt, aber es scheint sicher zu sein, daß die quantitative Vertretung der Eiweißfraktionen, außer anderen Einflüssen, von der Sorte abhängig. Es wurde auch eine bestimmte Beziehung auf die Reifezeit ermittelt. Ferner wurde der Einfluß verschiedener Formen der organischen und mineralischen Düngung auf die Vertretung der Eiweißkomponente beobachtet. Die Ergebnisse zeigten, daß die Mineraldüngung bei sämtlichen Varianten eine Erhöhung der quantitativen Vertretung von Komponenten mit größerer elektrophoretischen Beweglichkeit verursachte. Die organische Düngung trat in dieser Richtung nicht zutage, mit Ausnahme der Variante Kompost-Entwicklung.

Methode; Einflüsse; Papierelektrophorese; Eiweißstoffe; Kartoffeln; Sorten; Düngung



Adresa autora:

Ing. Antonín Šásek, CSc., Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Ústav genetiky a šlechtění, Praha - Ruzyně

ROSTLINNÁ VÝROBA

připravuje pro rok 1971 vydání těchto monotematických čísel:

- půdoznalství
- fyziologie rostlin
- základní agrotechnika s technologickými prvky
minimalizace obdělávání půdy
- zaorávání slámy
- obilniny
- jednoleté pícniny a semenářství

Monotematická čísla shrnují původní vědecké práce o vyřešených úkolech z různých výzkumných pracovišť, vztahující se k těmto problémům. Monotematická čísla jsou odbornou zemědělskou veřejností příznivě přijímána, protože informují souborně o jednotlivých problémech. Cena jednoho čísla ROSTLINNÉ VÝROBY je Kčs 18,—, celého ročníku Kčs 216,—. Objednávky přijímá administrace časopisů ÚVTI, Praha 2, Slezská 7, nebo každá pošta i poštovní doručovatel.

Ing. dr. N. Pume, vědecký pracovník ČSAZV, zemřel

Ing. dr. Nikolaj P u m e, vědecký pracovník ČSAZV a ředitel Ústavu pro zemědělskou politiku ČAZ v Praze skonal po dlouhé a těžké nemoci dne 11. listopadu 1970 ve věku 75 let.

Ing. P u m e se narodil 11. listopadu 1895 v městě Sumy v SSSR. Po absolvování střední školy studoval na Vysoké škole zemědělské v Kijevě, kterou však v důsledku vypuknutí první světové války nedokončil. Pro zranění na frontě byl vojenské služby zproštěn a věnoval se praktickému zemědělství ve funkci oblastního agronoma. Za občanské války emigroval do Československa, kde v r. 1926 dokon-



čil studium na Vysoké škole zemědělské v Praze. Svě první místo nastoupil jako zemědělský výzkumný pracovník (1926—1930) v Biologickém ústavu Státních výzkumných ústavů zemědělských v Praze, kde se věnoval řešení řady výzkumných problémů, zejména ve šlechtění obilnin. V r. 1928 po obhájení disertační práce „Statistické šetření o obilkách v různých oblastech republiky Československé“ (publikováno ve Sborníku ČAZ, str. 465—536) mu byl udělen titul doktora technických věd. V r. 1930 přešel z Biologického ústavu jako vědecký pracovník do ČAZ v Praze, v r. 1953 změněné na ČSAZV, kde pracoval až do r. 1958, kdy odešel do důchodu. V obou akademiích mohl plně uplatnit své bohaté životní zkušenosti a odborné znalosti v praktických výzkumech v různých oborech zemědělské výroby, později i na úseku zemědělské ekonomiky a hospodářské geografie.

V letech 1930—1949 pracoval v Ústavu pro zemědělskou politiku ČAZ v Praze, v letech 1943—1949 byl jeho ředitelem. V letech 1948—1958 pracoval v Kabinetu pro studium hospodářského a sociálního vývoje v zemědělství. Byl zároveň členem Ústřední komise pro kulturní a osvětovou práci v zemědělství a lesnictví při ČSAZV v Praze.

Pumeho životní původní a překladatelské dílo je rozsáhlé. Zasahuje téměř do všech oborů zemědělské výroby. Uveřejnil na 700 knih, odborných studií a článků. Jeho vlastní vědeckou činnost lze zhruba začlenit do těchto šesti výzkumně vědeckých zájmových okruhů s uvedením nejvýznamnějších prací:

1. *Využití zemědělské půdy v Československu* — publikované práce: „Dynamika osevních ploch v Československu a náš zemědělský plán“ (Věstník ČAZ, 1937, č. 6—7, str. 465—475); „K otázce racionalizace a plánování v československém zemědělství“ (Věstník ČAZ, 1937, č. 3, str. 188—193); „Kvantitativní variabilita obilní sklizně“ (Věstník ČAZ, 1937, č. 8—9, str. 666—674); „Vývoj a kvantitativní variabilita sklizně zeleniny v Československu“ (Věstník ČAZ, 1938, č. 8—9, str. 630—640); „Regionální průzkum rolnictví okresů Hané a severní Moravy“ (Sborník ČAZ, 1938, č. 3, str. 328—352); „Dynamika osevních ploch zeleniny v Československu“ (Sborník ČAZ, 1938, č. 3, str. 478—499); „Zeleniny v nových hranicích Československa“ (Věstník ČAZ, 1938, č. 10, str. 805—811).

2. *Boj proti ztrátám obilí* — publikované práce: „K otázce racionalizace a plánování v československém zemědělství“ (Věstník ČAZ, 1937, č. 3, str. 188—193); „Výsledky akce ‚Boj proti ztrátám v zemědělství‘“ (Věstník ČAZ, 1938, č. 3, str. 226—228); „Omezením ztrát obilí přispějeme k zabezpečení výživy obyvatelstva“ (Český zemědělec, 1940, č. 31, str. 3—4).

3. *Úsilí o co nejvyšší soběstačnost Československa v zemědělské výrobě* — publikované práce: „Výzkum výrobních a odbytových poměrů mléka a drůbeže v některých krajích Moravy“ (Věstník ČAZ, 1934, č. 8—9, str. 565—571); „Československý zahraniční obchod zeleninou“ (Věstník ČAZ, 1938, č. 6—7, str. 485—494); „Československý zahraniční obchod drůbeží“ (Věstník ČAZ, 1939, č. 3, str. 164—166); „Změny v hustotě zvířectva v letech 1937—1939 v okresech Čech a Moravy“ (Věstník ČAZ, 1939, č. 6—7, str. 264—269); „Naše zemědělství je tak výkonné, že zajistí normální výživu obyvatelstva“ (Český zemědělec, 1939, č. 42, str. 4); „Pět let řízeného obilního hospodářství v zemích českých“ (Věstník ČAZ, 1939, č. 8—9, str. 351 až 354).

4. *Ekonomické problémy pěstování obilovin v Evropě* — publikované práce: „Pšenice jako světový problém“ (Věstník ČAZ, 1939 č. 1—2, str. 25—35); „Jihoslovanská zemědělská produkce a zahraniční obchod zemědělskými výrobky v letech 1938—1939“ (Věstník ČAZ, 1940, č. 4 až 5, str. 280—285); „Stabilita selských podniků v některých zemích“ (Věstník ČAZ, 1940, č. 6—7, str. 334—339); „Cesta k soběstačnosti Evropy ve výživě“ (Věstník ČAZ, 1943, č. 5, str. 384—388).

5. *Ekonomické problémy pěstování olejnin* — publikované práce: „Soja — pěstování, použití a národohospodářský význam“ (Časové spisky ministerstva zemědělství, č. 82, Praha 1935, spoluautoři V.

Skoda, J. Trnka); „Olejníny ve světové výrobě a ve státech středo- a východoevropských“ (Věstník ČAZ, 1936, č. 6—7, str. 437—448).

6. Zemědělství jiných států — publikované práce: „Zemědělská výroba a export Ruska“ (Věstník ČAZ, 1930, č. 10, str. 1154—1162); „Vědecko-výzkumné ústavy v Rusku“ (Věstník ČAZ, 1931, č. 5, str. 602 až 608). „Zemědělský průmysl v Rusku“ (Věstník ČAZ, 1931, č. 9, str. 1013 až 1018); „Zadluženost bulharského zemědělství a akce pro oddlužení a zmírnění zemědělské krise v Bulharsku“ (Věstník ČAZ, 1934, č. 10, str. 772—776); „Otázka reorganizace zemědělské služby v Jugoslávii“ (Věstník ČAZ, 1935, č. 3, str. 181—184); „Zemědělský úvěr v SSSR“ (Věstník ČAZ, 1937, č. 3, str. 221—224); „Zemědělské komory v Bulharsku“ (Věstník ČAZ, 1937, č. 6—7, str. 543—544); „Řízené hospodářství ve švýcarském zemědělství za války“ (Věstník ČAZ, 1940, č. 1—2, str. 29—38); „Snahy o větší rozšíření zemědělských strojů a nářadí v Jugoslávii“ (Věstník ČAZ, 1940, č. 3, str. 161—165); „Jihoslovenská zemědělská produkce a zahraniční obchod zemědělskými výrobky v letech 1938—1939“ (Věstník ČAZ, 1940, č. 4—5, str. 280—285).

Těmito posledně jmenovanými pracemi P u m e seznamoval čs. zemědělskou veřejnost s novými poznatky a výsledky zemědělské vědy a praxe v zemědělské výrobě shora uvedených států. Jmenované studie byly cenným vědeckým přínosem spočívajícím jak ve vlastních metodách řešení problémů, tak i ve způsobu zpracování obecných závěrů a zároveň byly i praktickým přínosem spočívajícím zejména v tom, že přispíval ke zvyšování úrovně našeho zemědělství.

Ve shora jmenovaném Kabinetu jsou pak významné jeho práce na úseku komplexního výzkumu zemědělské výroby některých států. Publikoval studie: „Zemědělství nové Číny“ (Kabinet, Praha, 1953); „Přehled zemědělství Bulharské lidové republiky“ (Kabinet, Praha, 1956); „Zemědělství Polské lidové republiky“ (zpracováno v r. 1958, zůstalo v rukopisu).

Svou pozornost věnoval dále zpracování biografií některých významných sovětských zemědělských vědců: „Životopis I. V. Mičurina“ (Praha, 1950); „K osmdesátce akademika D. N. Prjanišnikova“ (Věstník ČAZ, 1946); „Vasilij Vasiljevič Dokučajev — zakladatel soudobého půdoznalectví“ (Za socialistického seľskochozjajstvennuju nauku, Seria A, 1953, č. 5); „Akademik N. V. Cicin padesátníkem“ (Věstník ČAZ, 1949).

P u m e už jako studující na VŠZ v Praze se zabýval překladatelskou prací, které zůstal věren až do svého odchodu z ČSAZV. Podílel se tak na významném seznamování čs. zemědělské veřejnosti s úspěchy sovětské zemědělské vědy a praxe. Z této jeho činnosti třeba jmenovat alespoň jedno dílo, překlad I. V. Mičurina „Výsledky šedesátileté práce ovocnáře-šlechtitele“ (Ministerstvo zemědělství, Praha, 1946). Uvedená vlastní tvůrčí práce a překladatelská činnost vrcholí jeho téměř celoživotní prací, kterou je „Česko-ruský zemědělský slovník“, obsahující na 1100 stránkách téměř 90 000 hesel. Vyšel ve Státním zemědělském nakladatelství v Praze v r. 1951. Vzhledem k své rozsáhlosti a terminologické spolehlivosti řadí se P u m e ův slovník na třetí místo ve světové literatuře. Ministerstvo školství uznalo tento slovník jako nejlepší slovník té doby. V r. 1969 byla P u m e m u udělena v uznání jeho celoživotního díla me-

daile vydaná k 200. výročí zemědělského výzkumu v ČSSR. Významný je také podíl P u m e h o v Osmijazyčném zemědělském slovníku, vydaném SZN v r. 1970 v Praze.

Bohaté celoživotní dílo ing. dr. P u m e h o je výrazem jeho velké, uznávané osobnosti jak v naší vědeckovýzkumné veřejnosti, tak i v širokých vrstvách zemědělských praktiků. Svou prací, celé své zaujetí pro rozvoj čs. zemědělství podřizoval zásadě, že zemědělská praxe i zemědělské výzkumnictví tvoří jediný a nerozlučný organický celek.

Odchodem ing. dr. N. P u m e h o ztrácí naše zemědělství mimořádně pilného, zkušeného, svědomitého a spolehlivého pracovníka. Budiž čest jeho památce!

Dr. J. Kolařík

Podepsáno k tisku dne 17. února 1971

Pavel L.: Difúze molekul a iontů v půdách a jílech I. Přehled literatury a některé praktické aspekty . . .	233
Damašková H.: Příspěvek k otázce stanovení difúzního koeficientu metodou horizontální infiltrace . . .	251
Černá S.: Celkový minerální a organicky vázaný fosfor ve strukturní půdě . . .	261
Ambrož Z., Šroubková E., Ondráček L.: O přístupnosti dusíku dimetylésteru kyseliny ureidofosforečné pro půdní mikroby . . .	267
Bezvodová B.: Bilance změn půdní minerální složky u černozemě degradované . . .	273
Rubeš L.: Vliv dusíku a molybdenu na výživu hrachu (<i>Pisum sativum</i> L.) . . .	281
Křišťan F., Černý V.: Vliv některých agrotechnických opatření na výnosy jarního ječmene na hnědé půdě . . .	293
Přikryl K., Hlaváč M.: Vztahy mezi růstem a výnosem jarního ječmene ovlivněné dobou přihnojení N . . .	303
Škrdleta V.: Vliv oddálené inokulace na nodulaci a symbiotickou fixaci dusíku u sóje . . .	309
Zmeškal O.: Vliv desikace na výnos a jakost lnu . . .	317
Šašek A.: Studium frakčního složení bílkovin brambor metodou papírové elektroforézy . . .	327
Kolařík J.: Ing. dr. N. Pume, vědecký pracovník ČSAZV, zemřel . . .	337

СОДЕРЖАНИЕ

Павел Л.: Диффузия молекул и ионов в почвах и илистых почвах. I. Обзор литературы и некоторые практические аспекты (249). — Дамашкова Г.: К вопросу определения диффузного коэффициента по методу горизонтальной инфильтрации (260). — Черна С.: Общее содержание фосфора, минеральный и органически связанный фосфор в структурной почве (264). — Амброж З., Шрубкова Э., Ондрачек Л.: О доступности азота диметил эфира уреидофосфорной кислоты для почвенных микроорганизмов (271). — Безводова Б.: Баланс изменений почвенного минерального компонента на деградированном черноземе (278). — Рубеш Л.: Влияния азота и молибдена на питание гороха (*Pisum sativum* L.) (291). — Кржиšťан Ф., Черны В.: Влияние некоторых агротехнических мероприятий на урожай ярового ячменя на бурой почве (302). — Прикрыл К., Главач М.: Взаимоотношения между ростом и урожаем ярового ячменя, находящиеся под влиянием дополнительного удобрения N (307). — Шкрдлета В.: Влияние отсроченной инокуляции на нодуляцию и симбиотическую фиксацию азота сои (315). — Змешкал О.: Влияние десикации на урожай и качество льна (325). — Шаšek А.: Изучение фракционного состава белков в каргеле по методу бумажного электрофореза (335). — Коларжик Й.: Инж. д-р Н. Пумэ, научный работник Чехословацкой академии сельскохозяйственных наук, умер (337).

CONTENT

Pavel L.: Molekül- und Ionendiffusion in Böden und Tonen. I. Literatur-Review and Some Practical Aspects (223). — Damašková H.: A Contribution to the Question of the Determination of the Diffusion Coefficient by Method of Horizontal Infiltration (251). — Černá S.: Total, Mineral and Organic Phosphorus in a Structural Soil (261). — Ambrož Z., Šroubková E., Ondráček L.: On the Availability of Nitrogen in Dimethylester of Ureidophosphoric Acid for Soil Microbes (267). — Bezvodová B.: The

Evaluating of Changes in the Mineral Soil Constituent of Degraded Chernozem (273). — Rubeš L.: The Effect of Nitrogen and Molybdenum on the Nutrition of Pea (*Pisum sativum* L.) (281). — Křišťan F., Černý V.: The Effect of Some Cultural Practices on the Yields of Spring Barley Grown on Brown Soil (293). — Přikryl K., Hlaváč M.: Relations between the Growth and Yield of Spring Barley as Influenced by the Time of the Supplementary N-Fertilization (303). — Škrdleta V.: The Effect of Delayed Inoculation on Nodulation and Symbiotic Nitrogen Fixation in Soybean (309). — Zmeškal O.: The Effect of Dessiccation on the Yields and Quality of Flax (317). — Šašek A.: Fractional Composition of Protein in Potatoes Investigated by the Paper Electrophoresis Method (327). — Kolařík J.: Ing. dr. N. Pume, scientific worker of the Czechoslovak Academy of Agricultural Science, has died (337).

INHALT

Pavel L.: Molekül- und Ionendiffusion in Böden und Tonen. I. Literaturübersicht und einige praktischen Aspekte (res. E/233). — Damašková H.: Beitrag zur Frage der Bestimmung des Diffusionskoeffizienten mit der Methode der horizontalen Infiltration (res. E/251). — Černá S.: Gesamter, mineraler und organisch gebundener Phosphor im Strukturboden (264). — Ambrož Z., Šroubková E., Ondráček L.: Über die Zugänglichkeit des Stickstoffs Dimethylester der Ureidophosphorsäure für Bodenmikrobe (271). — Bezvodová B.: Bilanz der Änderungen der Bodenmineralkomponente und der degradierten Schwarzerde (res. E/273). — Rubeš L.: Einfluß des Stickstoffs und Molybdens auf die Ernährung von Erbsen (*Pisum sativum* L.) (291). — Křišťan F., Černý V.: Einfluß einiger anbautechnischen Maßnahmen auf die Sommergersterträge auf der Braunerde (res. E/293). — Přikryl K., Hlaváč M.: Beziehungen zwischen dem Wachstum und Ertrag der durch die Beidüngung mit N beeinflussten Sommergerste (307). — Škrdleta V.: Einfluß der verschobenen Inokulation auf die Nodulation und symbiotische Stickstofffixation bei Soja (res. E/309). — Zmeškal O.: Einfluß der Desikation auf Flachsertrag und -qualität (325). — Šašek A.: Studium der Fraktionszusammensetzung der Kartoffeleiweiße mittels Methode der Papierelektrophorese (335). — Kolařík J.: Ing. dr. N. Pume, wissenschaftlicher Arbeiter der Tschechoslowakischen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, ist gestorben (337).

TABLE DES MATIÈRES

Pavel L.: Diffusion des molécules et des ions dans les sols et les argiles. I. Aperçu de la littérature et certains aspects pratiques (res. An/233). — Damašková H.: Contribution à la question de détermination du coefficient de diffusion, en appliquant la méthode d'infiltration horizontale (res. An/251). — Černá S.: Phosphore total, minéral et organique dans la structure du sol (res. An/261, Al/264). — Ambrož Z., Šroubková E., Ondráček L.: Possibilité d'assimilation de l'azote de l'ester diméthylque de l'acide uréidophosphorique pour les microbes de sol (res. An/267, Al/271). — Bezvodová B.: Balance des changements de l'élément minéral de sol et du chernozem dégradé (res. An/273). — Rubeš L.: Influence de l'azote et du molybdène sur la nutrition du pois (*Pisum sativum* L.) (res. An/281, Al/291). — Křišťan F., Černý V.: Influence de certaines mesures agrotechniques sur les rendements de l'orge de printemps sur le sol brun (res. An/293). — Přikryl K., Hlaváč M.: Rapports entre la croissance et le rendement de l'orge de printemps influencés par l'époque de l'épandage complémentaire de l'azote (res. An/303, Al/307). — Škrdleta V.: Influence de l'inoculation retardée sur la formation des nodosités et la fixation symbiotique de l'azote chez le soja (res. An/309). — Zmeškal O.: Influence de la dessiccation sur le rendement et la qualité du lin (res. An/317, Al/325). — Šašek A.: Etude de la composition fractionnée des protéines de pommes de terre en appliquant la méthode d'électrophorèse sur papier (res. An/327, Al/335). — Kolařík J.: Ing. dr. N. Pume, travailleur scientifique de l'Académie tchécoslovaque des sciences agricoles, est mort (337).

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS - ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14 Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS - ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, Legerova 22, Praha 2.