

ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ,
LESNÍHO A VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

Zemědělská technika

12

ROČNÍK 10 (XXXVII) – PRAHA, PROSINEC 1964

CENA 10 Kčs

ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ,
LESNÍHO A VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada: Jan Květoň (předseda), inž. Karel Bernhard, inž. Josef Dovrtěl, inž. Stanislav Haš, inž. Karel Joza, doc. inž. Karel Koč., doc. inž. Karel Koskuba, CSc., inž. Jozef Martaus, CSc., inž. Vladimír Piša, inž. Vladimír Suchý, doc. dr. inž. Zdeněk Šteffl, inž. Jaroslav Šulc, doc. inž. Miroslav Thér, CSc., doc. inž. Ján Tomovčík, CSc., inž. Alois Vávra. — Vedoucí redaktor Čeněk Rendl.

© Ústav vědeckotechnických informací MZLVH, Praha 1964

Obsah - Содержание - Inhalt - Content - Contenu - Contenido

Brázda Z.: Rotační pluh RP 190 Ротационный плуг РП 190 The RP 190 Rotary Plough Rotationspflug RP 190	685
Havelec S.: Kinematika rotačních pracovních orgánů strojů pro zpracování půdy Кинематика ротационных рабочих органов машин для обработки почвы Kinematics of the Rotary Working Elements in Tillage Implements Kinematik der Rotations-Arbeitsorgane der Maschinen für die Bodenbearbeitung	707
Straňák A., Klačka F.: Vliv rotační a plužní technologie orby na dynamiku fyzikálních vlastností půdy a její vodní režim Влияние ротационной и плужной технологии пахоты на динамику физических свойств почвы и на водный режим в почве Influence of the Rotary Tillage and Bottom Ploughing on the Dynamics of the Physical Properties of Soil and its Water Conditions Einfluß der Technologie des Pflügens mit rotierenden Pflugkörpern und mit Scharpflügen auf die Dynamik des physikalischen Bodeneigenschaften und auf das Wasserregime im Boden	723
Vaněk J., Straňák A.: Vliv rotační a plužní technologie orby na uvolňování hlavních živin v půdě Влияние ротационной и плужной технологии пахоты на освобождение главных питательных веществ в почве The Effects of the Rotary Tillage and Bottom Ploughing on the Release of the Nutrients in Soil Einfluß der Technologie der Bodenbearbeitung mit rotierenden und mit klassischen Pflugkörpern auf die Lösung von wichtigsten Nährstoffen im Boden	751
Rídký K.: Vliv rotační a plužní technologie orby na půdní mikroflóru Влияние ротационной и плужной технологии пахоты на почвенную микрофлору The Effects of Tillage with Rotary or Bottom Ploughs on the Soil Microflora Einfluß der Technologie der Bodenbearbeitung mit rotierenden und mit klassischen Pflugkörpern auf die Bodenmikroflora	761

Rotační pluh RP 190

Ротационный плуг РП 190

The RP 190 Rotary Plough

Rotationspflug RP 190

Inž. Zdeněk BRÁZDA

Výzkumný ústav zemědělských strojů, Chodov u Prahy

Reditel ústavu inž. J. Homolka

1. Úvod

V poslední době se řada výzkumných a vědeckých pracovišť nejen u nás, ale i v zahraničí, zabývá otázkou rotačního zpracování půdy. Je zkoumáno mnoho různých způsobů rotačního zpracování půdy od nejjednoduššího, tzv. frézového způsobu zpracování, až po rýčový způsob, který svojí technologií připomíná práci ručního rytí. Důvodem k tomu je nejen energeticky nevýhodný způsob přenosu energie z traktoru na dosud běžně používaný klínový pluh — při přenosu energie z traktoru na stroj prostřednictvím pojezdových kol traktoru dochází k poměrně značným energetickým ztrátám — ale i v některých případech, zejména v těžkých půdách při použití klínového pluhu, nemožnost vytvořit příznivé vegetační podmínky.

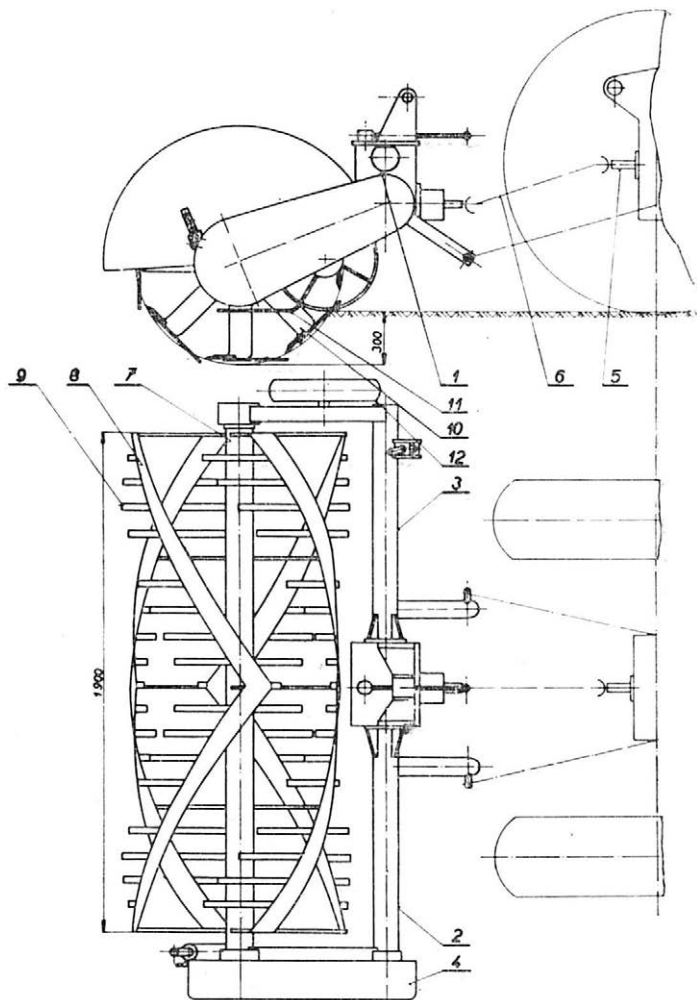
Aby bylo možno zjistit do jaké míry lze uvedené pracovní nedostatky radličných pluhů odstranit, byl pracovníky VÚZS v Chodově navržen, vyroben a ve spolupráci s Výzkumnou stanicí základní agrotechniky a hnojení v Pohořelicích prověřován funkční model rotačního pluhu typu půdní frézy (dále jen rotační pluh RP 190).

V předkládané práci jsou zpracovány výsledné optimální hodnoty, získané výzkumem a měřením ve VÚZS Chodov v letech 1960—1962. Zejména je zpracován teoretický rozbor kinematiky a dynamiky rotačního pluhu RP 190 a výsledky porovnány s hodnotami naměřenými experimentálně. Dále je zhodnocena energetická bilance rotačního pluhu RP 190 a porovnána s energetikou běžného klínového pluhu. V závěru práce je obsažen souhrn všech důležitých získaných výsledků.

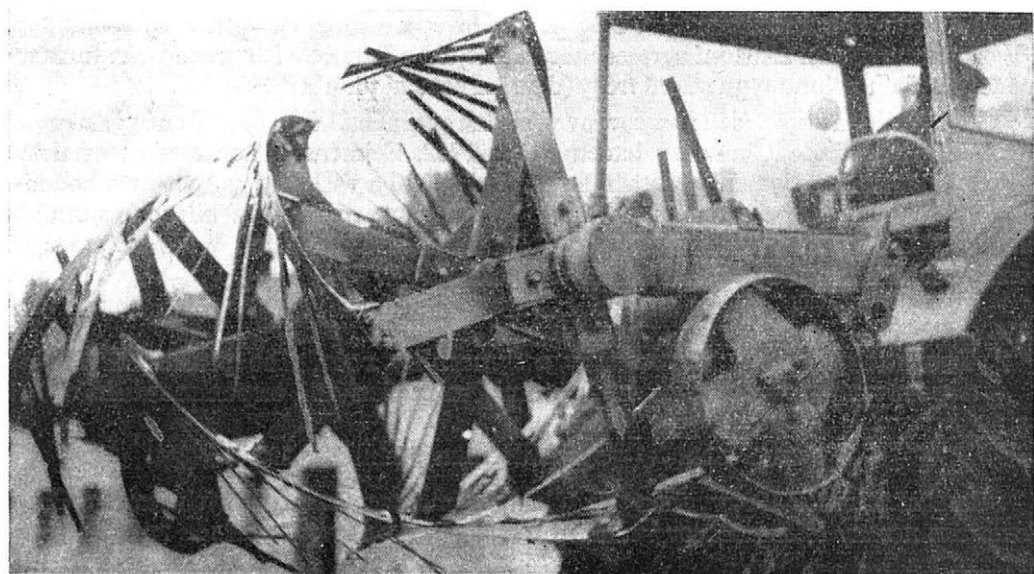
2. Teoretický rozbor kinematiky a dynamiky rotačního pluhu RP 190 a porovnání výsledků s hodnotami, naměřenými experimentálně

2.1 Technický popis rotačního pluhu RP 190

Rotační pluh RP 190, vyvinutý ve Výzkumném ústavu zemědělských strojů v Chodově jako nesený širokozáběrový funkční model, je v celkovém pohledu znázorněn na obrázku 1 a 2.



1. Celková sestava funkčního modelu rotačního pluhu RP 190

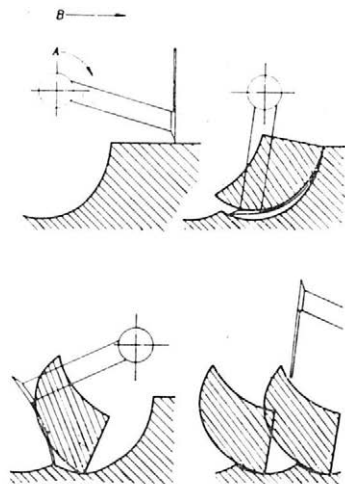


2. Celkový pohled na funkční model rotačního pluhu RP 190

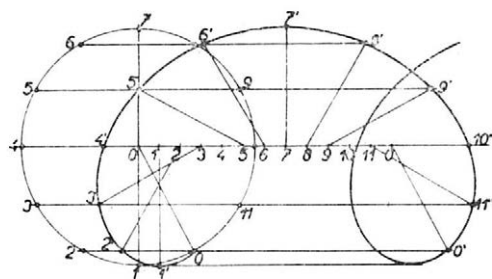
Dvoustupňová převodovka (1), umístěná uprostřed předních nosných trubek (2) a (3), a výměnná řetězová kola, umístěná ve skříní (4) na pravé straně pluhu, zajišťují přenos krouticího momentu vývodového hřídele (5) traktoru přes kloubový hřídel (6) na hřídel (7) pracovních orgánů. Uvedené uspořádání umožňuje volbu počtu otáček hřídele (7) pracovních orgánů mezi 37, 57, 86 a 135 ot./min. Pracovní orgány, rozmístěné na obvodě stroje, jsou tvořeny čtyřmi šípovitě uspořádanými noži (8), pružnými unášeči (9), umístěnými na zadní části nožů, a svislými noži (10), umožňujícími spojení pracovních orgánů s hřídelem (7). Svislé nože (10) rozdělují celou šířku záběru jednoho pracovního orgánu na šest přibližně stejných dílů. K regulaci hloubky zpracování je na jedné straně použito svisle přestavitelného plazu (11) a na druhé straně svisle přestavitelného kola (12). Toto uspořádání bylo pracovníky VÚZS navrženo proto, aby mohla být ověřena vhodnost obou návrhů regulace hloubky zpracování.

Pracovní cyklus rotačního pracovního orgánu v jednotlivých fázích je znázorněn na obrázku 3. Při práci se rotační pracovní orgán otáčí ve směru šipky A a pojíždí ve směru šipky B, přičemž zabírá do půdy a odkrajuje skývu, jež je vzadu podepřena pružnými unášeči. Tyto pružné unášeče se při vnikání nože do půdy deformují — přizpůsobují tvaru plochy, vytvářené cykloidálním řezem. Touto deformací se ukrájená skýva částečně drobí. Jakmile se celá skýva uvolní, je třením o pružné unášeče unášena otáčejícím se pracovním orgánem dozadu, přičemž se jako celek otáčí kolem osy hřídele až do místa, kde pružné unášeče přestanou být podpírány půdou, takže váhou skývy (její těžší částí) a vlastním předpětím se vrátí do své původní polohy. Tím je umožněno uložení skývy tak, že její povrch je šikmo skloněn ke dnu. Při dalším otočení hřídele rotačního

pluhu vyjdou napřímené pružné unášeče podél skývy, aniž předcházející skývu znatelně poruší. Vytvářené skývy jsou přibližně za sebou ukládány tak, jak je naznačeno na obrázku 3.



3. Pracovní cyklus rotačního pracovního orgánu rotačního pluhu RP 190



4. Sestrojení absolutní dráhy pohybu koncového bodu pracovního orgánu použitím grafické metody popsané v textu

2.2 Konstrukční parametry rotačního pluhu RP 190

Na základě předběžného agrotechnického a energetického rozboru byly pro rotační pluh RP 190 navrženy tyto hlavní konstrukční parametry:

Celkový záběr stroje	1,90 m	Počet otáček	37, 57, 86, 135 ot./min.
Maximální hloubky zpracování	0,30 m	Maximální rychlost pojezdu	do 3 km/h
Maximální váha	500 kg	Motorický příkon	50–60 k
		Trakční prostředek	Zetor 50

Rotující pracovní orgány konají v pracovním procesu dva současně pohyby. Je to v první řadě přímočarý posuvný pohyb. Dále je to rotace kolem vodorovné osy, kolmé na směr pohybu stroje. Tato rotace se děje ve směru otáčení pojezdových kol. Absolutní pohyb konce pracovního orgánu je tedy dán geometrickým součtem těchto dvou pohybů. Pro kinematický rozbor předpokládáme oba pohyby rovnoměrné. Dráha koncového bodu pracovního orgánu bude v tom případě cykloidální křivka, zvaná trochoida.

Ke grafickému znázornění trochoidy je možno použít několika metod. Jedna z nich, znázorněná na obrázku 4, vyžaduje, aby dráha koncového bodu rotačního pracovního orgánu, ujetá za určitý čas ve směru přímočarém, odpovídala jedné kruhové otáčky koncového bodu rotačního pracovního orgánu za stejný čas. Rozdělíme-li obě dráhy na stejný počet dílů, pak sobě odpovídající průsečíky těchto dílů udávají jednotlivé body trochoidy — křivky absolutního pohybu koncového bodu rotačních pracovních orgánů.

Trochoidu je možno velmi jednoduše graficky sestavit použitím tzv. stupňové metody. Za použití vztahu $t = 60/n_o$ a $s = v \cdot t$ je velikost posuvu odpovídajícího pootočení koncového bodu rotačních pracovních orgánů o 15°

$$s = \frac{v \cdot 60 \cdot 15}{n_o \cdot 360} (m) \quad (1)$$

kde: v = pojezdová rychlost (posuvná rychlost osy otáčení) (m/s)

n_o = počet otáček rotačních pracovních orgánů (1/min)

Podobně při pootočení koncového bodu rotačních pracovních orgánů o 30° bude velikost posuvu ve směru přímočarém rovna (2 s), při pootočení o 45° (3 s) atd. (obr. 5).

K analytickému vyjádření absolutní dráhy pohybu koncového bodu pracovního orgánu — trochoidy — lze použít její parametrické rovnice (viz obr. 6).

$$x = v \cdot t + R \cdot \cos \omega t \quad (2)$$

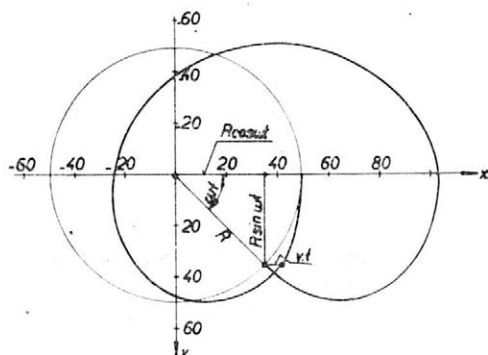
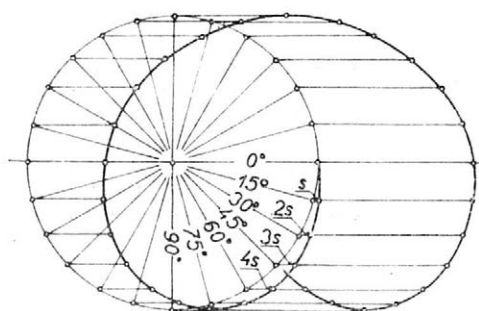
$$y = R \cdot \sin \omega t \quad (3)$$

kde: R = poloměr otáčení koncového bodu rotačních pracovních orgánů (m)

v = pojezdová rychlost (posuvná rychlost osy otáčení) (m/s)

ω = úhlová rychlost (1/s)

ω_t = úhel pootočení



5. Sestrojení trochoidy použitím stupňové metody

6. Početní vyšetření dráhy koncového bodu rotačního pracovního orgánu — trochoidy

Charakteristickým znakem absolutní dráhy koncového bodu pracovního orgánu je smyčka. Její tvar a velikost jsou závislé na vzájemném poměru rychlosti rotačního pohybu a rychlosti přímočarého posuvného pohybu a na velikosti poloměru R .

Pro normální práci pracovního orgánu je nutno dodržet podmínku, aby po zařiznutí do půdy jen půdu odštěpoval, přičemž se nesmí svou zadní spodní částí do ponechané půdy zamačkávat. Tato podmínka je dodržena volbou určité minimální hodnoty řezného úhlu (obr. 7). Při stanovení přibližné minimální hodnoty řezného úhlu δ budeme vycházet z výpočtu teoretické minimální hodnoty řezného úhlu δ_1 pro kruhový pohyb a tuto vypočtenou hodnotu zvětšíme o hodnotu, odpovídající skutečnému cykloidálnímu pohybu. Můžeme tedy uvést:

$$\delta = \delta_1 + \Delta\delta \quad (5)$$

Teoretickou hodnotu úhlu řezu δ_1 pro kruhový pohyb můžeme vypočítat použitím obrázku 7, a to z trojúhelníku BCO :

$$\frac{b}{2R} = \sin \delta_1 \quad (6)$$

kde: R = poloměr obalové kružnice koncových bodů pracovních orgánů (m)

b = šířka nože pracovních orgánů (m)

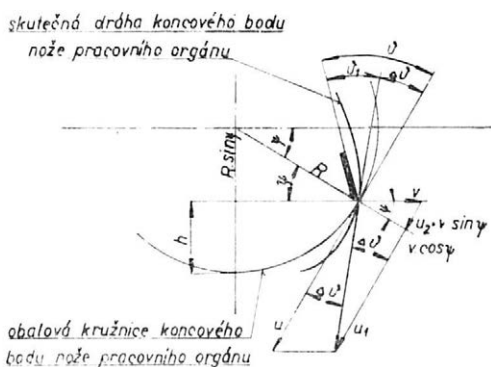
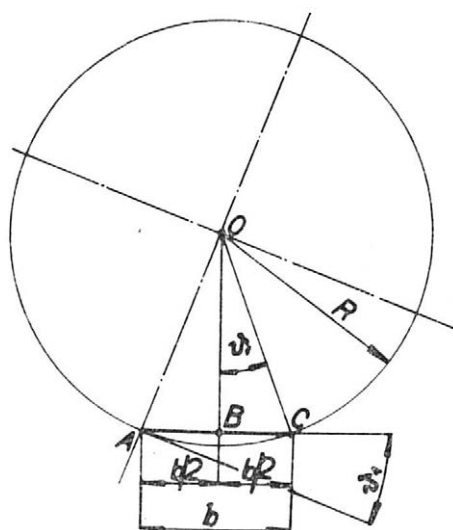
δ_1 = řezný úhel pro kruhový pohyb ($^\circ$)

V uvedeném výpočtu teoretické hodnoty úhlu řezu δ_1 pracovního orgánu pro kruhový pohyb nebyla uvažována pružná deformace půdy, která se projevuje zvláště nepříznivě na spodní straně nože. Aby se omezil nepříznivý účinek této deformace půdy, je třeba vypočtenou hodnotu úhlu řezu δ_1 zvětšit.

Praktickým měřením bylo zjištěno, že pro $b = 80$ mm, $R = 500$ mm leží optimální hodnota řezného úhlu δ_1 pro kruhový pohyb v mezích

$$150 \leq \delta_1 \leq 25^\circ \quad (7)$$

Při normální práci nepohybuje se však nůž pracovního orgánu po kružnici, nýbrž po cykloidě a tedy řezný úhel δ_1 , odpovídající pohybu po kružnici, musíme zvětšit o úhel



8. Parametry pro výpočet skutečného řezného úhlu

7. Parametry pro výpočet dolního řezného úhlu δ_1 při kruhovém pohybu

$\Delta\delta$, odpovídající změně dráhy z kruhové na cykloidální. Skutečný řezný úhel δ , sevřený spodní stranou nože pracovního orgánu s tečnou kružnice, závisí tedy i na pojezdové rychlosti stroje a na počtu otáček pracovních orgánů. Jeho velikost zjistíme geometricky nebo početně z obrázku 8 použitím vztahů:

$$u = u_1 + u_2 \quad (8)$$

$$u_2 = v \cdot \sin \psi \quad (9)$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{v \cdot \cos \psi}{u_1} = \frac{v \cdot \cos \psi}{u - v \cdot \sin \psi} = \frac{\frac{v}{u} \cdot \cos \psi}{1 - \frac{v}{u} \cdot \sin \psi} \quad (10)$$

Hloubka zpracování h pro uvedené označení:

$$h = R(1 - \sin \psi)$$

u = obvodová rychlost (m/s)

v = pojezdová rychlost (m/s)

ψ = úhel pootočení pracovního orgánu ($^\circ$)

R = poloměr obalové kružnice koncových bodů prac. orgánu (m)

δ = skutečný řezný úhel nože pracovního orgánu ($^\circ$)

δ_1 = řezný úhel nože pracovního orgánu konajícího pouze rotační pohyb ($^\circ$)

$\Delta\delta$ = přírůstek řezného úhlu odpovídající změně drah z kruhové na cykloidální ($^\circ$)

Grafické vyjádření matematické závislosti úhlu $\Delta\delta$ na úhlu pootočení ψ při různých poměrech $\left(\frac{v}{u}\right)$ je znázorněno v nomogramu na obrázku 9. Např. pro obvodovou rychlost rotačních pracovních orgánů $u = 2$ m/s a minimální pojezdovou rychlost $v = 0,30$ m/s $\left(\frac{v}{u} = 0,15\right)$, při hloubce zpracování $h = 20$ cm a poloměru rotačních pracovních orgánů $R = 50$ cm $\left(\frac{h}{R} = 0,4\right)$, vychází z monogramu úhel $\Delta\delta$ asi $7^\circ 30'$.

Pro tento zvolený případ bude skutečný řezný úhel sevřený spodní stranou nože pracovního orgánu s tečnou kružnice roven

$$\delta = \delta_1 + \Delta\delta = 20^\circ + 7^\circ 30' = 27^\circ 30'$$

Jelikož rotačním pracovním orgánem je možno půdu zpracovat do různé hloubky i při různých kinematických režimech $\left(\frac{v}{u}\right)$, musí být hodnota skutečného řezného úhlu δ určována pro nejnepříznivější případy, vyžadující největší hodnoty tohoto úhlu.

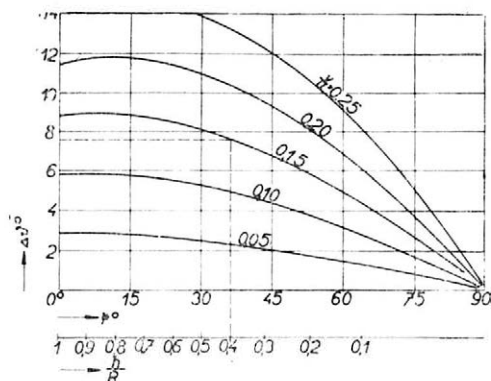
Další veličinou, charakterizující tento druh rotačního zpracování půdy, je úhel aktivního řezu a tloušťka půdní skývy.

Úhel aktivního řezu φ_o je středový úhel oblouku, po kterém pracovní orgán půdu aktivně odřezává. Jeho přibližnou velikost můžeme vypočítat pomocí trojúhelníku BCO_1 , uvedeného na obrázku 10. (Vzhledem k malým hodnotám poměru $\frac{v}{u}$ zanedbáváme úhel odpovídající dráze vrcholu pracovního orgánu od nejbližšího bodu cykloidy až k průsečíku se sousední cykloidou.)

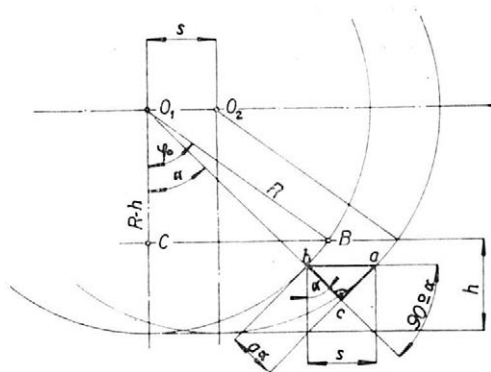
$$\cos \varphi_o = \frac{R-h}{R} = 1 - \frac{h}{R} \quad (12)$$

kde: R = poloměr obalové kružnice koncových bodů prac. orgánů (m)

h = pracovní hloubka (m)



9. Grafické vyjádření matematické závislosti úhlu $\Delta\theta$ na úhlu pootočení ψ při různých poměrech $\left(\frac{v}{u}\right)$



10. Parametry pro výpočet úhlu aktivního řezu φ_0

Pro rovnoměrnost chodu stroje je účelné, aby pro konstantní jezdovou rychlost stroje byl počet pracovních orgánů současně zapojených v práci co největší.

Označíme-li:

φ_0 = úhel aktivního řezu

ψ_1 = stupňová rozteč sousedních pracovních orgánů na obvodě

z_0 = počet pracovních orgánů současně zapojených v práci

$$z_0 = \frac{\varphi_0}{\psi_1} \quad (13)$$

Uvažujeme-li, že celkový počet pracovních orgánů (jedné sekce) je z , pak

$$\psi_1 = \frac{360}{z} \quad (14)$$

Dosadíme-li tento výraz do shora uvedené rovnice, bude počet současně zapojených pracovních orgánů

$$z_0 = \frac{\varphi_0 \cdot z}{360} \quad (15)$$

Z této rovnice je vidět, že se zvyšujícím se počtem pracovních orgánů jedné sekce při konstantním φ_0 (a konstantní jezdové rychlosti) se zvyšuje počet z_0 současně zapojených pracovních orgánů, čímž se bude současně zmenšovat tloušťka odřezávané půdní skývy.

Okamžitá hodnota tloušťky a_α půdní skývy oddělované jedním pracovním orgánem je závislá na jeho okamžité poloze při aktivním řezu. Okamžitá poloha pracovního orgánu při aktivním řezu je určena úhlem α (viz obr. 10).

Předpokládáme-li, že trojúhelník abc (obráz. 10) je pravoúhlý s pravým úhlem u vrcholu c , můžeme přibližnou tloušťku a_α půdní skývy vyjádřit vztahem

$$\overline{cb} = a_\alpha = \overline{ab} \cdot \cos(90^\circ - \alpha) \quad (16)$$

Úsečka $\overline{ab}$ je shodná s úsečkou $\overline{O_1 O_2}$. Její velikost tedy odpovídá velikosti posunu stroje s , čímž rozumíme velikost přímočarého přemístění stroje za dobu t pootočení pra-

covních orgánů o stupňovou rozteč ψ_1 sousedních pracovních orgánů. Na jednu úplnou otáčku pracovního orgánu je zapotřebí $\frac{60}{n}$ s. V našem případě tedy bude:

$$t = \frac{60}{n \cdot z} \quad (s) \quad (17)$$

kde: z = celkový počet pracovních orgánů (jedné sekce)

Dosazením do vztahu $s = v \cdot t$ dostaneme velikost posuvu

$$s = \frac{v \cdot 60}{n \cdot z} \quad (m) \quad (18)$$

Dosadíme-li vypočtenou hodnotu posuvu s do rovnice pro výpočet tloušťky půdní skývy, dostaneme výraz

$$\overline{cb} = a_\alpha = s \cdot \cos(90 - \alpha) = s \cdot \sin \alpha = \frac{v \cdot 60}{n \cdot z} \cdot \sin \alpha \quad (m) \quad (19)$$

kde: a_α = tloušťka půdní skývy odpovídající úhlu natočení (α).

Největší tloušťka půdní skývy bude tehdy, když úhel α bude roven úhlu φ_0 , tj.

$$a_\alpha \text{ max.} = s \cdot \sin \varphi_0 \quad (m) \quad (20)$$

2.4 Teoretický rozbor dynamiky rotačního pluhu RP 190

Z rozboru pracovního cyklu rotačního pracovního orgánu uvedeného na obrázku 3 je zřejmé, že celkový motorický výkon N_o , potřebný k překonání celkových pracovních odporů rotačních orgánů, je složen z několika dílčích výkonů. V první řadě je to výkon potřebný k překonání pracovních odporů, vzniklých při oddělování skývy od pevného masívu zeminy, a to jednak cykloidálním řezem, jednak svislými řezy. Dále je to výkon potřebný k překonání pracovních odporů, vzniklých unášením a překlápěním uvolněné skývy, a výkon potřebný k dosažení určitého rozdrobení oddělované skývy. Můžeme tedy uvést, že k překonání celkových pracovních odporů rotačního orgánu je třeba tohoto celkového motorického výkonu:

$$N_o = N_{oc} + N_{os} + N_u + N_d \quad (21)$$

kde: N_{oc} = výkon potřebný k oddělení skývy cykloidálním řezem

N_{os} = výkon potřebný k oddělení skývy svislými řezy

N_u = výkon potřebný k unášení a překlápění uvolněné skývy

N_d = výkon potřebný k dosažení určitého rozdrobení skývy

V další stati bude obecně naznačen postup výpočtu jednotlivých uvedených dílčích výkonů.

2.4.1 Výpočet výkonu N_{oc} , potřebného k překonání pracovních odporů vzniklých při oddělování skývy od pevné zeminy cykloidálním řezem

K uvedené operaci je třeba mechanické práce

$$A = \int_{l_1}^{l_2} P_n \cdot dl \quad (22)$$

kde: P_n = řezný odpor nože (kg)
 dl = elementární dráha (m)
 l_1, l_2 = počáteční a konečný bod dráhy l (m)

Výpočet řezného odporu nože lze provést použitím vztahu

$$P_n = p \cdot B \cdot a_\alpha \quad (23)$$

kde: p = specifický (měrný) odpor cykloidálního řezu
 B = šířka záběru zpracování
 a_α = tloušťka skývy

Tloušťka skývy a_α (viz obr. 10) je proměnná a závisí na okamžité poloze pracovního orgánu při aktivním řezu. Tato okamžitá poloha pracovního orgánu je určena úhlem α . Dosadíme-li do rovnice (19) za a_α již dříve uvedený výraz $s \cdot \sin \alpha$, bude řezný odpor

$$P_n = p \cdot B \cdot s \cdot \sin \alpha \quad (24)$$

V dalším budeme pro zjednodušení výpočtu předpokládat, že specifický (měrný) řezný odpor p je v celém průběhu řezu neměnný.*) Tato okolnost nikterak nezkrusuje výsledek, neboť pro orientační výpočet je dostačující dosazení průměrné hodnoty specifického (měrného) odporu p .

Za předpokladu konstantní hodnoty p bude tedy potřebná elementární práce

$$dA = P_n \cdot dl = p \cdot B \cdot s \cdot \sin \alpha \cdot dl \quad (25)$$

Víme však, že trajektorie nože pracovního orgánu je trochoida, a proto elementární dráha

$$dl = \frac{R}{u} \cdot \sqrt{v^2 + u^2 \pm 2 \cdot v \cdot u \cdot \cos \alpha} \cdot d\alpha \quad (26)$$

kde: R = poloměr obalové kružnice koncových bodů pracovních orgánů (m)
 u = obvodová rychlost koncových bodů prac. orgánů (m/s)
 v = pojezdová rychlost (posuvná rychlost osy otáčení) (m/s)

Dosadíme-li do rovnice (25) za dl druhou stranu rovnice (26) dostaneme

$$\int_0^{\varphi_0} dA = p \cdot B \cdot s \cdot \frac{R}{u} \int_0^{\varphi_0} \sqrt{v^2 + u^2 \pm 2 \cdot v \cdot u \cdot \cos \alpha} \cdot \sin \alpha \cdot d\alpha \quad (27)$$

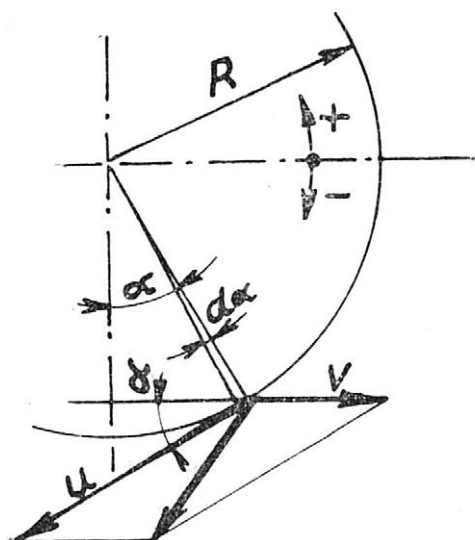
kde: φ_0 = úhel aktivního řezu (středový úhel oblouku, po kterém prac. orgán půdu aktivně odřezává)

Znaménka plus minus, uvedená pod odmocninou, jsou závislá na smyslu otáčení pracovních orgánů (obráz. 11). Při otáčení pracovních orgánů ve smyslu souhlasném se smyslem pojezdové rychlosti platí znaménko minus. V opačném případě platí znaménko plus. Ježto jde o informativní výpočet, můžeme pro konečné vyřešení integrálu uvedeného v rovnici (27) předpokládat, že $\cos \alpha \pm 1$, což lze s malou chybou uvažovat pro hodnoty úhlu α od 0 do 30°.

Za těchto předpokladů obdržíme po integraci vztahu (27) a po úpravě

$$A = p \cdot B \cdot s \cdot R \cdot \frac{u \pm v}{u} \cdot (1 - \cos \varphi_0) \quad (28)$$

*) Ve skutečnosti tomu však není, což bylo dokázáno měřením — W. Söhne, Form und Anordnung von Fräswerkzeugen, Grundlagen der Landtechnik, Heft 9.



V našem případě přichází v úvahu znaménko minus; bude proto nadále uvažováno pouze toto znaménko.

Z rovnice (12) vidíme, že

$$(1 - \cos \varphi_0) \cdot R = h \quad (29)$$

kde: h = hloubka zpracování

Konečný tvar rovnice, představující práci jednoho pracovního orgánu při provedení jednoho cykloidálního řezu, dostaneme, když do rovnice (28) dosadíme za $(1 - \cos \varphi_0) \cdot R$ hloubku zpracování h . Tedy:

$$A = p \cdot B \cdot s \cdot h \cdot \frac{u-v}{u} \quad (30)$$

Vynásobíme-li takto vypočtenou práci;

A hodnotou $\frac{n \cdot z}{60 \cdot 75}$, dostaneme výkon po-

11. Parametry pro výpočet dráhy dl

třebný k překonání pracovních odporů, vzniklých při oddělování skývy od pevné zeminy cykloidním řezem:

$$N_{oc} = \frac{p \cdot B \cdot s \cdot h \cdot n \cdot z (u-v)}{60 \cdot 75 \cdot u} \quad (31)$$

Z rovnice (18) vypočteme

$$v = \frac{s \cdot n \cdot z}{60} \quad (32)$$

a dosadíme do rovnice (31), čímž dostaneme konečný výraz pro výpočet výkonu potřebného na překonání řezných odporů při cykloidálním řezu:

$$N_{oc} = \frac{u-v}{u} \cdot \frac{p \cdot B \cdot h \cdot v}{75} \quad (k) \quad (33)$$

kde: p dosazujeme v kg/m^2

B, h dosazujeme v m

u, v dosazujeme v m/s

2.4.2 Výpočet výkonu N_{os} , potřebného k překonání pracovních odporů vzniklých při oddělování skývy od pevné zeminy svislými řezy

K výpočtu použijeme rovnice platné pro výpočet řezného odporu nožového krojidla:

$$Pa = k \cdot b_1 \cdot s \cdot \sin \alpha \quad (34)$$

kde: k = specifický (měrný) řezný odpor svislého řezu

b_1 = průmět šířky nože do směru síly Pa

$s \cdot \sin \alpha$ = pracovní hloubka nože

Další postup řešení je shodný s dříve naznačeným postupem výpočtu výkonu N_{oc} , a proto je zde uvedeno pouze konečné znění rovnice pro výpočet výkonu nutného k překonání pracovních odporů vzniklých při svislých řezech:

$$N_{os} = \frac{u-v}{u} \cdot \frac{i \cdot k \cdot b_1 \cdot h \cdot v}{75} \quad (k) \quad (35)$$

kde: i = počet svislých řezů
 k dosazujeme v kg/cm^2
 b_1, h dosazujeme v cm
 v, u dosazujeme v m/s

2.4.3 Výpočet výkonu N_u , potřebného k překonání pracovních odporů vzniklých při odsunu a překlápění oddělené skývy

Pro ujasnění dějů zopakujeme si ještě jednou popis té části pracovního cyklu rotačního pracovního orgánu, na niž se vztahuje shora uvedený výkon N_u . Tedy: „Jakmile se celá skýva uvolní, je třením o pružné unášecí unášena otáčejícím se pracovním orgánem dozadu, přičemž se jako celek otáčí kolem osy hřídele až do místa, kde pružné unášecí přestanou být podpírány půdou, takže váhou skývy (její těžší částí) a vlastním předpětím se vrátí do své původní polohy“.

Absolutní pohyb skývy během unášení a překlápění je v jednotlivých polohách znázorněn na obrázku 12.

Budeme předpokládat, že výkon N_u , potřebný k překonání pracovních odporů vzniklých při odsunu a překlápění oddělené skývy, je složen z výkonu N_{u1} potřebného k přemístění skývy a z výkonu N_{u2} potřebného k překonání třecích odporů při přemísťování.

Platí:

$$N_u = N_{u1} + N_{u2} \quad (36)$$

Při výpočtu výkonu N_{u1} , potřebného k přemístění skývy, budeme vycházet z pohybové energie skývy a budeme předpokládat, že celá hmota je soustředěna v těžišti T . Z obrázku 12 vidíme, že během přemísťování skývy se její těžiště T pohybuje po křivce z polohy T_1 do polohy T_2 . Při výpočtu budeme postupovat takto: pohybovou energii pro pohyb skývy z polohy T_1 do polohy T_2 si rozložíme na pohybovou energii přímočarou posuvnou E_{k1} a polohovou E_p . Celková energie pro pohyb z polohy T_1 do T_2 tedy bude:

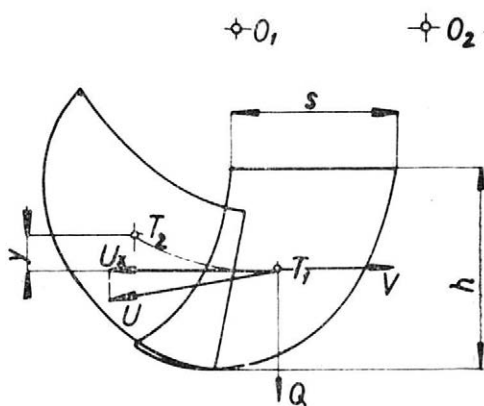
$$E = E_{k1} + E_p = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_s^2 + Q \cdot y \quad (37)$$

Z obrázku 12 vidíme, že

$$v_s = u_x - v \quad (38)$$

$$u_x = u \cdot \cos \alpha_1 \quad (39)$$

Dosadíme-li shora uvedené do rovnice (37) dostaneme výslednou rovnici pohybové energie z polohy T_1 do polohy T_2 :



12. Absolutní pohyb skývy během unášení

$$E = \frac{1}{2} \cdot m (u_x - v)^2 + Q \cdot y \quad (40)$$

kde: m = vteřinová hmota skývy

v_s = výsledná absolutní rychlost těžiště skývy (m/s)

u = obvodová rychlost těžiště (m/s)

u_x = průmět obvodové rychlosti těžiště do osy x (m/s)

Q = váha skývy zpracované za 1 vteřinu (kg)

y = výškový rozdíl polohy těžiště T_1 a T_2 (m)

Výsledný výkon N_{u1} pro pohyb skývy z polohy T_1 do polohy T_2 bude:

$$N_{u1} = \frac{E}{75} = \frac{\frac{1}{2} m (u_x - v)^2 + Q \cdot y}{75} \quad (k) \quad (41)$$

Výkon N_{u2} , potřebný k překonání třecích odporů, je možno počítat ze základní rovnice platné pro výpočet práce potřebné k překonání síly tření.

Můžeme uvést:

$$A_t = \int_{l_1}^{l_2} T \cdot dl \quad (42)$$

kde: T = síla tření

dl = elementární dráha

l_1, l_2 = počáteční a konečný bod dráhy l

Sílu tření T vypočteme ze základní rovnice

$$T = Q \cdot f \quad (43)$$

kde: Q = váha zeminy, která je přemístěna za 1 vteřinu

f = koeficient tření půdy po oceli

Pro výpočet dráhy dl platí již dříve odvozený vztah (26). Další postup výpočtu je shodný s již dříve uvedeným postupem, a proto je zde uvedeno pouze konečné znění rovnice platné pro výpočet výkonu, nutného k překonání třecích odporů vzniklých při odsunu zpracovávané zeminy.

$$N_{u2} = \frac{u-v}{u} \cdot \frac{Q \cdot f \cdot v \cdot h}{75} \quad (k) \quad (44)$$

2.4.5 Výpočet výkonu (N_d) potřebného k dosažení určitého rozdrobení

Výkon N_d , spotřebovaný na drobení zpracovávané zeminy, možno uvažovat jako výkon potřebný pro rozdrobení skývy silou P_d na dráze aktivního cykloidálního řezu. Pro tuto rozvahu použijeme rovnice pro výpočet mechanické práce:

$$A_d = \int_{l_1}^{l_2} P_d \cdot dl \quad (45)$$

Síla P_d bude záviset na záběru stroje B , hloubce zpracování h a na soudržnosti zeminy. Můžeme uvést:

$$P_d = B \cdot h \cdot j \quad (46)$$

kde: j = koeficient vyjadřující měrný odpor zeminy proti rozdrobení

Za dl i zde dosadíme již dříve odvozený vztah (26). Analogicky s již dříve uvedenými výpočty bude výkon N_d potřebný k překonání pracovních odporů vzniklých při drobení

$$N_d = \frac{u-v}{u} \cdot \frac{j \cdot B \cdot h \cdot v}{75} \quad (k) \quad (47)$$

2.5 Porovnání výsledků teoretického rozboru dynamiky rotačního pluhu RP 190 s výsledky naměřenými experimentálně

Pro posouzení správnosti naznačené metody výpočtu jednotlivých dílčích výkonů, potřebných k překonání jednotlivých dílčích pracovních odporů rotačních orgánů pluhu RP 190, je v závěru této stati uveden kontrolní výpočet dílčích motorických výkonů a jejich součet — výsledný motorický výkon — je porovnáván s výslednou hodnotou motorického výkonu, zjištěného přepočtem ze změřené hodnoty krouticího momentu M_k vývodového hřídele traktoru a jeho otáček n . Platí vztah

$$N_p = \frac{M_k \cdot n}{716,2} \quad (48)$$

kde: M_k = krouticí moment naměřený na vývodovém hřídeli traktoru (kgm)

n = otáčky vývodového hřídele traktoru (1/min)

N_p = přepočtený výkon na vývodovém hřídeli traktoru (k)

K porovnání je použito průměrných hodnot krouticího momentu M_k vývodového hřídele traktoru, naměřených pracovníky VÚZS Chodov na pozemku s jílovitohlinitou půdou (klasifikace podle Nováka) průměrné vlhkosti 10 % a s přibližně stejným utužením 25–30 kg/cm² v celém profilu (klasifikace podle Kačinského).

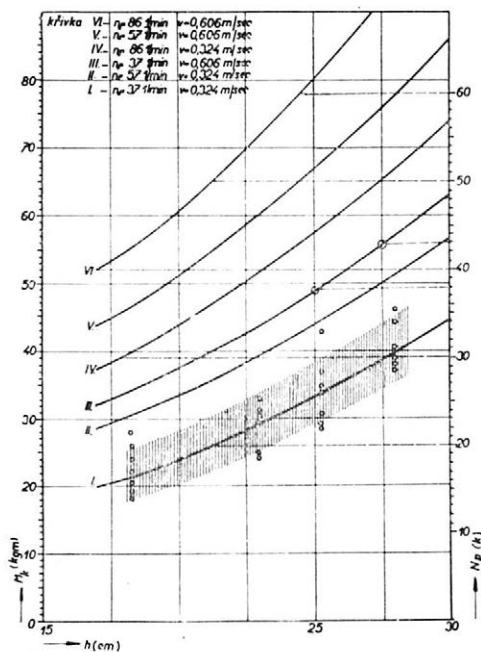
Kontrolní srovnání je provedeno pro tyto parametry rotačních pracovních orgánů rotačního pluhu RP 190:

celkový záběr pracovních orgánů	$B = 1,90 \text{ m}$
hloubka zpracování h	$h = 27,5 \text{ cm}$
poloměr obalové kružnice koncových bodů rot. prac. orgánů	$R = 0,50 \text{ m}$
počet otáček pracovních orgánů	$n = 37 \text{ 1/min}$
obvodová rychlost pracovních orgánů	$u = 1,94 \text{ m/s}$
pojezdová rychlost traktoru	$v = 0,606 \text{ m/s}$
počet pracovních orgánů v jedné sekci	$z = 4$
průmět šířky nože do směru působící síly Pa	$b_1 = 0,006 \text{ m}$

Závislost naměřených hodnot krouticího momentu M_k pohonového hřídele traktoru na hloubce zpracování při různých otáčkách rotačního pluhu RP 190 a různých pojezdových rychlostech traktoru Z 50 je znázorněna v grafu na obrázku 13. Na pravé straně grafu je proveden přepočet krouticího momentu M_k vývodového hřídele traktoru na výkon N_p v k.

Při použití shora uvedených konstrukčních parametrů rotačního pluhu RP 190 vychází výkon N_p , měřený na vývodovém hřídeli traktoru, v tomto diagramu

$$N_p \doteq 43 \text{ k} \quad (49)$$



13. Závislost krouticího momentu M_k vývodového hřídele traktoru na hloubce zpracování h při různých otáčkách pracovních orgánů n a různých pojezdových rychlostech v traktoru Z 50

Část tohoto výkonu N_p se spotřebuje na překonání odporu jednotlivých převodů až k pracovnímu orgánu, další částí tohoto výkonu N_p se využívá k překonání valivého odporu traktoru a pluhu (tlačná složka výsledné reakce půdy do směru pohybu soustrojí). Zbytek tohoto výkonu se spotřebuje na překonání vlastních pracovních odporů pracovních orgánů rotačního pluhu.

Potřebný výkon N_p , měřený na vývodovém hřídeli traktoru, lze vyjádřit podle předchozích úvah rovnicí:

$$N_p = \frac{N_o + N_{vtr}}{\eta_o} \quad (50)$$

kde: N_p = motorický výkon naměřený na vývodovém hřídeli traktoru (k)

N_o = motorický výkon potřebný na překonání pracovních odporů rotačních orgánů (viz rovnice 21)

η_o = účinnost převodového ústrojí rotačního pluhu (možno uvažovat 0,9)

N_{vtr} = motorický výkon využitý k překonání valivého odporu soustrojí. Můžeme jej vypočítat z rovnice

$$N_{vtr} = \frac{P \cdot v}{75} \quad (51)$$

kde: P = tlačná složka výsledné reakce půdy do směru jezdů

v = pojezdová rychlost soustrojí

Pracovníci VÚZS Chodov u Prahy zhodnocovali tento výkon N_{vtr} ze změřených hodnot a jeho průměrná hodnota pro uvedené provozní parametry rotačního pluhu je

$$N_{vtr} = 4,82 \text{ (k)} \quad (52)$$

Z rovnice (50) lze vypočítat motorický výkon N_o , potřebný k překonání vlastních pracovních odporů rotačních orgánů.

$$N_o = N_p \cdot \eta_o - N_{vtr} = 43 \cdot 0,9 - 4,82 = 33,88 \text{ (k)} \quad (53)$$

Takto zjištěnou hodnotu $N_o = 33,88 \text{ k}$ budeme porovnávat s teoretickou hodnotou, vypočítanou podle vzorce (21), tedy:

$$N_o = N_{ec} + N_{os} + N_{u1} + N_{u2} + N_d \text{ (k)} \quad (54)$$

kde: N_o = motorický výkon potřebný k překonání prac. odporů rotačních orgánů (celkový) (rovnice 54)

N_{ec} = motorický výkon potřebný k překonání pracovního odporu vzniklého při oddělování skývy od pevné zeminy cykloidálním řezem (rovnice 33)

N_{os} = motorický výkon potřebný k překonání prac. odporů vzniklých při oddělování skývy od pevné zeminy svislými řezi (rovnice 35)

N_{u1} = motorický výkon potřebný pro přemístění skývy z polohy T_1 do T_2 (rovnice 41)

N_{u2} = motorický výkon potřebný pro překonání třecích odporů vzniklých při přemístování skývy (rovnice 44)

N_d = motorický výkon spotřebovaný na drobení zpracovávané zeminy (rovnice 47)

$$N_{oc} = \frac{u-v}{u} \cdot \frac{p \cdot B \cdot h \cdot v}{75} = \frac{1,94-0,606}{1,94} \cdot \frac{1,00 \cdot 10^4 \cdot 1,9 \cdot 0,275 \cdot 0,606}{75} = 29 \text{ k} \quad (55)$$

$p = 1,00 \text{ kg/cm}^2$ podle měření A. D. Dálina na jílovitohlinitých půdách

$$N_{os} = \frac{u-v}{u} \cdot \frac{i \cdot k \cdot b_1 \cdot h \cdot v}{75} = \frac{1,94-0,606}{1,94} \cdot \frac{6 \cdot 2,34 \cdot 10^4 \cdot 0,005 \cdot 0,275 \cdot 0,606}{75} = 1,6 \text{ k} \quad (56)$$

$k = 2,34 \text{ kg/cm}^2$ podle měření A. D. Dálina na jílovitohlinitých půdách

$i = 6$ — počet svislých řezů (předpokládáme, že pouze asi 86 % je současně zapojeno v práci)

$$N_{u1} = \frac{\frac{1}{2} \cdot m (u_x - v)^2 + Q \cdot y}{75} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 67,5 (1,35 - 0,606)^2 + 600 \cdot 0,06}{75} = 0,732 \text{ k} \quad (57)$$

$$N_{u2} = \frac{u-v}{u} \cdot \frac{Q \cdot f \cdot v \cdot h}{75} = \frac{1,94-0,606}{1,94} \cdot \frac{665 \cdot 0,27 \cdot 0,606 \cdot 0,275}{75} = 0,275 \text{ k} \quad (58)$$

$$N_d = \frac{u-v}{u} \cdot \frac{j \cdot B \cdot h \cdot v}{75} = \frac{1,94-0,606}{1,94} \cdot \frac{1500 \cdot 1,9 \cdot 0,275 \cdot 0,606}{75} = 4,4 \text{ k} \quad (59)$$

$j = 1500 \text{ kg/m}^2$ — měrný odpor zeminy proti rozdrobení rotačním nářadím

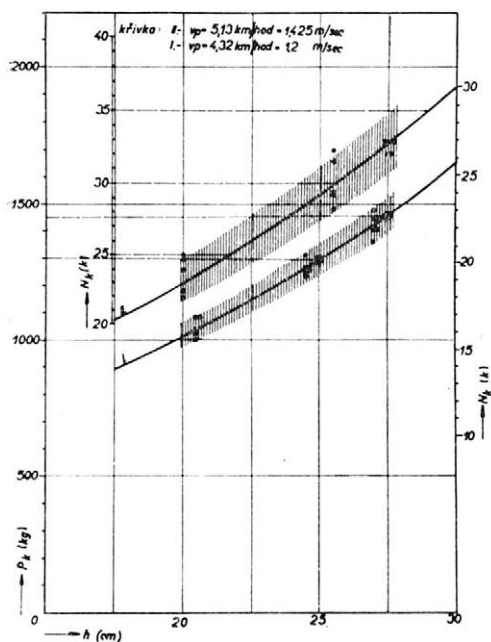
Výpočet měrného odporu zeminy proti rozdrobení rotačním nářadím vychází z vizuálního pozorování rozdrobení skývy při práci s klínovým pluhem 3 PN 35. Bylo totiž zjištěno, že rozdrobení skývy při použití klínového pluhu 3 PN 35 je přibližně stejné jako rozdrobení skývy při použití rotačního pluhu RP 190. Podle nových výzkumů A. S. Iněokova z VISCHOM Moskva připadá na drobení skývy přibližně 30 % z celkového tažného odporu klínového pluhu. Můžeme tedy použít k výpočtu koeficientu j_k , vyjadřujícího měrný odpor zeminy proti rozdrobení klínovým pluhem, použít rovnice

$$j_k = \frac{P_k \cdot 30}{100 \cdot B_k \cdot h_k} \quad (60)$$

kde: P_k = výsledný tažný odpor klínového pluhu 3 PN 35 při dané rychlosti pojezdu a hloubce zpracování

B_k = záběr klínového pluhu 3 PN 35 (pro náš případ 1,05 m)

h_k = hloubka zpracování (pro náš případ 27,5 cm)



14. Závislost výsledného tažného odporu P_k klínového pluhu 3 PN 35 na hloubce zpracování a pojízdné rychlosti traktoru

Měřením získaná závislost výsledného tažného odporu P_k pluhu 3 PN 35 na hloubce zpracování je pro různé pojízdné rychlosti znázorněna v grafu na obrázku 14. Pro náš případ použijeme hodnoty $P_k = 1450$ kg odpovídající hloubce zpracování $h = 27,5$ cm a rychlosti pojízdu $v_k = 4,32$ km/h. Dosazením uvedené hodnoty do vzorce (60) dostaneme hodnotu měrného odporu zeminy proti rozdrobení klínovým pluhem:

$$j_k = \frac{1450 \cdot 30}{100 \cdot 1,05 \cdot 0,275} = 1500 \text{ kg/m}^2 \quad (61)$$

Jak již bylo dříve uvedeno na základě vizuálního pozorování, dosažené rozdrobení zeminy bylo přibližně stejné u obou strojů a můžeme proto uvést, že

$$j = j_k 1500 \text{ kg/m}^2 \quad (62)$$

kde: j = měrný odpor zeminy proti rozdrobení rotačním nářadím

Výsledná hodnota N_o získaná výpočtem bude

$$N_o = N_{oc} + N_{os} + N_{u1} + N_{u2} + N_d = 29 + 1,6 + 0,732 + 0,275 + 4,4 = 36,007 \quad (63)$$

Porovnáním výsledné hodnoty, získané měřením $N_o = 33,88$ k, s hodnotou N_o , získanou výpočtem (36,007 k), vidíme, že uvedená metoda přibližného výpočtu je správná a lze ji tudíž použít k informativnímu výpočtu dílčích motorických výkonů, potřebných k překonání dílčích pracovních odporů rotačního pluhu RP 190.

3. Energetická bilance rotačního pluhu RP 190 a její porovnání s energetikou normálního klínového pluhu 3 PN 35

Základem rozboru silových a energetických poměrů porovnávaných strojů je znalost výsledných sil, kterými půda působí na jejich pracovní orgány během orby.

V případech, kdy chceme zjistit přímo tažný odpor neseného klínového pluhu bez dalšího přepočítávání stačí změřit výslednici P_k sil v třibodovém závěsu pluhu ve směru pojízdu, tj. energetickou složku odporu půdy.

K překonání celkových pracovních odporů rotačního pluhu RP 190, reprezentovaných průmětem výslednice R_r , která působí na pracovním rameni r_p , je třeba určit velikosti výsledného krouticího momentu na rotačním pluhu. Ze známé velikosti výsledného krouticího momentu a otáček vývodového hřídele lze běžným způsobem vypočítat potřebný výkon odváděný z vývodového hřídele traktoru.

Z uvedeného je vidět, že v případech, kdy jde o výpočet výkonu odváděného z vývodového hřídele traktoru, je dostačující změřit pouze velikost krouticího momentu M_k

vývodového hřídele traktoru při jeho konstantních nominálních otáčkách. Připojíme-li k měření krouticího momentu i měření výslednice P sil v tříbodovém závěsu rotačního pluhu (tažná nebo tlačná složka pracovního odporu rotačního pluhu zmenšená o vodorovnou složku K_{xr} síly K , působící na hloubkové opěrné orgány), můžeme provést energetickou bilanci celého orebního agregátu.

Energetická bilance všeobecně vyjadřuje rovnováhu výkonů přivedených s výkony ztracenými, spotřebovanými a využitými. Celkový požadovaný výkon N_m motoru traktoru se spotřebovuje na:

výkon ztracený v převodech traktoru	$N_{přev}$
výkon ztracený prokluzem traktoru	N_{δ}
výkon ztracený odporem valení traktoru	N_{ft}
výkon ztracený odporem valení stroje	N_{fst}
výkon spotřebovaný na stoupání traktoru do svahu	$N_{\alpha t}$
výkon spotřebovaný na stoupání stroje do svahu	$N_{\alpha st}$
výkon na háku traktoru, využitý k překonání pracovního odporu stroje	N_H
výkon na vývodovém hřídeli traktoru, využitý k překonání pracovního odporu stroje	N_p

Celkový požadovaný výkon z motoru traktoru bude tedy:

$$N_m = N_{přev} + N_{\delta} + N_{ft} + N_{fst} + N_{\alpha t} + N_{\alpha st} + N_H + N_p \quad (66)$$

Zatížení traktorového motoru při práci se strojem na svahu lze počítat z výsledné rovnice:

$$N_m = \frac{N_p}{\eta_p} + v \cdot \frac{(G_t + G_{st}) \cdot \sin \alpha' + G_t \cdot \cos \alpha' \cdot f + P_{fst} \cdot \cos \alpha' + P}{\eta_m \cdot \eta_{\delta} \cdot 75} \quad (67)$$

kde: N_m	= požadovaný výkon traktorového motoru	(k)
N_p	= výkon na vývodovém hřídeli traktoru	(k)
v	= pojízdná rychlost	(m/s)
η_p	= účinnost pohonu vývodovým hřídelem traktoru (lze počítat s 0,96)	(%/100)
η_m	= mechanická účinnost traktoru (lze uvažovat 0,93)	(%/100)
η_{δ}	= účinnost vyjadřující ztráty skluzem (z tahové charakteristiky traktoru)	(%/100)
G_t	= váha traktoru	(kg)
G_{st}	= váha stroje	(kg)
α'	= úhel sklonu pozemku	(°)
f	= součinitel valení pro traktor	
P_{fst}	= valivý odpor stroje na vodorovném poli	(kg)
P	= pracovní odpor stroje	(kg)

U strojů, jejichž pracovní odpor vyvozuje dopřednou tlačnou složku působící na trakční prostředek jako např. u fréz, rotačních pluhů apod., může mít pracovní odpor stroje P záporné znaménko.

K posouzení přibližné velikosti jednotlivých složek výkonu lze počítat:

Výkon ztracený v převodech traktoru

$$N_{přev} = N_H (1 - \eta_m) \quad (68)$$

$$\text{kde: } N_H = N_m - \frac{N_p}{\eta_p} \quad (69)$$

Výkon ztracený skluzem traktoru

$$N = \frac{1}{75} \cdot P_h \cdot (v_t - v) = \frac{1}{75} \cdot P_h \cdot v_t \cdot \left(1 - \frac{v}{v_t}\right) =$$

$$= \frac{1}{75} \cdot P_h \cdot \frac{v}{\eta_\delta} \cdot (1 - \eta_\delta) = \frac{1}{75} \cdot P_h \cdot \frac{v}{\eta_\delta} \cdot \delta \quad (70)$$

kde: P_h = tečná síla na hnacích kolech
 v_t = teoretická rychlost (bez skluzu)

Prokluz hnacích kol traktoru v (%)

$$\delta = \frac{v_t - v}{v_t} \cdot 100 = \left(1 - \frac{v}{v_t}\right) \cdot 100$$

Prokluzová účinnost

$$\eta_\delta = \frac{v}{v_t} \cdot 100$$

$$P_h = (G_t + G_{st}) \cdot \sin \alpha' + P_{fst} \cdot \cos \alpha' + G_t \cdot \cos \alpha' \cdot f + P \quad (71)$$

Výkon ztracený valením traktoru

$$N_{ft} = \frac{G_t \cdot \cos \alpha' \cdot f \cdot v}{75} \quad (72)$$

Výkon ztracený válením stroje

$$N_{fst} = \frac{P_{fst} \cdot \cos \alpha' \cdot v}{75} \quad (73)$$

Výkon potřebný na stoupání traktoru do svahu

$$N_{\alpha t} = \frac{G_t \cdot \sin \alpha' \cdot v}{75} \quad (74)$$

Výkon potřebný na stoupání stroje do svahu

$$N_{\alpha st} = \frac{G_{st} \cdot \sin \alpha' \cdot v}{75} \quad (75)$$

Výkon na háku využitý k překonání pracovních odporů stroje

$$N_H = \frac{P \cdot v}{75} \quad (76)$$

Výkon na vývodovém hřídeli traktoru, využitý na překonání pracovních odporů stroje

$$N_p = \frac{M_k \cdot n}{716,2} \quad (77)$$

Hodnotou určující ekonomičnost využití požadovaného výkonu N_m motoru traktoru je tzv. motorická práce L_o vyjadřující počet koní, spotřebovaných za jednu hodinu na zpracování 1 ha. Matematicky vyjádřeno

$$L_o = \frac{1}{W_h} \cdot Nm \quad (k \cdot \text{hod} \cdot \text{ha}^{-1}) \quad (78)$$

kde: $\frac{1}{W_h}$ = potřeba traktorových hodin na zpracování 1 ha

$$W_h = 0,1 \cdot B \cdot v \cdot \tau \quad (\text{ha/hod}) \quad (79)$$

kde: W_h = plošný výkon (ha/h)
 B = záběr stroje (m)
 v = pojezdová rychlost (km/h)
 τ = součinitel využití času

Podle uvedených rovnic a za použití hodnot, naměřených pracovníky VÚZS na jílovitohlinité půdě při hloubce zpracování $h = 27,5$ cm (ostatní provozní parametry proměnné), byla vypočítána energetická bilance traktoru Z 50 Super při práci s klínovým pluhem 3 PN 35 a rotačním pluhem RP 190.

Do rovnic byly dosazovány tyto provozní parametry:

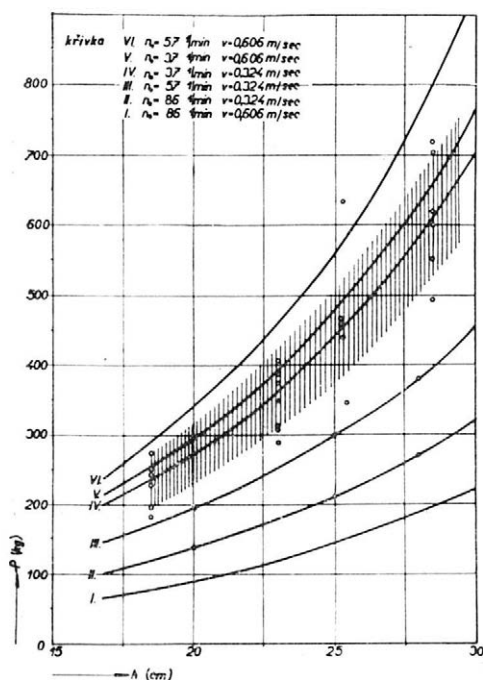
- G_t — 4000 kg
- G_{st} — pro rotační pluh RP 190 500 kg
 pro klínový pluh 3 PN 35 400 kg
- α' — 5°
- f — 0,10
- P — pro rotační pluh RP 190 z diagramu na obr. 14 (např. pro $n_o = 37$ ot./min, $v = 0,606$ m/s, $h = 27,5$ cm bude $P = 600$ kg);
 pro klínový pluh 3 PN 35 z diagramu na obr. 13 (např. pro $v = 1,425$ m/s a $h = 27,5$ cm bude $P = 1730$ kg)
- v — uvažováno pro rotační pluh RP 190, $v = 0,324$ a $0,606$ m/s, pro klínový pluh 3 PN 35 $v = 1,20$ a $1,425$ m/s
- η_p — 0,96
- η_m — 0,93
- η_δ — z tahové charakteristiky
- N_p — pro rotační pluh RP 190 z diagramu na obr. 12 (např. pro $n_o = 37$ ot./min, $v = 0,606$ m/s, $h = 27,5$ cm, bude $N_p = 42,8$ k)
- P_{fst} — pro rotační pluh RP 190 uvažováno $P_{fst} = 100$ kg,
 pro klínový pluh 3 PN 35 uvažováno $P_{fst} = 60$ kg.

Pro oba srovnávané stroje jsou výsledné hodnoty jednotlivých složek motorického výkonu uvedeny v tabulce I. V této tabulce jsou uvedeny i vypočtené hodnoty plošných výkonů, potřebné traktorové hodiny na zpracování 1 ha a potřebná motorická práce (v k/h/ha⁻¹).

4. Souhrn všech nejdůležitějších získaných výsledků

Na základě teoretických rozborů a měření lze říci, že z celkového motorického výkonu N_o , potřebného na překonání pracovních odporů rotačních orgánů, se spotřebuje pro oddělení skývy cykloidálním řezem přibližně 80 %, pro oddělení skývy svislými řezy asi 4,5 % a k rozdrobení skývy asi 12 %.

Rozborem hodnot dílčích motorických výkonů, uvedených v tabulce I, je vidět, že motorický výkon, využitý na vývodovém hřídeli traktoru u rotačního pluhu RP 190, způsobuje tlačnou sílu, která pomáhá překonávat pasivní odpory stroje i traktoru. Znamená to, že část výkonu vývodového hřídele traktoru se vrací zpět do traktoru. Proto motorický výkon N_H , využitý na háku traktoru při použití rotačního pluhu RP 190, má záporné znaménko. Porovnáme-li dále v téže tabulce celkový požadovaný výkon N_m z motoru traktoru s motorickým výkonem N_H , využitým na háku traktoru klínovým pluhem 3 PN 35, a s motorickým výkonem N_p , využitým na vývodovém hřídeli traktoru rotačním pluhem RP 190, vidíme, že rotační pluh využívá tohoto požadovaného výkonu N_m z motoru traktoru ekonomičtěji než klínový pluh. Výsledky potvrzují, že přenos výkonu pomocí vývodového hřídele traktoru je energeticky mnohem výhodnější než přímá trakce strojů, tj. než pohon od vlastních pojezdových kol. Z uvedeného způsobu přenosu výkonu motoru traktoru na stroj vyplývá i rozdílný požadavek na velikost adhezní váhy traktoru. Nutný podíl váhy traktoru připadající na jeho hnací kola — adhezní váha — je při použití rotačního pluhu daleko menší než při použití klínového pluhu, z čehož vyplývá i možnost podstatného snížení celkové váhy traktoru. Z tabulky je dále vidět, že velikost celkového požadovaného výkonu N_m motoru traktoru, a tedy i potřeba motorické práce L_o je závislá nejen na způsobu přenosu výkonu motoru trak-



15. Hodnoty pracovního odporu stroje P , získané pracovníky VÚZS Praha měřením u rotačního pluhu RP 190

toru na vlastní pracovní orgány, ale i na různé kvality zpracování. Všimněme si, že nejmenší hodnotu motorické práce L_o vykazuje klínový pluh 3 PN 35 při jezdové rychlosti 4,32 km/h ($L_o = 125,8 \text{ k/h/ha}^{-1}$). Nepatrně vyšší hodnotu vykazuje rotační pluh RP 190 při 37 ot./min pracovních orgánů a jezdové rychlosti 2,17 km/ha ($L_o = 132 \text{ k/h/ha}^{-1}$). Přibližně stejný je plošný výkon W_h a potřeba traktorových hodin ($1/W_h$) na 1 ha. Z uvedeného vyplývá, že kvalita zpracování musí být u rotačního pluhu RP 190 při 37 ot./min a jezdové rychlosti 2,17 km/h lepší. U ostatních případů uvedených v tabulce musí tedy každému zvýšení potřeby motorické práce odpovídat zlepšená kvalita zpracování. Znamená to, že k dosažení určité konstantní kvality zpracování na určité konstantní velikosti pozemku za určitý konstantní čas je třeba určité konstantní hodnoty motorické práce. Při posuzování ekonomické výhodnosti porovnávání strojů může být tedy motorická práce L_o jednou z porovnávaných hodnot.

I když některé zde uvedené technické výhody rotačního pluhu RP 190 jsou přesvědčující, rozhodující pro jeho zavedení do zemědělské praxe bude vliv této nové technologie na fyzikální, chemické, biologické a jiné vlastnosti půdy, což se může projevit i ve výnosech zemědělských plodin. Touto zále-

I. Výsledné hodnoty jednotlivých složek motorického výkonu traktoru Z 50 Super

Traktor	Název pluhu	Otáčky pluhu 1/min	Rychlost (km/h)	Motorický ztracený			
				v převodech traktoru	prokluzem traktoru	odporem valení traktoru	odporem valení stroje
		n_o'	v	$N_{přev}$	N_{θ}	N_{ft}	N_{fst}
Zetor 50 kolový	RP 190	37	1,17	0,15	0,19	1,73	0,43
	RP 190	37	2,18	0,16	0,26	3,20	0,80
	RP 190	57	1,17	0,20	0,25	1,73	0,43
	RP 190	57	2,18	0,12	0,15	3,20	0,80
	RP 190	86	1,17	0,22	0,30	1,73	0,43
	RP 190	86	2,18	0,47	0,63	3,20	0,80
	3 PN 35	—	5,13	4,31	8,63	7,55	1,13
	3 PN 35	—	4,32	3,25	6,42	6,38	0,96

žitostí se zabývá již od r. 1961 Stanice základní agrotechniky a hnojení. Pohořelice u Brna. Předběžné výsledky ukazují, že rotační orba je perspektivním směrem, avšak konečné stanovisko bude známo až po skončení výnosových pokusů.

Došlo dne 17. 9. 1964

Literatura

Dallin A. D., Pavlov P. V.: Rotacionnyje gruntoobrabatyvajuščije i zemle-rojnyje mašiny. MAŠGIZ 1950. — Grečenko A.: Kolové a pásové traktory. ČSAZV 1960. — Hůrek B.: Zemědělské stroje, díl I. a II. SPN 1960. — Souček Zb.: Silové poměry hydrauliky traktoru s neseným pluhem. Sborník ČSAZV č. 2 a 6, 1955. — Söhne W. und Thiel R.: Technische Probleme an Bodenfräsen. Grundlagen der Landtechnik - VDI Verlag Düsseldorf, Heft 9, 1956. — Söhne W.: Form und Anordnung von Fräswerkzeugen. Grundlagen der Landtechnik - VDI Verlag Düsseldorf, Heft 9, 1956. — Poltavcev I. S.: K rasčotu možnosti freezer-nogo kanavokopatelja. Selchozmašina 3, MAŠGIZ 1953. — Zelenin A. N.: Reza-nije gruntov. AN SSSR 1959. — Brázda Zd.: Výzkum strojů pro rotační zpracová-ní půdy. VÚZS Praha 1960, 1961, 1962, neuveřejněno.

Ротационный плуг РП 190

V работе приводится кинематика и динамика ротационного плуга РП 190 и сравниваются теоретические результаты с величинами, измеренными экспериментальным путем. Для сравнения берутся средние величины крутящего момента (M_k) вала отбора мощности трактора, измеренные работниками Научно-исследовательского института сельхозмашин в Ходове на участке с илесто-глинистой почвой (классификация по Но-ваку) со средней влажностью 10 % и с приблизительно одинаковым уплотнением 25—30 кг/см² по всему профилю (классификация по Качинскому). Зависимость измеренных величин крутящего момента M_k вала отбора мощности трактора на глубине обработки при разных оборотах ротационного плуга РП 190 и разных поступательных скоростях трактора Зетор-50 изображена на графике (рис. 12). На правой стороне графика приведен пересчет крутящего момента (M_k) вала отбора мощности трактора на мощность (N_p) в л. с. На основе проведенных теоретических анализов и измерений было установлено, что от всей мощности двигателя (N_d), необходимой для преодоления рабочих сопротивлений ротационных органов, для отделения пласта циклоидальным сре-

při použití rotačního pluhu RP 190 a klínového pluhu 3 PN 35

spotřebovaný		využitý		celkový požadovaný z motoru traktoru	Plošný výkon ha/h	Potřeba traktor. h na 1 ha	Potřeba motor. práce k/h/ha ⁻¹
stoupání traktoru do svahu	stoupání stroje do svahu	na háku traktoru	na pohonovém hřídeli traktoru				
N_{zt}	N_{zst}	N_H	N_p	N_m	W_h	$\frac{1}{W_h}$	L_o
1,50	0,17	— 2,16	31,20	≈ 33,40	0,194	5,15	174
2,81	0,35	— 4,82	44,60	47,40	0,360	2,78	132
1,50	0,17	— 1,60	40,10	42,78	0,194	5,15	220
2,81	0,35	— 5,82	60,80	62,41	0,360	2,78	173
1,50	0,17	— 1,17	52,10	55,28	0,194	5,15	284
2,81	0,35	— 1,53	75,00	81,73	0,360	2,78	227
6,60	0,76	31,69	—	60,67	0,432	2,32	140,5
5,67	0,64	22,24	—	45,56	0,363	2,76	125,8

зом потребуется приблизительно 80 %, для отделения пласта вертикальным срезом приблизительно 4,5 % и для раздробления пласта — приблизительно 12 %.

Далее в статье приводится энергетический баланс ротационного плуга РП 190 и его сравнение с энергетикой обычного клинообразного плуга. Для обеих сравниваемых машин окончательные величины отдельных компонентов мощности двигателя приводятся в таблице I. На этой таблице приводятся и вычисленные величины выработки по площади, необходимое тракторное время на обработку 1 га и необходимая работа двигателя (в л. с./га на⁻¹).

В заключение работы обобщаются все важные полученные результаты.

The RP 190 Rotary Plough

The paper deals with the kinematics and dynamics of the "RP 190" rotary plough, giving a comparison of the theoretical results obtained by gauging in the experiments carried out. Average torques of the p. t. o. (M_k) are used in the comparison, measured by the workers of the Research Institute of Agricultural Engineering at Chodov on a clay-loam soil (Novák's classification) with 10 % average moisture contents and with the soil consolidation of 25—30 kg/sq. cm approximately uniform (Kačinský's classification). The dependence of the measured torques of the p. t. o. (M_k) on the depth of tillage with different revolution of the "RP 190" rotary plough and different speeds of travel of the Zetor "50" tractor is given in the diagram on page 12. The right side of the diagram gives the torques of the p. t. o. (M_k) calculated so as to be expressed as horsepower (N_p). It was found on hand of the theoretical analysis and measurements carried out, that from the total engine horsepower (N_p) needed to overcome the working resistance of the rotary elements about 80 % are needed to sever the slice by a cycloidal cut, about 4,5 % to sever the slice by vertical cuts and about 12 % to crumble the slice.

The paper gives further a power balance of the RP 190 rotary plough and its comparison with the power balance of a conventional bottom plough. The resulting values of the different components of the engine horsepower in both the implements compared are given in table I. The table gives further the calculated acreage performance, the tractor hours needed to till one hectare and the engine work required in hp/h⁻¹.

The conclusion contains a summary of all the important results obtained.

Rotationspflug RP 190

In dieser Arbeit wird die Kinematik und Dynamik des Rotationspfluges RP 190 angeführt und theoretische Ergebnisse mit den experimentell gewonnenen Werten verglichen. Für den Vergleich werden Durchschnittswerte des Drehmomentes (M_k) der Schlepper-Zapfwelle angewendet, die von den Mitarbeitern des Forschungsinstitutes für Landmaschinen in Chodov auf einer Parzelle mit tonigem Lehmboden (Klassifikation nach Novák), bei einer Durchschnittsfeuchtigkeit von 10 % und mit einer annähernd gleichen Verdichtung von 25—30 kg/qcm im ganzen Profil (Klassifikation nach Kačinský) gemessen wurden. Die Abhängigkeit der gemessenen Drehmoment-Werte M_k der Schlepper-Zapfwelle von der Tiefe der Bearbeitung bei verschiedenen Umdrehungen des Rotationspfluges RP 190 und verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten des Schleppers Zetor 50 wird in der graphischen Darstellung (Abb. 12) wiedergegeben. Auf der rechten Seite der graphischen Darstellung wird die Umrechnung des Drehmomentes (M_k) der Schlepper-Zapfwelle auf die Leistung (N_p) in PS durchgeführt. Auf Grund der theoretischen Analysen und Messungen wurde festgestellt, daß von der motorischen Gesamtleistung (N_p), die zur Überwindung der Arbeitswiderstände der Rotationsorgane notwendig ist, zur Trennung des Erdbalkens durch den Zykloidschnitt annähernd 80 %, zur Trennung des Erdbalkens durch senkrechte Schnitte annähernd 4,5 % und zum Zerbröckeln desselben cca. 12 % verbraucht werden.

Ferner wird die energetische Bilanz des Rotationspfluges RP 190 und der Vergleich derselben zur Energetik eines gewöhnlichen Scharpfluges erörtert. Die Ausgangswerte der einzelnen Komponenten der Motorleistung für beide verglichenen Maschinen werden in der Tafel I angeführt. Hier sind auch die errechneten Werte der Flächenleistungen, die für die Bearbeitung von 1 ha notwendigen Schlepperstunden und die notwendige motorische Arbeit (in PS/Std⁻¹) angeführt.

Die Zusammenfassung enthält sämtliche wichtige erzielte Ergebnisse.

Kinematika rotačních pracovních orgánů strojů pro zpracování půdy

Кинематика ротационных рабочих органов машин для обработки почвы

Kinematics of the Rotary Working Elements in Tillage Implements

Kinematik der Rotations-Arbeitsorgane der Maschinen für die Bodenbearbeitung

Inž. Stanislav HAVELEC

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Řepy u Prahy

Ředitel ústavu inž. M. Preininger

1. Úvod

Půdní fréza má za sebou již poměrně dlouhou dobu rozvoje, ale donedávna nedošlo v zemědělství k jejímu širšímu využívání. Otázka použití aktivních pracovních orgánů se začala znovu řešit po druhé světové válce. V SSSR byl řešen hlavně těžký výkonový stroj, který je schopen při jednom průchodu půdou ji důkladně zpracovat tam, kde je použití jednoduchých strojů ztíženo (bažinaté, rašelinné a zemědělsky nevyužité půdy). V západních zemích bylo podnětem k sestrojení aktivních strojů pro zpracování půdy snižování měrné váhy traktorů a tím i snižování jejich tažné síly. V ČSSR byl výzkum využití rotačních pracovních orgánů strojů pro zpracování půdy započat v roce 1960, přičemž byla brána v úvahu obě hlediska, a to jak snížení počtu pracovních operací (při plošné i meziřádkové kultivaci), tak i lepší využití výkonu traktoru v důsledku přenosu energie z traktoru na stroj pomocí náhonového hřídele.

Otázky spojené s konstrukcí a použitím strojů pro zpracování půdy rotačními pracovními orgány nejsou v naší odborné literatuře zpracovány. Protože se těchto strojů bude v našem zemědělství v brzké době používat, je účelem předkládaného článku seznámit s podstatou jejich práce. Výklad je zaměřen na stroje s horizontální osou otáčení, kolmou ke směru jízdy, neboť těchto strojů se nejvíce používá; jsou konstrukčně i výrobně nejjednodušší a provozně nejspolehlivější.

2. Dráha opisovaná pracovním orgánem

Pracovní orgán stroje se otáčí kolem své osy a současně se s celým strojem pohybuje dopředu. Vykonává tedy dva současné pohyby, z nichž první je kruhový (druhotný), odvozený od otáčení náhonového hřídele, a druhý je posuvný (unášivý), jehož rychlost je totožná s rychlostí pojezdu celého stroje. Absolutní pohyb, tj. pohyb pracovního orgánu (nože) vzhledem k půdě, je pak výslednicí obou pohybů.

Pro matematické vyjádření dráhy, opisované body pracovního orgánu, zakresleme rotor stroje do pravoúhlého systému souřadnic, přičemž počátek souřadnic nechť prochází středem otáčení rotoru, bodem O_1 .

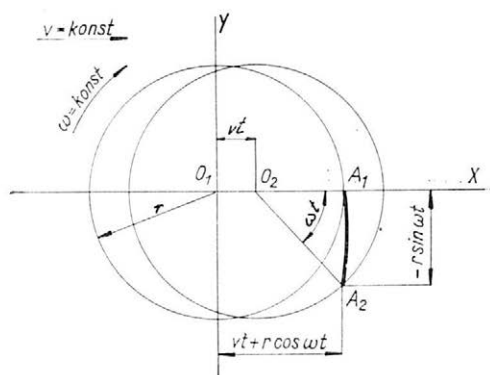
Za čas t se stroj a tedy i pracovní orgán posune o dráhu vt a pracovní orgán se současně pootočí o úhel ωt . Za čas t se bod A_1 , jehož výchozí poloha má souřadnice $r, 0$, dostane do polohy A_2 o souřadnicích

$$x = vt + r \cos \omega t \quad (1)$$

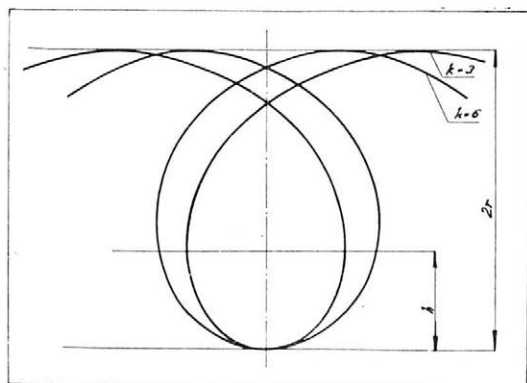
$$y = -r \sin \omega t \quad (2)$$

Tyto výrazy vyjadřují rovnici cykloidy v parametrické formě, kde parametrem je čas t . Tvar křivky závisí na poměru obvodové rychlosti v_o ($v_o = r \omega$) a pojezdové rychlosti v .

$$k = \frac{v}{v_o}$$



1. Dráha opisovaná rotačním pracovním orgánem



2. Vliv poměru k obvodové a pojezdové rychlosti na tvar dráhy, opisované rotačním pracovním orgánem

Dráhy bodu pracovního orgánu (cykloidy) pro $k = 3$ a $k = 6$ ukazuje obrázek 2, kde h značí hloubku zpracování půdy.

Protože obvodová rychlost rotoru (tj. obvodová rychlost konců pracovních orgánů) je vždy vyšší než rychlost pojezdu, je dráha koncových bodů pracovních orgánů prodloužená cykloida.

3. Rychlost řezání půdy

Rychlost řezání půdy rotačním pracovním orgánem je důležitý mechanicko-technologický parametr, neboť na ní ve značné míře závisí stupeň drobení půdy a potřebný příkon stroje.

Složky absolutní rychlosti ostří pracovního orgánu určíme jako derivaci složek dráhy podle času

$$V_x = \frac{dx}{dt} = \frac{d(vt + r \cos \omega t)}{dt} = v - r \omega \sin \omega t$$

$$V_y = \frac{dy}{dt} = \frac{d(-r \sin \omega t)}{dt} = -r \omega \cos \omega t$$

Protože $r \omega = v_o$ (kde v_o je obvodová rychlost rotoru), přejdou rovnice na tvar

$$V_x = v - v_o \sin \omega t \quad (3)$$

$$V_y = -v_o \cos \omega t \quad (4)$$

Absolutní rychlost V_a je dána vektorovým součtem obou složek

$$\begin{aligned} \bar{V}_a &= \bar{V}_x + \bar{V}_y; |V_a| = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \\ |V_a| &= \sqrt{v^2 + v_o^2 \sin^2 \omega t - 2vv_o \sin \omega t + v_o^2 \cos^2 \omega t} \\ |V_a| &= \sqrt{v^2 - v_o^2 (\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t) - 2vv_o \sin \omega t} \\ |V_a| &= \sqrt{v^2 - 2vv_o \sin \omega t + v_o^2} \end{aligned} \quad (5)$$

Z rovnice je zřejmé, že absolutní rychlost bodů ostří pracovního orgánu se mění. Obrázek 3 ukazuje průběh absolutní rychlosti během jedné otáčky rotoru (pro $v = 1$ m/s a $v_o = 3$ m/s).

4. Absolutní zrychlení pracovního orgánu

Složky zrychlení určíme jako druhé derivace složek dráhy podle času.

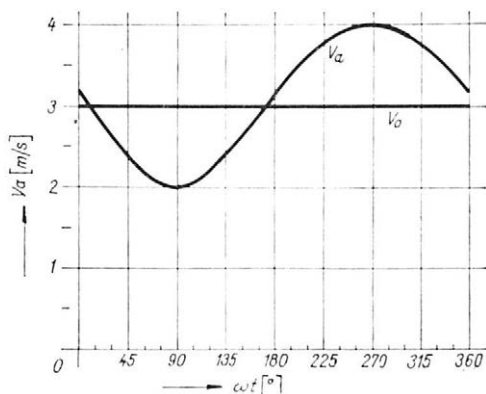
$$a_x = \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 r \cos \omega t \quad (6)$$

$$a_y = \frac{d^2y}{dt^2} = \omega^2 r \sin \omega t \quad (7)$$

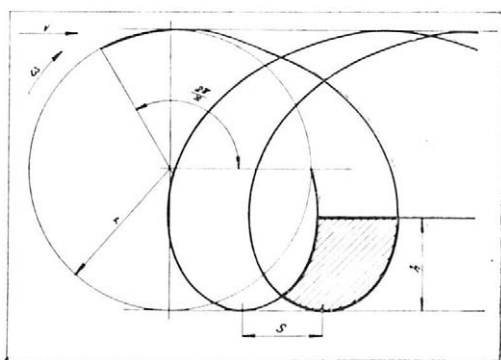
Absolutní zrychlení se vyjádří jako vektorový součet obou složek

$$\bar{a}_a = \bar{a}_x + \bar{a}_y; |a_a| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{\omega^4 r^2 (\cos^2 \omega t + \sin^2 \omega t)} = \omega^2 r \quad (8)$$

což znamená (za předpokladu, že $\omega = \text{konst.}$ a $v = \text{konst.}$), že se zde vyskytuje pouze dostředivé zrychlení.



3. Průběh absolutní rychlosti pracovního orgánu během jedné otáčky rotoru



4. Tvar odřezávané skývy pudy

5. Vytváření skývy půdy sousedními pracovními orgány

Nůž prochází půdou pouze ve spodní části cykloidy. Dva za sebou zabírající nože odřezávají skývu půdy proměnné tloušťky, jak ukazuje obrázek 4.

Průřez skývy je tedy ohraničen povrchem pole a drahami dvou za sebou následujících pracovních orgánů.

Rovnice dráhy prvního pracovního orgánu zní:

$$x_1 = vt_1 + r \cos \omega t_1$$

$$y_1 = -r \sin \omega t_1$$

Následující pracovní orgán je, za předpokladu symetrického rozložení pracovních orgánů na disku, posunut proti směru otáčení o úhel $\frac{2\pi}{z}$ (kde z je počet pracovních orgánů na disku) a rovnice jeho dráhy zní:

$$x_2 = vt_2 + r \cos \left(\omega t_2 - \frac{2\pi}{z} \right)$$

$$y_2 = -r \sin \left(\omega t_2 - \frac{2\pi}{z} \right)$$

Důležitou technologickou veličinou je tak zvaný posuv na jeden nůž, který je dán horizontální vzdáleností mezi drahami sousedních pracovních orgánů.

$$s = x_2 - x_1 = vt_2 + r \cos \left(\omega t_2 - \frac{2\pi}{z} \right) - vt_1 - r \cos \omega t_1$$

Též musí platit, že $y_1 = y_2$

$$-r \sin \omega t_1 = -r \sin \left(\omega t_2 - \frac{2\pi}{z} \right)$$

$$\sin \omega t_1 = \sin \left(\omega t_2 - \frac{2\pi}{z} \right)$$

$$\omega t_1 = \omega t_2 - \frac{2\pi}{z}$$

$$t_1 = t_2 - \frac{2\pi}{z\omega}$$

Dosazením do rovnice pro posuv na nůž

$$s = vt_2 + r \cos \left(\omega t_2 - \frac{2\pi}{z} \right) - vt_2 + v \frac{2\pi}{z\omega} - r \cos \left(\omega t_2 - \frac{2\pi}{z} \right) = v \frac{2\pi}{z\omega}$$

Dosazením za $\omega = \frac{2\pi n}{60}$

$$s = v \frac{2\pi 60}{2\pi zn} = 60 \frac{v}{nz} = \text{konst.} \quad (9)$$

6. Překrytí drah sousedních pracovních orgánů

V předcházející části bylo uvedeno, že posuv na jeden nůž je veličina stálá. Závisí jednak na konstrukčních parametrech stroje, tj. na počtu pracovních orgánů na disku a na počtu otáček rotoru, jednak na pojezdové rychlosti použitého traktoru. Zvýšením rychlosti traktoru (při stejném počtu otáček rotoru) může dojít až k případu, že dráhy sousedních pracovních orgánů se nebudou překrývat. Tento případ je nevhodný, protože po projetí stroje zůstávají nezpracované části půdy.

Budeme-li rozebírat pouze práci jednoho nože, pak délka skývy Δx jím odříznutá je dána počátkem a koncem dráhy nože v půdě. (Obr. 5).

$$\Delta x = 2(x_1 - x_2)$$

$$\Delta x_1 = vt_1 + r \cos \omega t_1$$

$$x_2 = vt_2 + r \cos \omega t_2$$

$$\Delta x = 2[(vt_1 + r \cos \omega t_1) - (vt_2 + r \cos \omega t_2)]$$

$$x = 2[v(t_1 - t_2) + r(\cos \omega t_1 - \cos \omega t_2)]$$

$$\sin \omega t_1 = \frac{r - h}{r}$$

$$\omega t_1 = \arcsin \frac{r - h}{r}$$

$$t_1 = \frac{1}{\omega} \arcsin \frac{r - h}{r}$$

$$\omega t_2 = \frac{\pi}{2}$$

$$t_2 = \frac{\pi}{2\omega}$$

$$\Delta x = 2 \left[v \left(\frac{1}{\omega} \arcsin \frac{r - h}{r} - \frac{\pi}{2\omega} \right) + r \cos \arcsin \frac{r - h}{r} \right] \quad (10)$$

Je-li počet nožů na disku z , pak celková délka částí, zpracovaných během jedné otáčky rotoru je

$$l = z \Delta x$$

Během jedné otáčky ujede stroj dráhu S

$$S = v T$$

kde T = čas jedné otáčky

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$S = \frac{v}{\omega} 2\pi$$

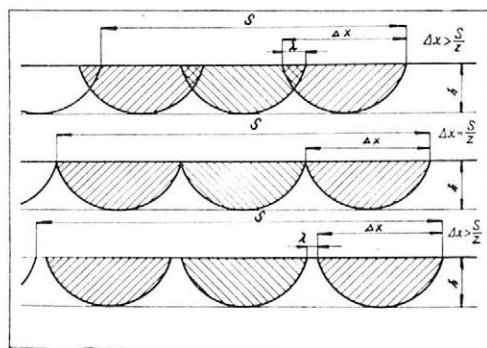
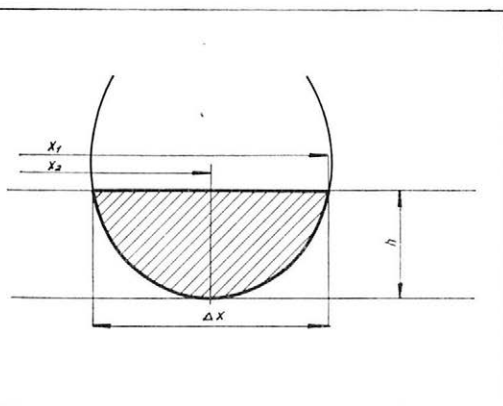
Rozdíl mezi S a 1 udává celkové překrytí na jednu otáčku rotoru. Překrytí částí zpracovaných dvěma sousedními noži λ udává rovnice

$$\lambda = 2 \left[v \left(\frac{1}{\omega} \arcsin \frac{r-h}{r} - \frac{\pi}{2\omega} \right) + r \cos \arcsin \frac{r-h}{r} \right] - \frac{2\pi v}{\omega z}$$

$$\lambda = \frac{2v}{\omega} \left(\arcsin \frac{r-h}{r} - \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{z} \right) + 2r \cos \arcsin \frac{r-h}{r} \quad (11)$$

Rovnice udává, že překrytí λ je funkcí několika proměnných, a to r, z, h, v, ω .

Velikost překrytí má veliký význam na jakost práce rotačních pracovních orgánů, neboť ovlivňuje stupeň drobení půdy, stupeň podřezávání plevelů a hřebenitost dna zpracovávané vrstvy půdy. (Obr. 6). Mohou nastat tyto případy:



5. Tvar skývy půdy, vytvořené jedním pracovním orgánem

6. Tvar vytvořených skýv půdy při různé velikosti překrytí λ

a) $\Delta x > \frac{S}{z}$ čili $\lambda > 0$

V tomto případě dochází k překrytí částí odříznutých za sebou následujícími noži. Je tedy odříznutá skýva ohraničena řezy dvou za sebou následujících nožů.

b) $\Delta x = \frac{S}{z}$ čili $\lambda = 0$

Skýva je vytvářena pouze řezem jednoho nože, přičemž se jednotlivé řezy stýkají. Je tedy zpracován celý povrch pole, avšak dno brázdy je hřebenité tak, že výška hřebenu se rovná hloubce zpracování půdy.

c) $\Delta x < \frac{S}{z}$ čili $\lambda < 0$

Skýva je opět vytvářena pouze řezem jednoho nože, avšak záběry jednotlivých nožů se nestýkají. Na povrchu pole zůstávají nezpracované části půdy.

Z uvedeného je zřejmé, že agrotechnickým požadavkům pro zpracování půdy vyhovuje pouze případ první, tj. je-li překrytí $\lambda > 0$.

Pro danou konstrukci stroje je důležitá závislost velikosti překrytí na jezdové rychlosti ($\lambda = f(v)$), neboť rozhoduje o tom, jakého traktoru pro práci použít (nehledě na potřebný výkon) a při kterém zařazeném rychlostním stupni máme operaci provádět.

Pro grafické znázornění této závislosti uvedeme rovnici (11) do tvaru:

$$\lambda = \frac{2v}{\omega} \left(\arcsin \frac{r-h}{r} - \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{z} \right) + 2r \cos \arcsin \frac{r-h}{r}$$

$$\lambda = \frac{2v}{\omega} \left[\arcsin \frac{r-h}{r} - \frac{\pi(z+2)}{2z} \right] + 2r \cos \arcsin \frac{r-h}{r}$$

Pro dané hodnoty ω , r , z , h je pak závislost dána rovnicí

$$\lambda = Av + B$$

což představuje směrnice tvar rovnice přímky, kde

$$\operatorname{tg} \alpha = A = \frac{2}{\omega} \left[\arcsin \frac{r-h}{r} - \frac{\pi(z+2)}{2z} \right]$$

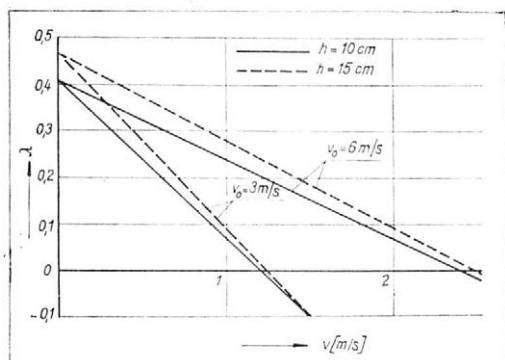
a úsek na ose y

$$q = B = 2r \cos \arcsin \frac{r-h}{r}$$

Závislost velikosti překrytí λ na jezdové rychlosti v představuje následující diagram na obrázku 7.

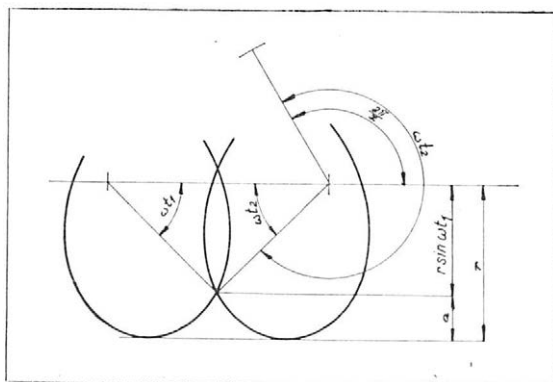
7. Výška hřebenů dna brázdy

Jak vyplývá z výkladu o vytváření skýv dvěma sousedními pracovními orgány, dno zpracovávané vrstvy půdy je hřebenovité. Agrotechnickými požadavky musí být určena mez maximální hřebenitosti dna. V následujícím výkladu bude ukázán vliv jednotlivých parametrů stroje na hřebenitost dna.



7. Závislost velikosti překrytí λ na jezdové rychlosti stroje v a na obvodové rychlosti rotoru v_0

Průběh funkce zakreslen pro $r = 0.26$ m
a $z = 3$



8. Vytváření hřebenitého dna brázdy

Výšku hřebenu a můžeme určit z průsečíků drah dvou za sebou následujících pracovních orgánů.

Rovnice dráhy prvního pracovního orgánu zní:

$$x_1 = vt_1 + r \cos \omega t_1$$

$$y_1 = -r \sin \omega t_1$$

Rovnice dráhy druhého pracovního orgánu zní:

$$x_2 = vt_2 + r \cos \left(\omega t_2 - \frac{2\pi}{z} \right)$$

$$y_2 = -r \sin \left(\omega t_2 - \frac{2\pi}{z} \right)$$

Pro průsečík těchto křivek platí, že

$$x_1 = x_2 \quad y_1 = y_2$$

$$vt_1 + r \cos \omega t_1 = vt_2 + r \cos \left(\omega t_2 - \frac{2\pi}{z} \right)$$

$$r \sin \omega t_1 = r \sin \left(\omega t_2 - \frac{2\pi}{z} \right)$$

$$\omega t_1 = \omega t_2 - \frac{2\pi}{z}$$

$$t_1 = t_2 - \frac{2\pi}{z\omega}$$

Dosazením do rovnice pro $x_1 = x_2$

$$v \left(t_2 - \frac{2\pi}{z\omega} \right) + r \cos \left(\omega t_2 - \frac{2\pi}{z} \right) = vt_2 + r \cos \left(\omega t_2 - \frac{2\pi}{z} \right)$$

$$\frac{2v\pi}{z\omega} = 0$$

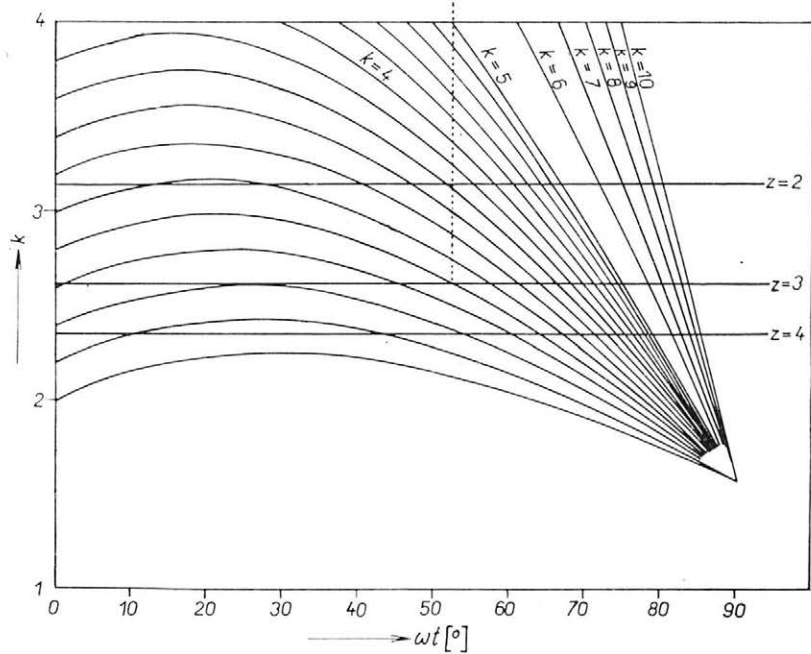
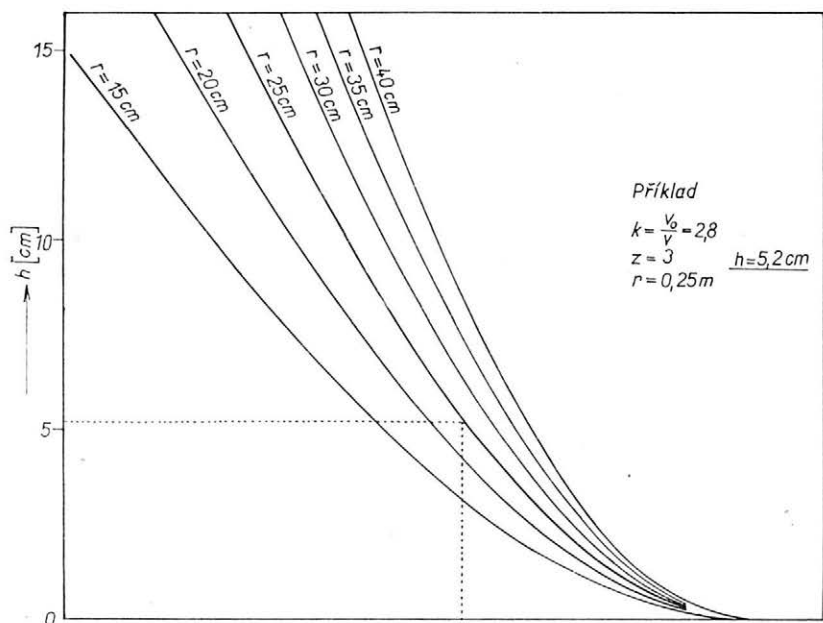
Jelikož neznámá t_2 z rovnice vystoupí, nevede toto řešení k cíli.

Ze symetrie cykloidy plyne, že (viz obr. 8).

$$\frac{\pi}{2} - \omega t_1 = \omega t_2 - \frac{2\pi}{z} - \frac{\pi}{2}$$

$$\pi - \omega t_1 = \omega t_2 - \frac{2\pi}{z}$$

$$\omega t_2 = \pi + \frac{2\pi}{z} - \omega t_1$$



9. Nomogram pro stanovení výšky hřebenů dna brázdy

$$t_2 = \frac{\pi}{\omega} + \frac{2\pi}{z\omega} - t_1$$

Dosazením do rovnice pro $x_1 = x_2$

$$vt_1 + r \cos \omega t_1 = v \frac{\pi}{\omega} + v \frac{2\pi}{z\omega} - vt_1 - r \cos \left(\pi + \frac{2\pi}{z} - \omega t_1 - \frac{2\pi}{z} \right)$$

$$2vt_1 + 2r \cos \omega t_1 = v \left(\frac{\pi}{\omega} + \frac{2\pi}{z\omega} \right)$$

$$2vt_1 + 2r \cos \omega t_1 = \frac{v\pi}{\omega} \left(1 + \frac{2}{z} \right)$$

$$\omega t_1 + \frac{r\omega}{v} \cos \omega t_1 = \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{2}{z} \right)$$

$$\frac{v_0}{v} \cos \omega t_1 + \omega t_1 = \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{2}{z} \right)$$

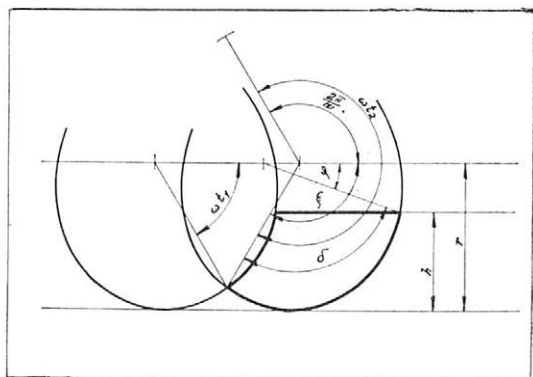
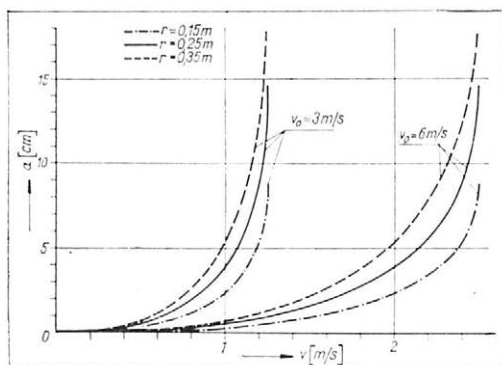
Výšku hřebenů a určíme z rovnice

$$r = r \sin \omega t_1 + a$$

$$a = r(1 - \sin \omega t_1) \quad (13)$$

Rovnice pro stanovení ωt_1 má však transcendentní tvar, takže přímý výpočet neznámé t_1 nemůže být proveden. Rovnice je řešitelná nahrazením členu $\sin \omega t$ řadou nebo graficky. Grafické řešení rovnice se stanovením výšky hřebenů a je provedeno na nomogramu obrázku 9.

Průběh výšky hřebenů a v závislosti na pojezdové rychlosti v ukazuje obrázek 10.



10. Závislost výšky hřebenů dna brázdy na pojezdové rychlosti stroje, obvodové rychlosti rotoru a na velikosti poloměru rotoru

Křivky zakresleny pro $z = 3$

11. Úhel průchodu nože půdou

8. Úhel průchodu nože půdou — úhel záběru nože

Protože nůž prochází půdou jen ve spodní části cykloidy, dochází k nerovnoměrnému odběru energie. Na tuto nerovnoměrnost má vliv počet a rozmístění pracovních orgánů na rotoru a též úhel průchodu nože půdou.

Tento úhel zjistíme jako rozdíl mezi počátkem a koncem záběru nože v půdě. Úhel počátku záběru nože φ stanoví rovnice

$$\sin \varphi = \frac{r - h}{r}$$

$$\varphi = \arcsin \frac{r - h}{r}$$

Stanovení úhlu konce záběru ξ vyplývá z obrázku.

$$\xi = \omega t_2 - \frac{2\pi}{z}$$

Úhel ωt_2 určuje rovnice

$$\omega t_2 = \pi + \frac{2\pi}{z} - \omega t_1$$

$$\xi = \pi + \frac{2\pi}{z} - \omega t_1 - \frac{2\pi}{z}$$

$$\xi = \pi - \omega t_1$$

Úhel záběru δ se pak rovná

$$\delta = \xi - \varphi = \pi - \omega t_1 - \arcsin \frac{r - h}{r} \quad (14)$$

Vzhledem k transcendentnímu tvaru rovnice pro stanovení úhlu ωt_1 určíme úhel graficky z výše uvedeného nomogramu.

Obrázek 12 ukazuje průběh úhlu záběru nože δ v závislosti na hloubce zpracování půdy h .

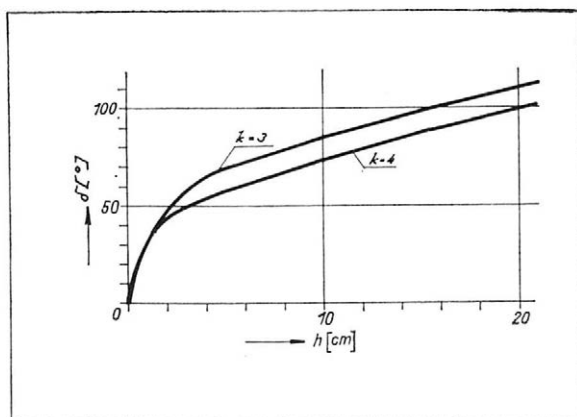
Ze stanoveného úhlu trvání záběru δ můžeme určit počet současně zabírajících nožů jedné pracovní sekce z_1 neb celého rotoru z_r .

$$z_1 = \delta \frac{z}{2\pi}$$

$$z_r = n_r \delta \frac{z}{2\pi} \quad (15)$$

kde: z = počet nožů jedné pracovní sekce

n_r = počet sekcí na rotoru



12. Závislost úhlu záběru na hloubce zpracování půdy a na poměru obvodové a pojezdové rychlosti

Křivky zakresleny pro $r = 0,26$ m
a $z = 3$

9. Stanovení minimálního úhlu drobení nože

Správná volba úhlu drobení nože ε do značné míry ovlivňuje řádnou funkci stroje, neboť nevhodný úhel drobení má za následek zvýšenou spotřebu energie a utlačování půdy.

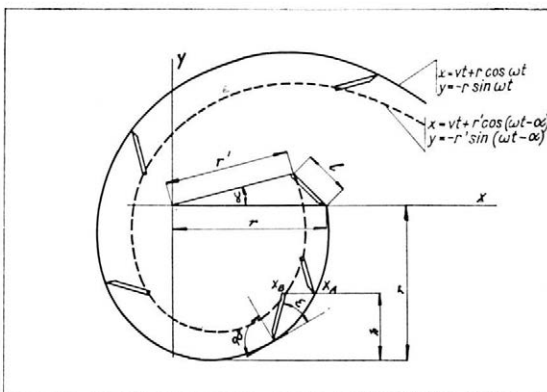
Minimální úhel drobení je vyjádřen podmínkou, že se zadní strana nože nesmí při práci zatlačovat do půdy. Musí tedy pro správnou funkci nože platit, že

$$X_A \geq X_B \quad (\text{obr. 13})$$

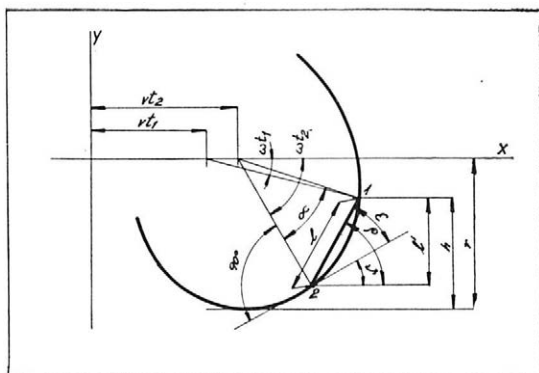
kde: X_A = průsečík dráhy ostří nože s povrchem půdy

X_B = průsečík dráhy zadní hrany nože s povrchem půdy

Za základ výpočtu minimálního úhlu drobení vezmeme podmínku, že $X_A = X_B$. Je tedy spojnice ostří nože (2) a zadní hrany nože (1) sečnou cykloidy (obr. 14).



13. Průběh drah ostří a paty pracovního orgánu



14. Znázornění minimálního úhlu drobení pracovního orgánu

Úhel drobení ε je pak definován jako rozdíl úhlu této sečny (tj. spojnice bodu 1 a 2) s osou x a úhlu kolmice k průvodiči v bodě 2 s osou x .

Souřadnice bodu 1 určují rovnice

$$x_1 = vt_1 + r \cos \omega t_1$$

$$y_1 = -r \sin \omega t_1 = -r + h$$

$$r \sin \omega t_1 = r - h$$

$$\sin \omega t_1 = \frac{r - h}{r}$$

$$\omega t_1 = \arcsin \frac{r - h}{r}$$

$$t_1 = \frac{1}{\omega} \arcsin \frac{r - h}{r}$$

$$\cos \omega t_1 = \sqrt{1 - \left(\frac{r - h}{r}\right)^2}$$

$$\cos \omega t_1 = \frac{1}{r} \sqrt{2rh - h^2}$$

$$x_1 = \frac{v}{\omega} \arcsin \frac{r-h}{r} + \sqrt{2rh - h^2}$$

$$y_1 = -r + h$$

Souřadnice bodu 2 určují rovnice

$$y_2 = r \sin \omega t_2 \quad x_2 = v t_2 + r \cos \omega t_2$$

Neznámou t_2 získáme z podmínky, že $X_A = X_B$

$$r' \sin (\omega t_2 - \alpha) = r - h$$

$$\sin (\omega t_2 - \alpha) = \frac{r-h}{r'}$$

$$t_2 = \frac{1}{\omega} \left(\alpha + \arcsin \frac{r-h}{r'} \right)$$

$$\cos^2 (\omega t_2 - \alpha) + \left(\frac{r-h}{r'} \right)^2 = 1$$

$$\cos (\omega t_2 - \alpha) = \sqrt{1 - \left(\frac{r-h}{r'} \right)^2}$$

$$\cos (\omega t_2 - \alpha) = \frac{1}{r'} \sqrt{r'^2 - r^2 + 2rh - h^2}$$

Dosazením do rovnic pro bod 2 obdržíme

$$x_2 = \frac{v}{\omega} \left(\alpha + \arcsin \frac{r-h}{r'} \right) + \frac{r}{r'} \sqrt{r'^2 - r^2 + 2rh - h^2}$$

$$y_2 = -r \sin \left(\alpha + \arcsin \frac{r-h}{r'} \right)$$

Úhel spojnice bodů 1 a 2 s osou x (úhel ϱ) se určí z rovnice

$$\operatorname{tg} \varrho = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$\operatorname{tg} \varrho = \frac{-r \sin \left(\alpha + \arcsin \frac{r-h}{r'} \right) + r - h}{\frac{v}{\omega} \left(\alpha + \arcsin \frac{r-h}{r'} \right) + \frac{r}{r'} \sqrt{r'^2 - r^2 + 2rh - h^2} - \frac{v}{\omega} \arcsin \frac{r-h}{r} - \sqrt{2rh - h^2}}$$

Úhel kolmice na průvodič bodu 2 s osou x (úhel ϑ) se rovná

$$\vartheta = \frac{\pi}{2} - \omega t_2$$

$$\vartheta = \frac{\pi}{2} - \alpha - \arcsin \frac{r-h}{r'}$$

Úhel drobení ε se rovná

$$\varepsilon = \varrho - \vartheta$$

Hodnoty α a r' zjistíme z trojúhelníka tvořeného stranami r , r' a 1.

$$\frac{1}{\sin \alpha} = \frac{r'}{\sin \left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon \right)} = \frac{r'}{\cos \varepsilon}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{r} \cos \varepsilon$$

Jelikož úhel α je funkcí úhlu ε , pak dosazením do rovnice pro úhel drobení ε dostaneme transcendentní vyjádření tohoto úhlu a rovnice je neřešitelná.

Proto bylo navrženo toto řešení:

Souřadnice bodu 2 určíme nikoliv pomocí délky nože l , ale pomocí průmětu délky nože l' do svislé roviny.

Souřadnice bodu l' jsou pak určeny rovnicemi

$$x_2 = vt_2 + r \cos \omega t_2$$

$$y_2 = -r \sin \omega t_2 = -(r - h + l')$$

$$\sin \omega t_2 = \frac{r - h + l'}{r}$$

$$t_2 = \frac{1}{\omega} \arcsin \frac{r - h + l'}{r}$$

$$\cos \omega t_2 = \sqrt{1 - \frac{(r - h + l')^2}{r^2}}$$

$$\cos \omega t_2 = \frac{1}{r} \sqrt{r^2 - (r - h + l')^2}$$

$$x_2 = \frac{v}{\omega} \arcsin \frac{r - h + l'}{r} + \sqrt{r^2 - (r - h + l')^2}$$

$$y_2 = -r + h - l'$$

Směrnice přímky procházející body 1 a 2 má tvar

$$\operatorname{tg} \varrho = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{l'}{x_1 - x_2}$$

$$\operatorname{tg} \varrho = \frac{l'}{\frac{v}{\omega} \arcsin \frac{r - h}{r} + \sqrt{2rh - h^2} - \frac{v}{\omega} \arcsin \frac{r - h + l'}{r} - \sqrt{r^2 - (r - h + l')^2}}$$

$$\operatorname{tg} \varrho = \frac{l'}{\frac{v}{\omega} \left(\arcsin \frac{r - h}{r} - \arcsin \frac{r - h + l'}{r} \right) + \sqrt{2rh - h^2} - \sqrt{r^2 - (r - h + l')^2}} \quad (16)$$

Úhel kolmice k průvodiči v bodě 2 a osu x (úhel ϑ) určuje rovnice:

$$\vartheta = \frac{\pi}{2} - \omega t_2$$

$$\vartheta = \frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{r - h + l'}{r}$$

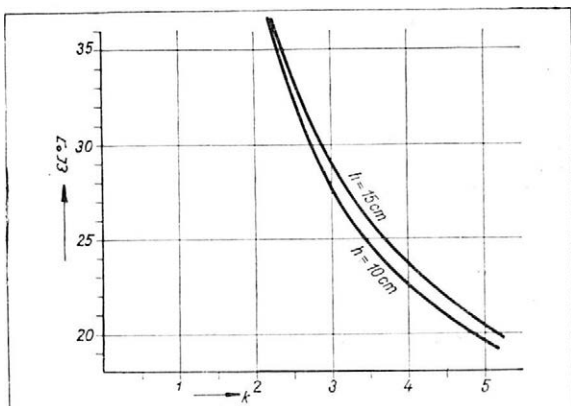
Úhel drobení vyjadřuje rovnice: $\varepsilon = \varrho - \vartheta$

Na základě vypočítaného úhlu ϱ vypočteme skutečnou délku nože l podle vzorce:

$$l = \frac{l'}{\sin \varrho}$$

Průběh úhlu drobení ε v závislosti na poměru obvodové a pojezdové rychlosti pro hloubku zpracování půdy 10 a 15 cm a pro délku nože $l = 8$ cm představuje obrázek 15.

Takto vypočítaný úhel drobení ε stanovuje minimální úhel pro dané parametry stroje, tj. úhel, kdy se zadní strana nože právě přestává třit o nezpracovanou půdu. S ohledem na pružnou deformaci půdy a prokluz hnacích kol traktoru je třeba pro praktické provedení úhel ε zvětšit.



15. Průběh minimálního úhlu drobení pracovního orgánu v závislosti na poměru obvodové rychlosti a na hloubce zpracování půdy

Seznam použitých označení

- a — výška hřebene dna brázdy (m)
- a_a — absolutní zrychlení (m/s)
- h — hloubka zpracování půdy (m)
- k — poměr obvodové rychlosti rotoru a pojezdové rychlosti stroje
- l — délka nože (m)
- n — počet otáček rotoru (ot./min)
- r — poloměr rotoru (m)
- s — posuv na nůž (m)
- t — čas (s)
- v — pojezdová rychlost stroje (m/s)
- v_o — obvodová rychlost rotoru (m/s)
- v_a — absolutní rychlost (m/s)
- z — počet pracovních orgánů
- δ — úhel záběru pracovního orgánu
- ε — úhel drobení
- λ — překrytí drah sousedních pracovních orgánů
- ω — úhlová rychlost (1/s)

Došlo dne 14. 7. 1964

Кинематика ротационных рабочих органов машин для обработки почвы

Содержанием работы является кинематический анализ рабочих органов машин для обработки почвы с ротационными рабочими органами, ось вращения которых горизонтальна и перпендикулярна к направлению движения.

Из работы вытекают следующие заключения:

- а) Траектория, описываемая точкой острия рабочего органа, представляет собой удлиненный циклоид.
- б) Срезанный пласт почвы ограничен шириной захвата ножа; поверхностью почвы и траекториями двух следующих друг за другом ножей.
- в) Размер срезанных пластов почвы, а также степень дробления почвы определяется размером подачи на нож, т. е. горизонтальным расстоянием траекторий острия двух следующих друг за другом ножей.
- г) Дно борозды после обработки машинами с ротационными рабочими органами гребневидное. Высота гребней увеличивается с возрастающей поступательной скоростью машины, с величиной радиуса ротора и с убывающей окружной скоростью ротора. При определенной конструкции машины поступательная скорость должна быть ограничена агротехническим требованием к максимальной высоте гребней dna борозды. Более высо-

кую скорость передвижения можно выбрать только после увеличения числа оборотов ротора. Для полного использования мощности трактора в разных почвенных условиях и для разных операций выгодно оснастить машину коробкой передач, которая позволит это изменение оборотов ротора.

д) Выбор соотношений окружной скорости и поступательной скорости также зависит от угла дробления применяемых ножей, так как понижение размера этого соотношения повлечет за собой вдавливание пятки ножа в необработанную почву и вызовет ухудшение качества работы и повышение потребляемой энергии.

Kinematics of the Rotary Working Elements in Tillage Implements

The paper gives an analysis of the working elements in rotary tillers, with the axis of rotation horizontal and perpendicular to the direction of travel.

The following conclusions resulted from the investigation:

(a) The path described by a point of the cutting edge of the working elements is an extended cycloid.

(b) The slice of the soil is dependent on the working width of the knife, on the surface of the soil and on the paths of two consecutively following knives.

(c) The size of slice and the degree of the crumbling are given by the shift of the soil to the knife, i. e. horizontal distance in the paths of the cutting edges of two consecutively following knives.

(d) The bottom of the furrow left after the rotary tillage has a comb-like shape. The height of the combs gets increased with the increasing travel speed of the implement, with the radius of the rotor and with the decreasing circumferential speed of the rotor. With a certain design of the implement the speed of travel has to be limited, due to the agrotechnical requirement on the maximum height of combs in the bottom of the furrow. A higher speed of travel is possible only after an increase of the revolutions of the rotor. To make a full utilization of the tractor's horsepower in different soil conditions and for different operations, it is thus suitable to provide the implement with a gear box enabling this change of the revolutions.

(e) The choice of the relation of the circumferential speed of travel depends further on the angle of crumbling of the knives used, as the decrease of this relation can cause the foot of the knife to push into the non-tilled soil, with consequent decrease in the quality of labour and increase in the power consumption.

Kinematik der Rotations-Arbeitsorgane der Maschinen für die Bodenbearbeitung

In der Arbeit wird eine kinematische Analyse der Arbeitsorgane der Maschinen für die Bodenbearbeitung mit Rotations-Arbeitsorganen, deren Rotationsachse waagrecht und senkrecht zur Fahrtrichtung steht, wiedergegeben.

Aus der Arbeit ergaben sich folgende Schlüsse:

a) Der Weg, den ein Punkt der Schneide der Arbeitsorgane umschreibt, ist eine verlängerte Zykloide.

b) Der abgeschnittene Erdbalken ist durch die Breite des Messereingriffes, die Bodenoberfläche und durch die Wege zweier nacheinander folgenden Messer begrenzt.

c) Die Größe der abgeschnittenen Erdbalken sowie der Bröckelungsgrad des Bodens ist durch die Größe des Vorschubes eines Messers, d. h. durch die horizontale Entfernung der Wege der Schneiden zweier nacheinander folgenden Messer angegeben.

d) Der Furchenboden nach der Bearbeitung durch Maschinen mit Rotations-Arbeitsorganen ist kammartig. Die Kammhöhe vergrößert sich mit wachsender Fahrgeschwindigkeit der Maschine, Größe des Rotor-Radius und mit herabsetzender Geschwindigkeit des Rotors. Bei einer bestimmten Konstruktion der Maschine muß die Fahrgeschwindigkeit durch die agrotechnische Anforderung an die maximale Kammhöhe beschränkt werden. Eine höhere Fahrgeschwindigkeit kann erst nach der Erhöhung der Rotor-Umdrehungen gewählt werden. Zwecks voller Ausnutzung der Schlepperleistung bei verschiedenen Bodenbedingungen und für verschiedene Vorgänge ist demnach zweckmäßig, die Maschine mit einem Getriebe, das diese Änderung der Rotor-Umdrehungen ermöglicht, auszustatten.

e) Die Wahl des Verhältnisses der Umfangs- und Fahrgeschwindigkeit hängt auch vom Bröckelungswinkel der angewandten Messer ab, denn die Herabsetzung der Größe dieses Verhältnisses kann zur Folge haben, daß die Messersohle in den unbearbeiteten Boden eingedrückt wird und eine Verschlechterung der Arbeitsqualität sowie eine Erhöhung der abgenommenen Energie verursacht.

Vliv rotační a plužní technologie orby na dynamiku fyzikálních vlastností půdy a její vodní režim

Влияние ротационной и плужной технологии пахоты на динамику физических свойств почвы и на водный режим в почве

Influence of the Rotary Tillage and Bottom Ploughing on the Dynamics of the Physical Properties of Soil and its Water Conditions

Einfluß der Technologie des Pflügens mit rotierenden Pflugkörpern und mit Scharpflügen auf die Dynamik des physikalischen Bodeneigenschaften und auf das Wasserregime im Boden

Inž. Antonín STRAŇÁK, CSc., inž. František KLAŠKA
Výzkumná stanice základní agrotechniky a hnojení, Pohořelice u Brna
Vedoucí inž. A. Straňák, CSc.

Úvod

O vlivu rotační technologie orby na půdní vlastnosti, na růst a výnos plodin není zatím dostačujících údajů. Cílem předkládané práce je proto upozornit na tuto skutečnost a současně objasnit vliv rotační technologie orby na fyzikální vlastnosti půdy a její vodní režim při použití funkčního modelu rotačního pluhu RP 190, vyvíjeného ve Výzkumném ústavu zemědělských strojů v Chodově u Prahy.

Literární přehled

Úsilí o vytvoření rotačního nářadí je známé asi 100 let a jeho prvním výsledkem byla konstrukce Meyenburgovy frézy. Přesto, že frézy jsou technicky dokonalým nářadím, jejich využití je omezené, a jak uvádí Clausing (1956), nikdy nebude možné nahradit jimi pluh. Vysoký počet otáček (200—1000 ot./min) způsobuje mechanické tříštění půdy až do nejjemnějších prachových částic, čímž dochází k uléhání, event. kornatění půdy.

Z hlediska novějšího vývoje rotačního nářadí zasluhují pozornost šroubové pluh. K nim patří i Lichtův (NDR) rotační pluh, u něhož jsou na otáčecí hlavici upevněny dvě zakřivené lopatky, které postupně zabírají do půdy, odřezávají z ní skývu, údajně ji obracejí, drolí a odkládají do předchozí brázdy (Licht 1955). Výsledky zkoušek s Lichtovým rotačním pluhem uzavírá Regge (1960) tak, že předností tohoto nářadí je lepší využití energie traktoru a odstranění ulehleho podbrázdí, nevýhodou je však nedokonalé obracení půdy a malý plošný výkon; doporučuje upustit prozatím od představy event. nahrazení radličného pluhu rotačním pluhem podle Lichta. Oehring (1957), Voos (1957) poukazují na vývoj systému oldenswortskeho šroubového pluhu (NSR), jehož pracovní orgán se skládá ze čtyř slabě

prohnutých lopatek v podobě lodního šroubu a jehož by mohlo být využito pro těžké půdy za předpokladu snížení vysokého počtu obrátek. Zdá se, že ani vývoj šnekových pluhů nezaručuje v dohledné době širší uplatnění. Velmi zajímavým v tomto ohledu je pluh Boxler-Kühnleho (NSR), o němž podle Fischer-Schlemma, Mosera (1958) není možno na základě zkoušek vyslovit konečný posudek, jelikož kvalita práce, především za vlhka, není dostačující. Gradock (1955) ukazuje na možnost využití šnekového pluhu o záběru 135 cm, který obrací půdu pomocí šroubovnice, jejíž horizontální osa je příčná ke směru jízdy. Údajně půdu naorává do hloubky 17,5 cm a připravuje k seti jedinou operaci; přesto mu někteří odborníci v Anglii nedávají naději na uplatnění.

V poslední době se stal známým italský pluh Aratore Civallo se svisle se otáčející osou, jehož pracovní orgány, jak uvádí Möller (1958), se podobají úzkým, svisle postaveným rýčům, které polovinu skývy odřezávají (zbytek se trhá), zvedají a odhazují vpravo. Eggenmüller (1959) uvádí, že i když podle údajů výrobce zajišťuje dobré promíchávání vrstev ornice a částečně i obracení, nestačí ještě výsledky dosavadních zkoušek k definitivnímu posudku. Přesto, že se již v menších sériích vyrábí a vzhledem k předchozím náradí je technicky dokonalejší, považujeme z hlediska jakosti práce za značný nedostatek jeho vysoký počet otáček (asi 240 ot./min).

Raussendorf & Co. (výrobce, 1961) referuje o nově vyráběném rotačním (vřivém) pluhu Kombinus (NSR), u kterého polovinu brázdy odřezává a zvedá pluhové těleso, zatímco druhou polovinu odřezává nožové kolo na spodku rotačního tělesa.

Za hlavní výhodu holandského rýčového pluhu Rotaspa považuje Hamel (1959), že kola traktoru nebudou v brázdě a lze s ním pracovat za každého počasí a půdních poměrů. U této konstrukce je nutné vyzvednout její široký záběr (2 m) a minimální počet otáček pracovního ústrojí (25–30 ot./min), které v pracovním procesu napodobuje vlastně rýč. K oběma posledně uvedeným náradím poznáváma Frese (1961), že nejde o náradí, ale vysloveně o stroje, které i přes technologické klady je třeba zhodnotit a prozkoušet ještě z biologické stránky obdělávání v různých půdních podmínkách.

Na rozdíl od uvedených koncepcí rotačních strojů a náradí z hlediska posouzení podle literárních údajů se technologie zpracování půdy československým rotačním pluhem RP 190 ukazuje na pokusných půdách být dokonalejší. Jeho přednost spočívá hlavně v rovnoměrném promíšení půdy, tzn. že zaručuje homogenizaci orničního profilu a nevytváří ulehle podbrázdi.

Literatura zabývající se vlivem rotační technologie zpracování půdy na fyzikální vlastnosti a její vodní režim, je poměrně velmi skrovná. V naší literatuře je předložena studie vlastně jedním v prvních příspěvků v tomto směru.

Pokud existují výzkumné práce v této oblasti, vztahují se převážně k rotačnímu zpracování půdy frézováním; ale poměrně málo však k rotační orbě. Schnerch (1954) na základě výzkumu zjistil, že frézování nezpůsobuje zhoršení struktury půdy (pozn.: ve smyslu fyzikálního stavu), ale zlepšuje propustnost půdy pro vodu a zvyšuje její jímavost. Böttcher (1957) zase sděluje, že se stoupající hloubkou frézování dochází ke zjemnění půdních agregátů, což se jasně projevuje i na zvýšení „vnitřní povrchové plochy“ na 1 kg půdy. Naproti tomu Novák, Šimek (1936) a Russel, Keen (1941) referují o výsledcích srovnávacích pokusů se zpracováním půdy a shodně poukazují, že frézování půdy nepříznivě ovlivňuje výnosy některých zemědělských plodin.

Crow (1960) v pojednání o rotačním zpracování půdy doporučuje provádět dlouhodobé pokusy porovnávající vliv různých způsobů orby a rotačního obdělávání půdy na její strukturu, hubení plevelů a výnosy. Byers, Webber (1957) uvádějí výsledky z podobných pokusů, jaké doporučuje Crow, kde rotační zpracování půdy (rotačním kypřičem jen do hloubky 12,5 cm) ve srovnání s jiným náradím nezpůsobilo průkazné rozdíly ani ve fyzikálních vlastnostech půdy, ani ve výnosech zkoušených plodin.

Grote (1954) v pokusech s orbou normálním a šroubovým pluhem (Tillmaster) zjistil, že všeobecně nepříznivější vlastnosti se vyvinuly na parcelách oraných normálně, zatímco určitý pokles byl zaznamenán na půdě obdělávané Tillmasterem. Na výsledcích sklizně se však podle tohoto autora vliv obou náradí v průběhu dvou let podstatně neprojevil.

Sasso (1956–1957) uvádí první výsledky srovnávacích zkoušek rotačního pluhu Civallo a Rotovátoru (pro mělké zpracování) s klasickým pluhem, kde zjistil pod-

statný rozdíl v rozmělnění půdy ve prospěch obou rotačních nářadí. Podle něho bylo také zjištěno, že po rotačním zpracování byla hustota porostu přesvědčivě vyšší, i když rozdíly ve výnosech nebyly statisticky průkazné. Nejrozsáhlejší výsledky z výzkumu rotační technologie zpracování půdy podává však jen Říd (1963). V jeho pokusech, prováděných osm let s nepřetržitým frézováním, nebylo zjištěno žádné zhoršení fyzikálních vlastností půdy, a naopak dokázal pomocí radioizotopů, že rotačním zpracováním půdy se dosahuje nejrovnoměrnějšího promíšení ornice. Na základě výsledků se rovněž vyslovil proti domněnkám o uléhání, resp. kornatění půdy následkem rotačního zpracování, což souvisí se zdokonalením a s technickými úpravami fréz, kterých v pokusech používal.

Jinak všechny údaje o rotačním zpracování půdy, uváděné v literatuře, jsou bohužel tak skrovné, že není možné podat podrobnější analýzu nebo obecný závěr o vlivu rotační technologie na fyzikální vlastnosti půdy a její vodní režim. Předkládaná studie má proto přispět k prohloubení tohoto problému.

I. Dynamika fyzikálních vlastností v závislosti na rotační a plužní technologii orby

Stručná metodika a postup práce

Pokusy s rozdílnou technologií orby byly prováděny ve Výzkumné stanici základní agrotechniky a hnojení v Pohořelicích u Brna.

K tomuto účelu bylo využito pokusů prováděných v letech 1960/61 — 1963 a z jednotlivých plodin byly pokusnému sledování ve dvou letech podrobeny: z obilovin ozimá pšenice a z okopanin cukrovka. Fyzikální poměry byly zjišťovány třikrát v každém pokusném roce, a to na jaře, za plné vegetace a při sklizni. Z hlediska fyzikálních poměrů byla běžně užívanými metodami sledována objemová váha redukovaná, celkový objem pórů, maximální kapacita plného nasycení vodou a poměr kapilárních a nekapilárních pórů, vztažených k celkové pórovitosti. V podstatě se v pokusech srovnávala plužní a rotační technologie na hloubku 27 cm, popř. také 17—22 cm. Bylo použito dvouradličného pluhu 2 PN 30 a rotačního pluhu čs. konstrukce RP 190. V období trvání těchto pokusů byla provedena orba oběma způsoby a sledovány fyzikální poměry v časovém odstupu, a to okamžitě po provedení orby a za 10, 40 a 75 dní po orbě. Tyto zjištěné hodnoty fyzikálního stavu sloužily jako výchozí porovnávací materiál pro všechny plodiny.

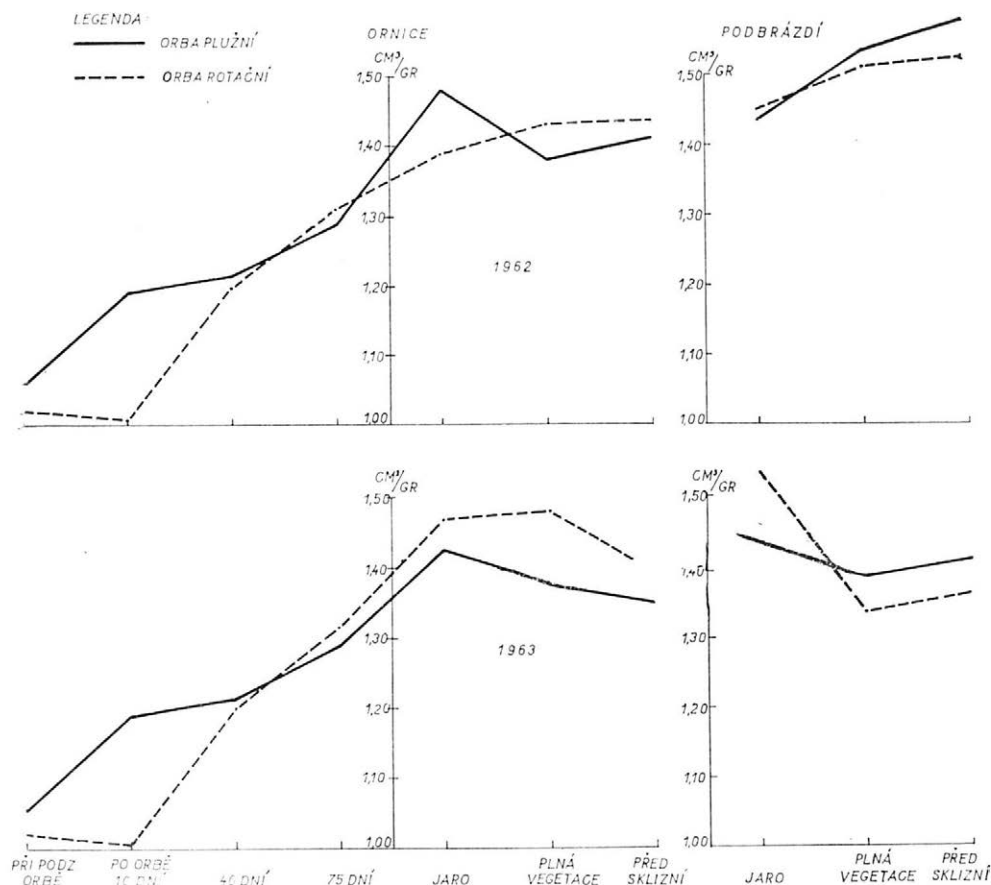
Přehled dosažených výsledků

Vycházíme-li z hodnot objemové váhy, zjišťovaných v časovém odstupu, konstatujeme podstatné snížení objemové váhy u rotační technologie okamžitě po jejím provedení, kterýžto stav se ještě zvyšuje desátý den po orbě. Od této doby dochází k postupnému zvyšování objemové váhy a zhruba ve 40. dni k vyrovnaní těchto hodnot s běžně používanou plužní orbou. V dalším období po 75 dnech byla stanovena po rotační orbě vyšší objemová váha půdy. Z toho usuzujeme, že půda připravená rotační technologií má na počátku kypřejší stav s tendencí postupného zhuťňování ornice. Při jarním sledování v r. 1962 dochází u cukrovky vlivem jarní přípravy k jistému nakypření půdy při zpracování rotační orbou, ale jen dočasně. V následujícím období se objemová váha zvyšuje a nabývá vrcholu za plné vegetace, jejíž hodnoty jsou zhruba asi o 2—3 % vyšší.

Objemová váha půdy, sledovaná v r. 1963, je určitou obdobou roku předcházejícího. Podobně jako v r. 1962 zaznamenáváme u rotační orby zvyšování objemové váhy od jara do plné vegetace. Vliv jarního nakypření u rotační orby při přípravě půdy v tomto roce není patrný, poněvadž objemová váha byla stanovena s téměř měsíčním zpožděním. V dalším údobí však tendence z r. 1962 zůstala zachována; znamená to tedy, že nejvyšší objemové váhy bylo dosaženo při odběru za vegetace.

Hodnoty objemové váhy v podbrázdovém horizontě jsou dokladem značně nevyrovnaných fyzikálních poměrů při srovnávání obou let. Přesto však je zcela jasně patrna tendence ke snížení hodnot objemové váhy půdy u rotační technologie orby. Grafické znázornění dynamiky objemové váhy ukazuje obr. 1.

Celkový objem pórů okamžitě a 10 dní pozásahu dosahuje u rotační technologie vyšších hodnot a teprve ve 40. dni je přibližně shodný s orbou normální, zatímco 75. den po orbě jsou jeho hodnoty již nižší. Při jarním stanovení v r. 1962 je celkový objem pórů asi o 3 % vyšší, v další vegetaci klesá a je v průměru o 1–2 % nižší. V podorničí je tento charakter opačný. Znamená to tedy, že jarní hodnoty objemu pórů u rotační orby jsou nižší, kdežto v období plné vegetace a při sklizni vyšší o 1–2 %.

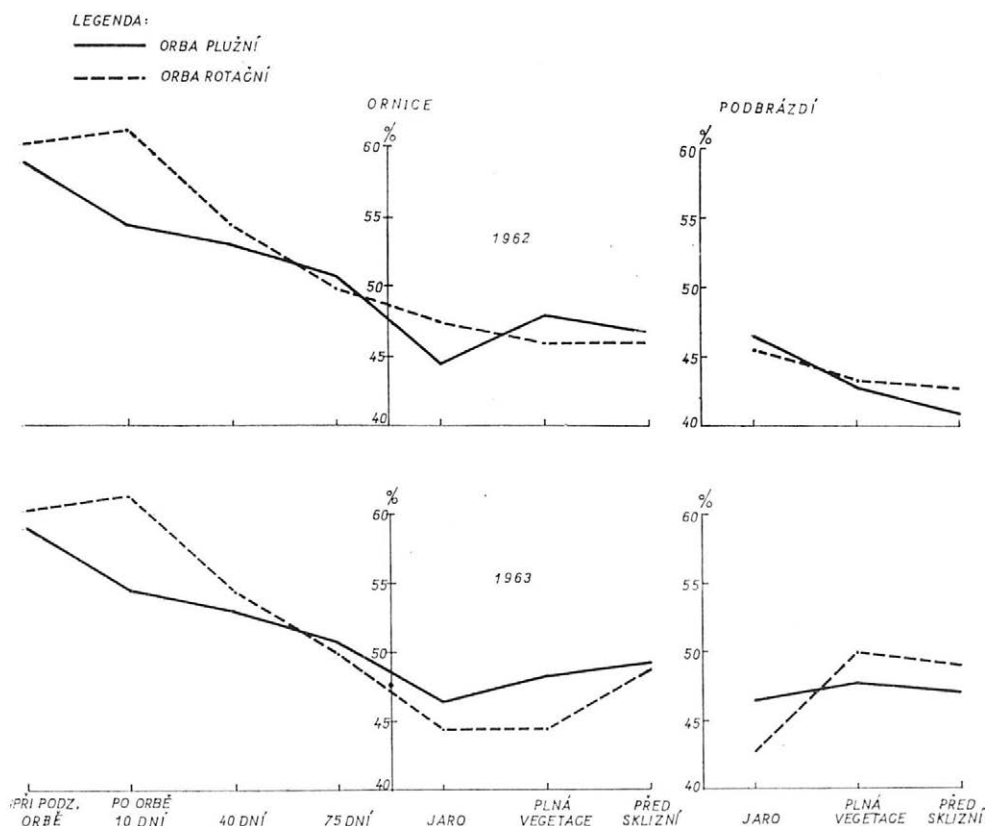


1. Znázornění průběhu dynamiky objemové váhy půdy při různé technologii orby k cukrovce

Celková pórovitost v orničním profilu v průběhu roku 1963 dosahuje u normální orby v průměru vyššího procenta. Sledujeme-li hodnoty celkové pórovitosti, pak při jarním odběru a za vegetace bylo u rotační orby dosaženo úplně shodných výsledků. Teprve při dalším stanovení dochází u rotační technologie k podstatnému zvýšení celkového počtu pórů, kdežto u klasické plužní orby je zvýšení patrné od jara do sklizně. Průběh pórovitosti ukazuje graf na obrázku 2.

Z plné vodní kapacity, tj. stavu při nasycení půdy nad vodní hladinou, konstatujeme schopnost jednotlivých způsobů oreb přijímat vodu. Hodnoty z r. 1962 v ornici u cukrovky nasvědčují obecně vyrovnanému stavu maximální kapacity u obou technologií zpracování půdy, a to především na jaře a za vegetace, zatímco při sklizni je maximální kapacita po rotační orbě až o 2 % nižší. Toto snížení je v souladu se zjištěním objemové váhy a pórovitosti a jeho procentní hodnoty uvádí tabulka I.

Při stanovení maximální vodní kapacity ve druhém pokusném roce je zajímavé povšimnout si vzdušné kapacity. Zatímco v r. 1962 bylo u plužní i rotační orby dosaženo v průměru celého roku 12,5 až 13 % vzdušné kapacity, v r. 1963 konstatujeme jisté snížení (u plužní orby 10,6 %, u rotační 7,6 %). Nejnižší hodnoty vzdušné kapacity vykázal odběr za vegetace, a to u orby plužní 6,4 %,



2. Znázornění průběhu dynamiky půdní pórovitosti při různé technologii orby k cukrovce

Technologie	Jaro	Vegetace	Skližen
	‰		
Orba plužní	31,50	34,80	35,45
Orba rotační	32,10	34,60	33,95

u rotační 2,5 %. Tyto hodnoty dokazují, že rotační technologií by bylo v tomto období dosaženo téměř 100 % nasycení vodou, vztaženo k celkové pórovitosti.

Zajímavé je též posouzení jednotlivých oreb nejen z hlediska příjmu vody, ale též z jejich schopnosti vodu podržet, což dokládají hodnoty kapilárního nasycení podle Nováka. Tyto hodnoty, které jsou znakem vododržnosti, nasvědčují vyšším stavům u rotační technologie, a to všeobecně v celém sledovaném období druhého pokusného roku s jistým maximem za vegetace. Vododržnost zaznamenává zvýšení o 2–2,5 %, kteréžto množství vody může hrát závažnou úlohu zvláště v sušším období roku.

Hodnoty vzdušné kapacity v r. 1962 nasvědčují vyrovnaným poměrům u obou oreb. U orby normálním pluhem dosáhla vzdušná kapacita v ornici v průměru celého roku 18,30 %, po orbě rotačním pluhem 18,45 %. Vyšší provzdušnění u všech odběrů z obou oreb je zjištěno ve svrchní vrstvě, což lze odvozovat od jednotlivých agrotechnických zásahů během vegetace při ošetření cukrovky. V nižší vrstvě ornice (12–17, 22–27 cm) došlo pravděpodobně vlivem proplavení jemných částic z povrchu ke snížení obsahu vzduchu u plužní technologie orby (poslední odběr), zatímco u technologie rotační zůstává vzdušná kapacita na úrovni svrchních vrstev. Hodnoty vzdušné kapacity v r. 1963 nedosahují hodnot zjištěných o rok dříve, a to především u rotační orby. Celkové provzdušnění orničního profilu bylo v r. 1963 u normální orby vyšší. U rotační technologie, po které půda snadněji uléhala vlivem dlouhotrvající zimy a abnormální sněhové pokrývky, bylo dosaženo hodnot nižších. Naproti tomu však podbrázdový horizont vykazuje v průběhu celé vegetace vyšší hodnoty u technologie rotační (tab. II).

Poměr kapilárních a nekapilárních pórů v r. 1962 ukazuje na jistou vyrovnanost u orby rotační, a to v orničním i podbrázdovém profilu. Nejvyšší hodnoty nekapilárních pórů vykazala tato orba jen při jarním sledování, zatímco za vegetace a při sklizni bylo zjištěno snížení, zhruba asi o 3 %. Vegetační a podzimní odběr vykazuje v průměru stejné hodnoty na rozdíl od plužní technologie, kde na jaře byly zjištěny hodnoty nejnižší, za vegetace prudký vzestup až o 5 % a na podzim opět snížení asi o 3 %. Druhý pokusný rok vykazuje rozdílnější stavy, a to zvláště u orby rotační, kde jsou obecně zjišťovány nižší hodnoty nekapilárních pórů u všech odběrů. Podbrázdový horizont na rozdíl od ornice vykazuje ve srovnání s rokem předešlým vyšší hodnoty nekapilárních pórů, a to na obou orbách, s větší vyrovnaností a menším kolísáním během vegetace u orby rotační. Rozdíl mezi jarním a podzimním stanovením činí u plužní orby až o 3 % více, u orby rotační maximálně 1 % (tab. III).

Pokusy s různou technologií orby k ozimé pšenici byly sledovány v r. 1961 a v r. 1963.

II. Údaje o maximální kapilární kapacitě podle Nováka u pokusů s cukrovkou

Doba odběru	Hloubka profilu v cm	1962				1963			
		% vody		% vzduchu		% vody		% vzduchu	
		On	Or	On	Or	On	Or	On	Or
Na jaře	5–10	27,10	29,70	19,15	20,00	30,05	31,40	20,80	13,95
	12–17	27,85	28,45	15,35	17,80	31,15	33,15	12,60	8,25
	17–22	28,60	26,70	14,75	20,65	28,95	32,15	16,35	14,10
	22–27	28,50	26,05	16,05	21,15	29,35	31,15	17,00	14,05
	30–35	27,50	26,50	19,00	19,05	30,55	22,90	16,05	19,00
Průměr	5–27	28,00	27,70	16,50	19,90	29,90	31,95	16,70	12,55
Za vegetace	5–10	27,15	29,80	23,55	16,25	33,80	35,20	13,00	6,40
	12–17	29,85	28,15	16,00	18,70	27,85	34,45	20,15	8,25
	17–22	26,50	29,05	22,50	13,75	32,40	34,10	17,80	12,05
	22–27	28,75	26,45	18,30	21,25	35,20	34,15	12,35	12,50
	30–35	30,40	29,75	12,30	13,55	31,35	31,75	16,55	18,30
Průměr	5–27	27,95	28,35	20,10	17,50	32,30	34,50	15,65	9,80
Při sklizni	5–10	27,55	27,70	20,70	20,35	29,80	32,95	19,90	9,75
	12–17	27,50	28,75	13,10	15,10	29,80	30,65	16,95	22,80
	17–22	28,85	28,10	16,40	16,20	27,65	30,20	23,60	20,90
	22–27	30,00	27,40	12,90	20,20	28,10	30,70	22,10	17,50
	30–35	29,55	30,05	11,35	12,70	30,10	32,60	16,95	16,45
Průměr	5–27	28,50	28,00	18,30	17,95	28,85	31,10	20,65	17,75

Vysvětlivky: On – orba plužní Or – orba rotační

III. Poměr kapilárních a nekapilárních pórů u pokusů s cukrovkou

Hloubka profilu v cm	Na jaře				Za vegetace				Při sklizni			
	póry %				póry %				póry %			
	kapilární		nekapilární		kapilární		nekapilární		kapilární		nekapilární	
	On	Or	On	Or	On	Or	On	Or	On	Or	On	Or
1962												
5—10	58,60	59,75	41,40	40,25	53,55	64,70	46,45	35,30	57,10	57,65	42,90	42,35
12—17	64,60	61,55	35,40	38,45	65,05	60,10	34,95	39,90	54,35	65,55	45,65	34,45
17—22	65,95	56,40	34,05	43,60	54,10	66,30	45,90	33,70	63,75	63,45	36,25	36,55
22—27	63,15	55,20	36,85	44,80	60,75	55,45	39,25	44,55	69,95	57,55	30,05	42,45
30—35	59,15	68,15	40,85	31,85	71,20	68,70	28,80	31,30	72,25	70,30	27,75	29,70
5—27	63,10	58,25	36,90	41,75	58,35	61,65	41,65	38,35	61,30	61,05	38,70	38,95
1963												
5—10	59,10	70,80	41,90	29,20	72,20	84,60	27,80	15,40	61,20	77,20	38,80	22,80
12—17	71,20	76,40	28,80	23,60	58,10	80,70	42,90	19,30	63,80	57,30	36,20	42,70
17—22	63,90	67,30	36,10	32,70	64,60	73,80	35,40	26,20	53,90	59,20	46,10	40,80
20—27	61,60	67,90	38,40	32,10	74,00	73,20	26,00	26,80	54,80	63,70	54,20	36,30
30—35	65,50	63,50	34,50	36,60	65,40	63,50	34,60	36,50	63,90	64,50	36,10	35,50
5—27	63,70	70,60	36,30	29,40	67,00	78,10	33,00	21,90	58,40	64,35	41,60	35,65

Vysvětlivky: On — orba plužní Or — orba rotační

Hodnoty v objemové váze na jaře v r. 1961 nasvědčují kompaktnějšímu uložení půdních částic u rotační technologie. U rotační orby do hloubky 17 cm dosahujeme zvýšení objemové váhy v ornici asi o 5 %, u orby hlubší do 27 cm asi o 2 %. Stanovení za vegetace ukazuje na podstatné snížení objemové váhy redukované, především u oreb rotačních ve srovnání s plužní technologií. Toto snížení dosahuje u rotační orby na 17 cm hodnoty 2,4 %, u orby na 27 cm 5,5 %. Zvýšení hodnot redukované objemové váhy se výrazně projevuje u klasické plužní technologie od jara do sklizně, zatímco u rotační technologie dochází k jistému snížení. Z hlediska fyzikálních poměrů v r. 1963 lze vcelku usuzovat na obdobnou tendenci jako v r. 1961. Hodnoty objemové váhy u rotační technologie na jaře nasvědčují zvýšené ulehlosti půdy asi o 1,3 % ve srovnání s orbou plužní. Zjišťování během vegetace potvrzuje stejně jako v r. 1961 snížení objemové váhy u rotační technologie s jistým postupným poklesem až do období sklizně. V tomto roce bylo nejnižší hodnoty objemové váhy dosaženo teprve v pozdějším údobí, což lze přisuzovat rozdílnějšímu vývoji pšenice v závislosti na rozdílných klimatických a povětrnostních podmínkách. Grafické znázornění redukované objemové váhy ukazuje obr. 3.

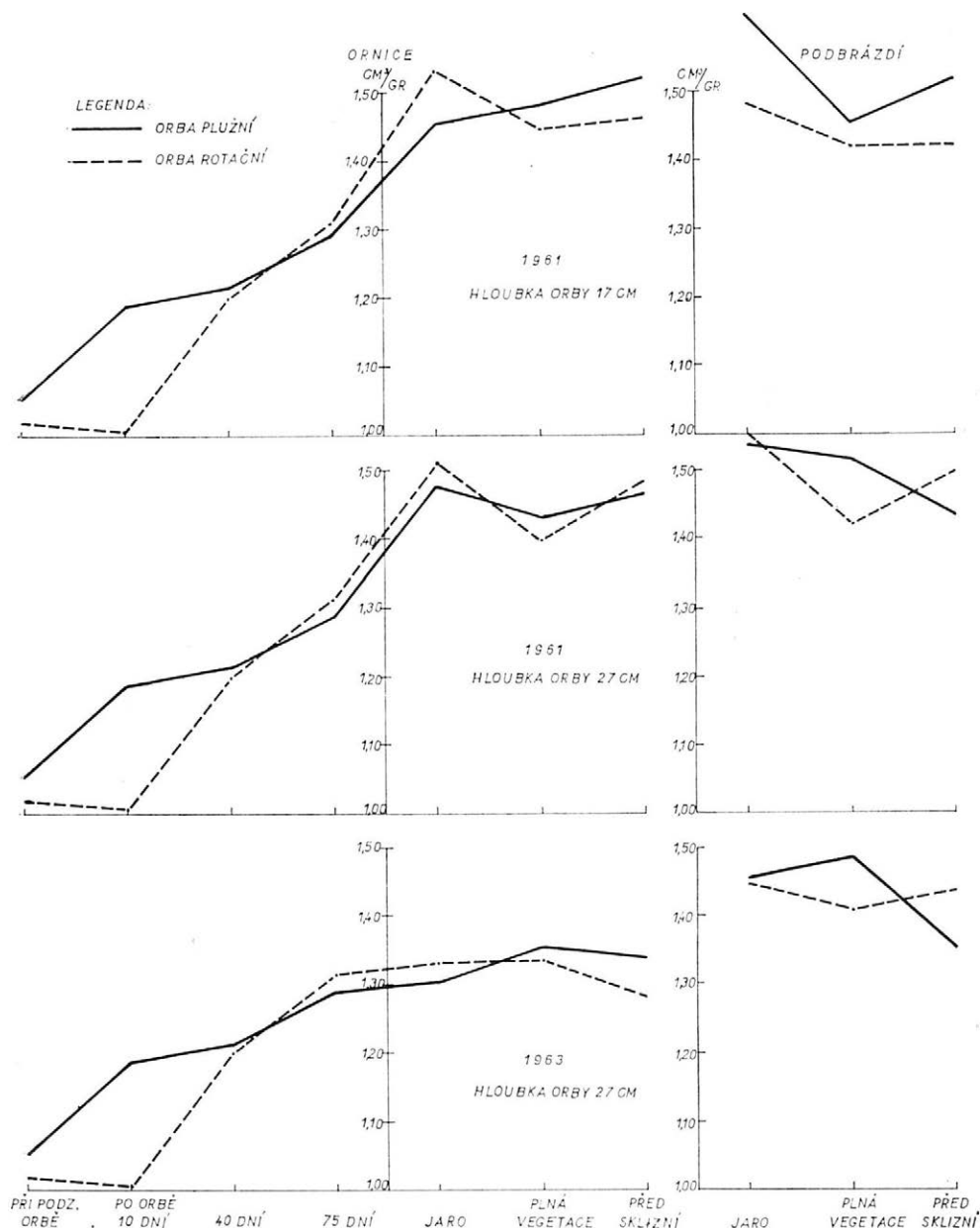
Celkový objem pórů, který je v nepřímém poměru k objemové váze, klesá u plužní orby v r. 1961 od jara do sklizně, kdežto u rotačních oreb dosahuje maxima v období plné vegetace. Rovněž ve druhém pokusném roce nasvědčuje celkový objem pórů po rotační orbě zvyšující se tendenci od jara do sklizně, zatímco u plužní orby je tento průběh opačný. Podbrázdový horizont v hloubce 30–35 cm nasvědčuje v r. 1963, pokud jde o hodnoty objemové váhy a celkovou pórovitost, vyrovnanějším poměrům u rotační technologie, podobně jako v ornici, zatímco objemová váha i pórovitost u klasické plužní orby během vegetace kolísá. Rozdíly v pórovitosti u plužní orby činí v uvedeném horizontě v průměru 3–5 %, u rotační maximálně 1–1,5 %. Průběh pórovitosti znázorňuje graf na obr. 4.

Z údajů o max. vodní kapacitě a kapacitě podle prof. Nováka usuzujeme na množství vody, které může půda maximálně přijmout, a na množství vody držené v kapilárních pórech. Hodnoty maximální kapacity v prvním roce pokusu zaznamenávají při sklizni nepatrné zvýšení proti stavu za vegetace. Ve druhém pokusném roce zjišťujeme všeobecně vyšší hodnoty maximální vodní kapacity u orby rotační v ornici, a to v průměru celého roku o 1,5 % a v podbrázdi o 2 %. Z hodnot vodní kapacity podle prof. Nováka se v prvním roce ukazuje značná vyrovnanost u obou oreb, a to v celém ročním pokusném období, zatímco v roce následujícím byly zjištěny nižší a méně vyrovnané hodnoty právě u orby plužní. Při stanovení na jaře vykazuje rotační technologie nižší hodnoty vzdušné kapacity ve srovnání s technologií plužní, za vegetace i při sklizni je tomu obráceně. Rotační technologie orby tedy způsobuje narůstání vzdušné kapacity od jara do sklizně, kdežto u orby plužní je tomu naopak. Údaje o vzdušné a vodní kapacitě jsou uvedeny v tab. IV.

Poměr kapilárních a nekapilárních pórů, na kterém závisí intenzita mikrobiálních pochodů, ukazuje u rotační technologie v r. 1961 na zvyšování kapilár. pórů od jara do sklizně, zatímco u plužní orby tato tendence není tak jednoznačná. Z dosažených výsledků ve druhém roce, ve srovnání s rokem 1961, zjišťujeme vyšší hodnoty pórů bez napětí. Zjištěné hodnoty nekapilárních pórů u rotační technologie vykazují v ornici snížení od jara do plné vegetace asi o 2 % a postupem doby do sklizně naopak zvýšení asi o 2,5 %. Proti tomu u plužní orby zaznamenáváme od jara do vegetace zvýšení asi o 1 % a postupně

snížení o 5–6 % do doby sklizně. Toto zjištění nám jen dokládá uváděnou již domněnku o kolísajících fyzikálních poměrech u plužní technologie. Rovněž podbrázdový horizont tohoto roku dokládá kolísající poměry u technologie plužní (tab. V).

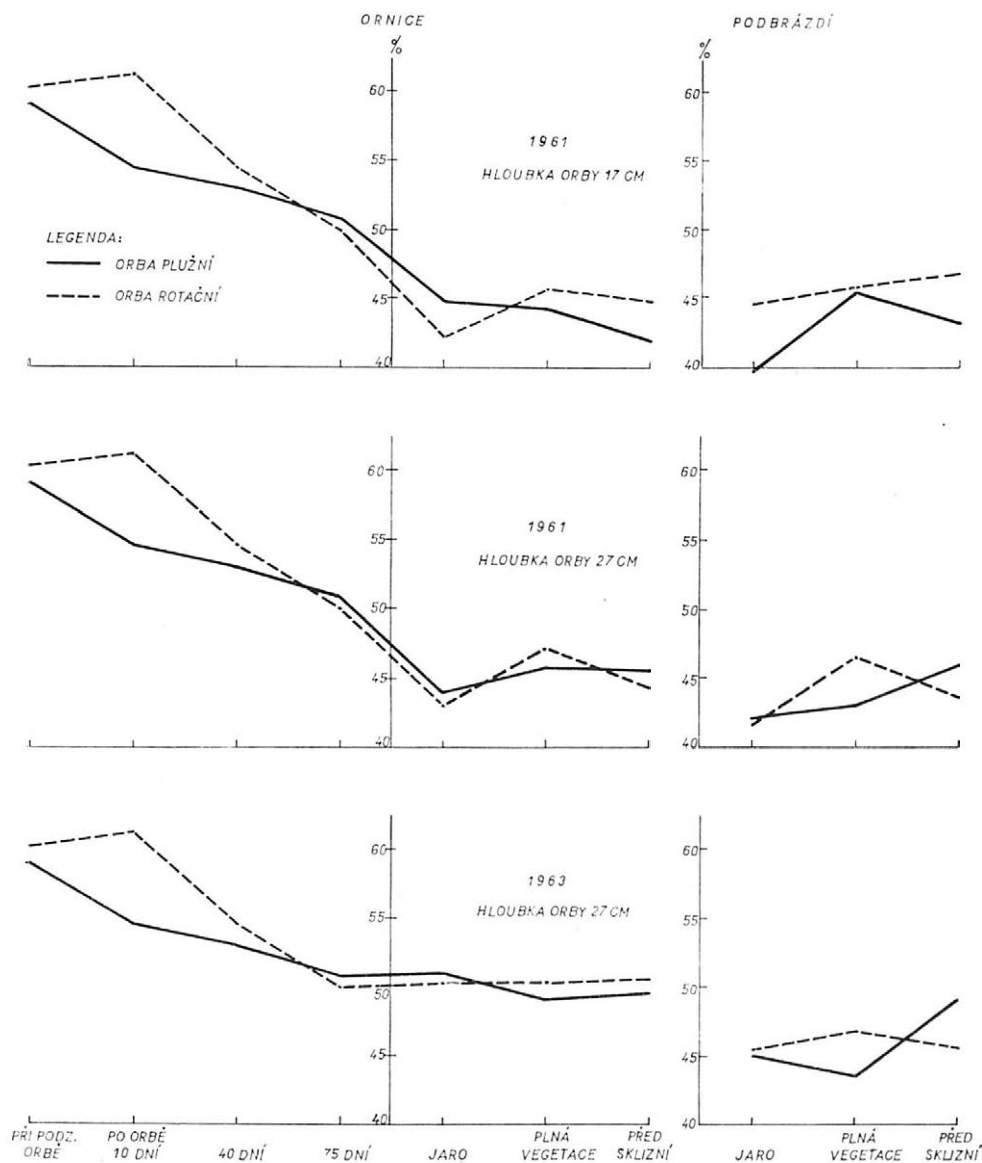
Vliv rotační a plužní technologie na strukturní a agregátové změny v půdě



3. Znázornění průběhu dynamiky objemové váhy půdy při aplikaci rotační a plužní technologie orby k ozimé pšenici

byl zjišťován v r. 1963 jednak na pozemcích po cukrovce (následná plodina kukuřice), a po kukuřici s následnou ozimou pšenicí.

Výsledky rozborů potvrzují, že při rotační orbě dochází ke zmenšení podílu strukturních částic nad 10 mm, zatímco množství frakce pod 1 mm nepatrně narůstá. Podle zjištěných údajů o vodoodolnosti půdních agregátů můžeme konstatovat, že nedošlo k podstatnějším rozdílům mezi oběma zkoušenými technologiemi. Závěrem lze tedy říci, že rotační technologie orby ve srovnání s pluhní strukturně agregátové poměry v půdě v podstatě neovlivňuje (tab. VI).



4. Znárodnění průběhu dynamiky půdní pórovitosti při aplikaci rotační a pluzní technologie orby k ozimé pšenič

IV. Údaje o maximální kapilární kapacitě podle Nováka u pokusů s ozimou pšenicí

Doba odběru	Hloubka profilu v cm	1961				1963			
		% vody		% vzduchu		% vody		% vzduchu	
		On	Or	On	Or	On	Or	On	Or
Na jaře	5—10	29,15	28,70	12,95	15,20	29,65	29,70	22,55	22,15
	12—17	30,05	29,45	10,25	13,10	30,70	31,50	29,40	18,75
	17—22	27,95	30,85	20,45	12,05	30,25	31,50	21,65	19,30
	22—27	29,70	29,20	15,80	13,95	30,20	31,85	18,90	16,30
	30—35	30,70	29,90	11,40	11,75	30,65	32,90	14,40	12,50
Průměr	5—27	29,20	29,60	14,85	13,60	30,20	31,15	23,15	19,10
Za vegetace	5—10	28,85	26,15	14,40	22,10	29,80	33,10	22,70	16,90
	12—17	28,95	27,15	17,10	19,50	28,05	29,70	23,45	23,15
	17—22	28,60	26,55	19,10	21,90	31,15	30,35	12,00	20,70
	22—27	28,35	27,55	18,20	18,40	30,20	31,90	16,05	17,50
	30—35	31,80	28,50	11,25	18,05	30,30	31,75	13,55	15,05
Průměr	5—27	28,70	26,90	17,20	20,50	29,80	31,25	18,55	19,55
Při sklizni	5—10	28,10	29,20	15,50	14,15	30,60	29,05	19,40	23,55
	12—17	28,95	29,05	16,85	15,70	32,65	31,65	19,55	19,70
	17—22	27,80	28,65	16,75	17,15	32,75	32,90	17,80	17,65
	22—27	29,30	27,15	13,00	16,00	30,70	30,40	14,00	22,05
	30—35	30,30	29,70	15,80	13,95	30,40	33,40	18,50	11,30
Průměr	5—27	28,55	28,50	15,50	15,75	31,70	31,00	17,70	20,75

Vysvětlivky: On — orba plužní Or — orba rotační

V. Poměr kapilárních a nekapilárních pórů u pokusů s ozimou pšenicí

Hloubka profilu v cm	Na jaře				Za vegetace				Při sklizni			
	póry %				póry %				póry %			
	kapilární		nekapilární		kapilární		nekapilární		kapilární		nekapilární	
	On	Or	On	Or	On	Or	On	Or	On	Or	On	Or
1961												
5—10	69,25	65,35	30,75	34,65	66,70	54,20	33,30	45,80	64,45	67,35	35,55	32,65
12—17	74,60	68,60	25,40	31,40	62,85	58,20	37,15	41,80	63,20	64,85	36,80	35,15
17—22	57,75	71,85	42,25	28,15	59,95	54,85	40,05	45,15	59,70	62,40	40,30	37,60
22—27	65,20	67,80	34,80	32,20	60,95	59,95	39,05	40,05	69,25	62,90	30,75	37,10
30—35	72,90	71,80	27,10	28,20	73,90	61,20	26,10	38,80	65,70	68,05	34,30	31,95
5—27	66,70	68,40	33,30	31,60	62,60	56,80	37,40	43,20	64,15	64,40	35,85	35,60
1963												
5—10	56,80	57,30	43,20	42,70	56,75	66,20	43,25	33,80	62,45	55,20	37,55	44,80
12—17	61,20	62,70	38,80	37,30	54,45	56,20	55,55	43,80	62,55	61,65	37,45	38,35
17—22	58,30	62,00	41,70	38,00	72,20	59,45	27,80	40,55	64,80	65,10	35,20	34,90
22—27	61,50	66,15	38,50	33,85	65,30	65,90	34,70	34,10	68,70	57,95	31,30	42,05
30—35	68,05	72,45	31,95	27,55	69,10	67,85	30,90	32,15	62,15	73,10	37,85	36,90
5—27	59,45	60,25	40,55	39,75	58,70	62,30	41,30	37,70	64,00	59,95	36,00	40,05

Vysvětlivky: On — orba plužní Or — orba rotační

VI. Údaje o stanovení půdní struktury v ornici podle Savvinova (za sucha)

Technologie Frakce	Po cukrovce (40 dní po zásahu)		Po kukuřici (75 dní po zásahu)	
	plužní	rotační	plužní	rotační
> 10 mm	26,6	21,8	43,1	32,0
5 — 10 mm	13,4	13,2	15,0	16,7
3 — 5 mm	15,0	13,6	11,1	13,8
2 — 3 mm	9,3	10,1	7,0	8,2
1 — 2 mm	15,2	16,6	9,6	10,6
0,5 — 1 mm	8,5	10,6	4,9	7,4
0,25 — 0,5 mm	6,8	9,0	4,0	5,4
< 0,25 mm	5,2	5,1	5,2	5,7
Celkem nad 1 mm	79,5	75,3	85,8	81,3
Stanovení vodostálosti agregátů v ornici podle Bakšajeva				
> 5 mm	2,7	2,4	0,7	1,5
3 — 5 mm	3,8	3,0	1,9	2,6
1 — 3 mm	7,3	6,3	6,5	6,3
0,5 — 1 mm	11,3	10,2	20,9	10,6
0,25 — 0,5 mm	37,8	39,5	39,0	47,2
< 0,25 mm	36,9	38,5	31,0	31,8
Celkem 0,25 mm	62,9	61,4	69,0	68,2

Rozbor výsledků a diskuse

Na základě dosažených výsledků lze konstatovat, že na průběh dynamiky fyzikálních vlastností v půdě má vliv jak biologický charakter plodin, tak i způsob technologie orby. Vyšších hodnot redukované objemové váhy a snížení pórovitosti během vegetace se dosahuje u cukrovky ve srovnání s ozimí, což plně souhlasí se závěry, které uvádí T a l a f a n t o v á (1960). Fyzikální poměry mezi rotační a plužní technologií jsou rozdílné a projevují se zejména po podzimní orbě podstatným snížením objemové váhy a paralelním zvýšením pórovitosti půdy u rotační technologie. U cukrovky je vliv rotační technologie na fyzikální stav půdy v průběhu vegetace potlačen biologickým charakterem cukrové řepy, jehož účinnost následkem většího podílu drobnějších částic půdy a jejich hutnějšího uložení zdá se být větší než účinnost technologie plužní.

Z celkového hodnocení pórovitosti se ukazuje, že u rotační orby bylo dosaženo značně vyrovnanějších hodnot, a to jak v ornici, tak i v podbrázdí; to by mělo vyvolávat i příznivější podmínky životních pochodů v půdě, zlepšovat výživu plodin a vést k vyrovnanějším výnosům. Z údajů o maximální vodní kapacitě v ornici lze usuzovat, že u rotační technologie orby bylo dosaženo během celého roku jen nepatrných rozdílů, pohybujících se do 1,5 %, kdežto výkyvy v těchto hodnotách u orby plužní dosahují až 4 %. Máme tedy za to, že

nepatrné rozdíly — podobně jako vyrovnané hodnoty pórovitosti — po rotační orbě by mohly být zárukou příznivějších růstových podmínek.

Důležitým měřítkem fyzikálních poměrů v půdě je poměr pórů bez napětí a s napětím, jejichž vzájemný poměr je regulátorem intenzity průběhu a rychlosti biochemických pochodů. Posuzujeme-li hodnoty získané rotační orbou, pak dosažené údaje o nekapilárních pórech odpovídají požadavkům v černozemní oblasti.

U obilovin dochází na jaře ke snížení redukované objemové váhy a tím k většímu utužení půdy po rotační orbě, což z hlediska požadavků plodin na fyzikální vlastnosti půdy (Straňák, 1963) je pro růst a výnos obilnin výhodnější. Půdy s kompaktnějším uložením a vyšší objemovou váhou mají, jak prokazuje Uhrecký (1962), příznivější tepelný režim, což především při jarních chladnějších povětrnostních poměrech může mít rozhodující vliv ve vývoji rostlin. V dalším průběhu vegetace se rotační technologie u obilovin projevuje snížením objemové váhy. Dá se předpokládat, že příznivý vývoj rostlin od jara po těchto orbách představoval i intenzivnější vývoj kořenové soustavy, což může být stupňováno ještě růstem většího počtu odnoží. Máme tedy za to, že rostliny po rotační orbě měly během své vegetace příznivější fyzikální podmínky pro svůj růst ve srovnání s orbou plužní.

Vyrovnaný průběh dynamiky celkové pórovitosti v ornici u rotační technologie lze hodnotit jako kladný ukazatel příznivých půdních podmínek pro růst plodin, na rozdíl od plužní orby, kde během vegetace dochází k určitému kolísání s tendencí nižší pórovitosti při sklizni než na jaře. Maximální vodní kapacita, tj. množství vody, které je půda schopna přijmout, se projevuje vyšší schopností u orby rotační, což může být jistým kladem, a to zvláště v období sušších let. Výsledky vodní kapacity podle Nováka potvrzují, že u rotační technologie bylo dosaženo nejen vyšších hodnot v příjmu vody, ale i vyšší schopnosti půdy vodu podržet. O tom svědčí i vyrovnanější poměry v maximální kapilární kapacitě u rotační technologie v průběhu celé vegetace. Minimální vzdušná kapacita splňuje všeobecně požadavky, a to u obou technologií, které Kopecký (1928) pokládá pro pšenici jako příznivé (10–15 %). Celkové množství nekapilárních pórů lze hodnotit jako uspokojivé pro černozemní oblast. Z hlediska vodního režimu, zejména dostupnosti vody pro rostliny, není podle našeho názoru rozhodující výše hodnoty kapilární či nekapilární frakce pórů, ale především jejich vzájemný poměr. Hodnotíme-li poměr kapilárních pórů k nekapilárním, ukazuje se tento poměr příznivější u rotační technologie orby než u plužní, zejména z hlediska tendence zvyšování kapilarity.

Strukturně agregátové analýzy nepotvrzují názory o rozbíjení půdní struktury, poněvadž tyto názory vycházejí většinou z mylných představ, že rotační pluh má na půdu podobnou účinnost jako vysokoobrátková fréza. I když při rotační orbě dochází k částečnému zmenšení podílu strukturních částic nad 10 mm a nepatrnému narůstání jemnější frakce pod 1 mm, ve vodostálosti půdních agregátů nedošlo ke změnám, což je z praktického hlediska důležitější.

II. Vliv rotační a plužní technologie orby na vodní režim

Stručná metodika a postup práce

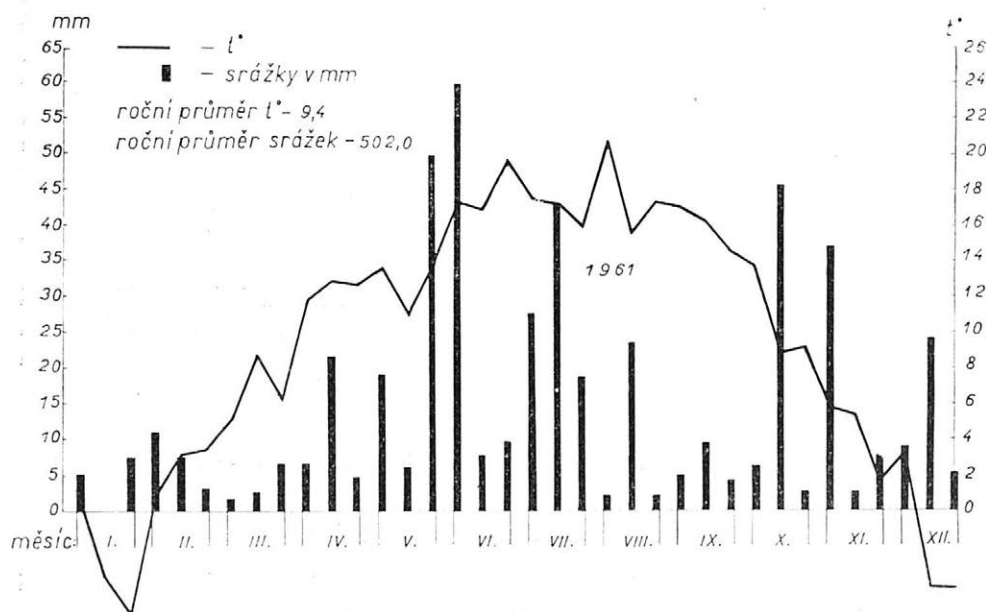
Pokusy byly konány na Výzkumné stanici základní agrotechniky a hnojení v Pohořelicích u Brna na půdách pravých černozemí s matečným substrátem sprašových hlín. V celém horizontu jde o půdy sorpčně nasycené s půdní reakcí

neutrální až alkalickou, pohybující se v letním období v ornici v rozmezí 7,35 až 7,50 pH ve vodě a nepatrně nižšími hodnotami podbrázdového horizontu (7,10–7,40 pH). Zásoba všeskeré ústrojné hmoty dosahuje v ornici 2,10 až 2,35 %, v podbrázdi 1,50–1,70 %. Orniční profil sahá do hloubky 30–35 cm, je barvy hnědavě šedé, struktury zrnité, poměrně rozpadavé. Barva a vlastnosti podbrázdového horizontu jsou obdobou ornice. Půdní vrstva 50–70 cm tvoří rychlý přechod do žlutavých hlín, druhově nepatrně těžších. Vrstva 70–120 cm je žlutavě vápenitá spraš, ve svrchní části tohoto horizontu se vyskytuje sekundárně vyloučený CaCO_3 . Vápenité spraše obsahují 8–12 % vápna. Od 120 do 140 cm nastává mírný přechod do písčité zeminy, slaběji vápenité, s přechodem do šterkopískového horizontu s nepatrnou hlinitou příměsí, mineralogicky chudé a pro vodu velmi propustné. Údaje o mechanické skladbě půdy jsou patrné z tabulky VII.

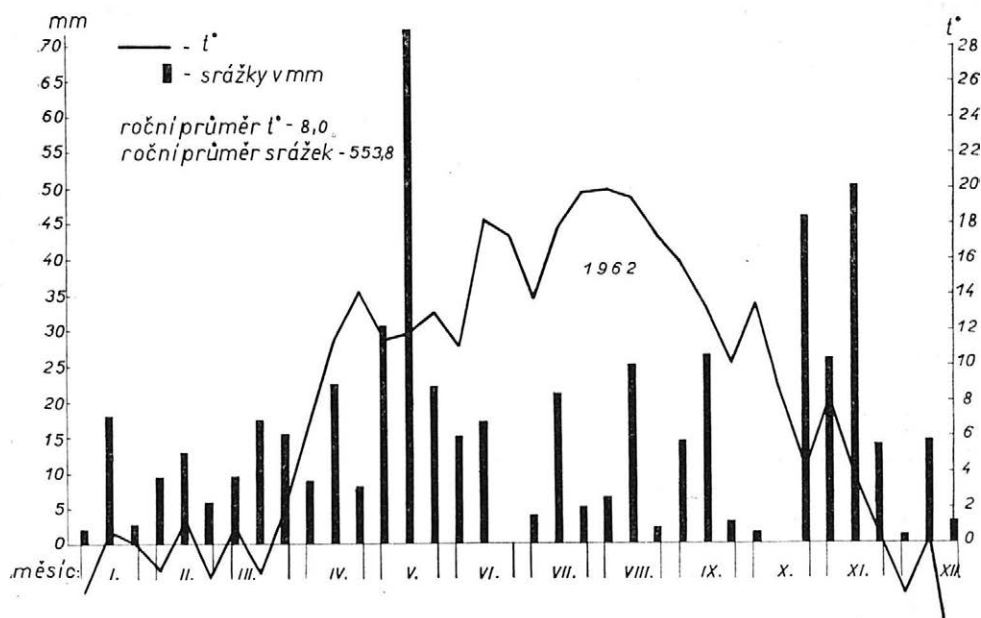
Údaje o povětrnostních poměrech v letech 1961–1963 jsou rozvedeny v grafech na obrázcích 5, 6, 7. Z hlediska teplot a celkového množství srážek v porovnání s padesátiletým průměrem ukazuje se jako nejvýhodnější rok 1961, který

VII.

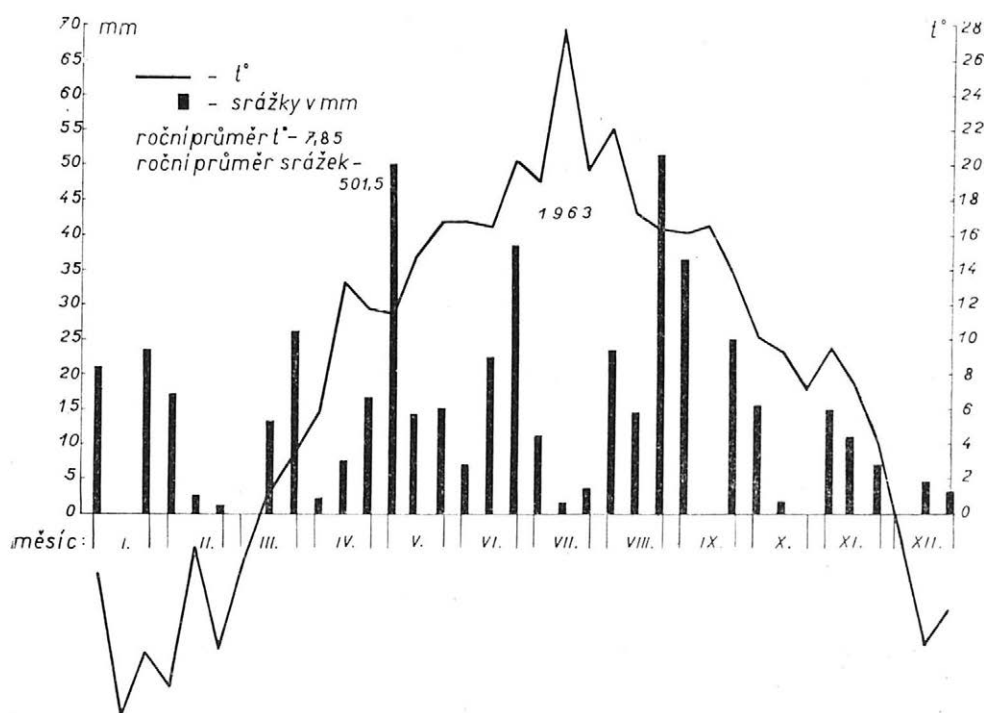
Hloubka cm	Jílnaté částice <0,01 mm	0,01–0,05 mm	0,05–0,1 mm	0,1–2 mm
0–10	40,0–45,4	24,9–34,6	11,1–15,1	15,1–18,5
10–20	44,0–46,0	24,7–31,8	14,6–23,1	13,1–17,2
20–30	42,5–48,9	23,1–29,9	11,6–17,2	13,1–17,6
30–40	40,5–48,9	22,4–30,0	11,8–15,9	11,4–18,4
40–50	43,1–48,7	24,5–26,5	12,5–14,1	13,5–14,9



5. Průběh teplot a srážek v dekadách



6. Průběh teplot a srážek v dekadách



7. Průběh teplot a srážek v dekadách

vcelku odpovídá zmíněnému průměru, zatímco rok 1962 je obecně chladnější a srážkově bohatší a rok 1963 dosahuje v celkovém množství srážek padesátiletého průměru, teplotně však je pod normálem. Údaje o teplotě a srážkách padesátiletého průměru a pokusných let uvádí tabulka VIII.

VIII.

Ukazatel	Padesátiletý průměr	1961	1962	1963
Teplota	9,08	9,4	8,0	7,85
Srážky	505,—	502,—	553,8	501,5

Nižší hodnoty teplot v r. 1962 byly částečně ovlivňovány chladným údobím zimy 1962—1963, ale především nižšími teplotami vegetačního údobí, a to až o 2° C proti teplotám ve stejném údobí v letech 1961 a 1963. Celkově nízký průměr teplot r. 1963 byl zaviněn chladným údobím zimy, ve kterém bylo dosahováno až dvojnásobně nižších teplot než ve stejném údobí let 1961—1962. Rozdělení celkového množství srážek v r. 1961 a 1962 bylo rovnoměrné, zatímco v r. 1963 na konci vegetace obilovin nastalo období přísušku.

Vodní režim byl na pokusech sledován nejen s ohledem na celkový obsah půdní vláhy, ale také ve vztahu k relativní rozdílnosti ve spotřebě vody rostlinami. K tomuto účelu byl obsah vody v půdě zjišťován jak pod rostlinami, tak i na plochách bez porostu, a to běžně užívanou vázkovou metodou. Na základě rozdílu obsahu vody v půdě s porostem a bez porostu usuzujeme nepřímo na spotřebu vody rostlinami. Vzhledem k tomu, že nejde o absolutní hodnoty, nýbrž jen o nepřímo stanovené údaje, bylo pro označení spotřebované vody použito termínu „rozdíl v relativní spotřebě vody“, jak je v textu i grafech uváděno.

Z jednotlivých plodin byly ve dvou letech sledovány: z obilnin ozimá pšenice, a to v letech 1961 a 1963, a z okopanin cukrová řepa v letech 1962 a 1963.

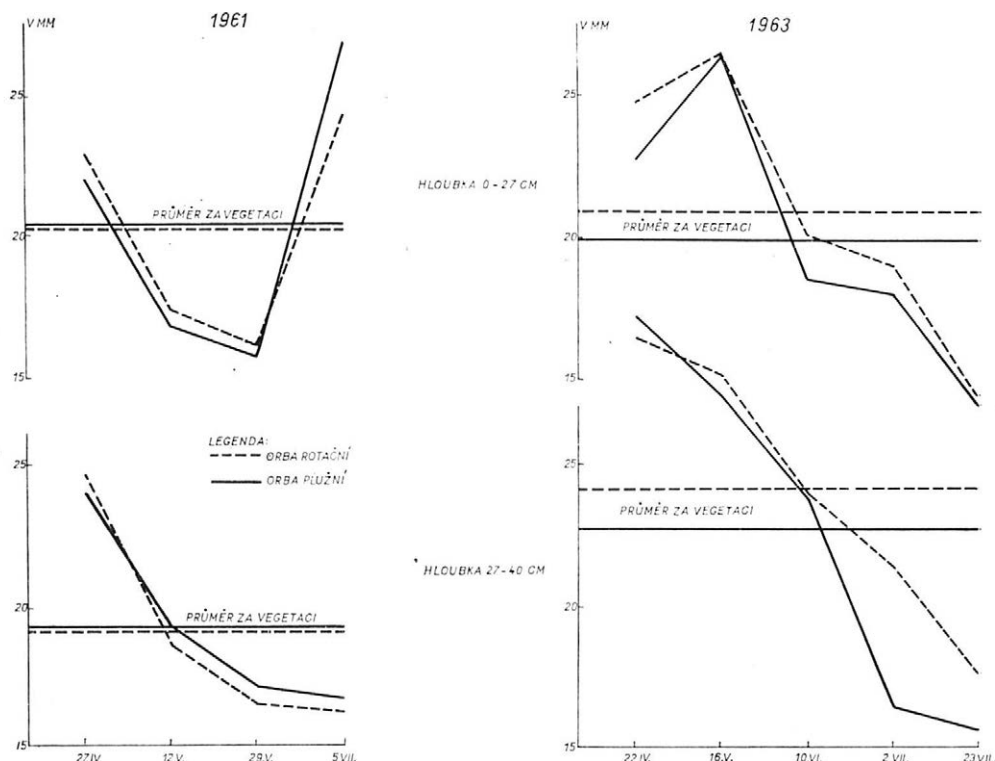
U ozimé pšenice byl zhodnocen jeden pokus z r. 1961 s hloubkou orby 27 cm a dva pokusy z r. 1963 s hloubkou orby 22 a 27 cm. Obsah půdní vláhy byl zjišťován ve vrstvách 0—10 cm, 10—20 cm, 20—27 cm a 27—40 cm. Zjištěné výsledky v orniční vrstvě byly vyhodnoceny jednotně na hloubku 27 cm. V prvním pokusném roce byl stanoven pouze celkový obsah vláhy v půdě pod rostlinami. Zásoba půdní vláhy na ploše bez porostu v tomto roce nebyla zjišťována.

U cukrové řepy byly v r. 1962 vyhodnoceny dva pokusy, a to s hloubkou zásahu 17 a 27 cm, a uváděné údaje jsou průměrem obou těchto pokusů. V r. 1963 byl sledován jeden pokus s hloubkou orby 27 cm.

K pokusům bylo použito dvouradličného pluhu 2 PN 30 a modelu rotačního pluhu čs. konstrukce RP 190.

Přehled dosažených výsledků

V r. 1961 byly u ozimé pšenice v rozmezí od jara do sklizně odebrány čtyři odběry, charakterizované ve vrstvě 0—27 cm obecně vyšší zásobou vody od jara do plné vegetace, s jejími nižšími stavy při sklizni u technologie rotační. Podstatný rozdíl se však ukazuje v podorniční vrstvě 27—40 cm, kde

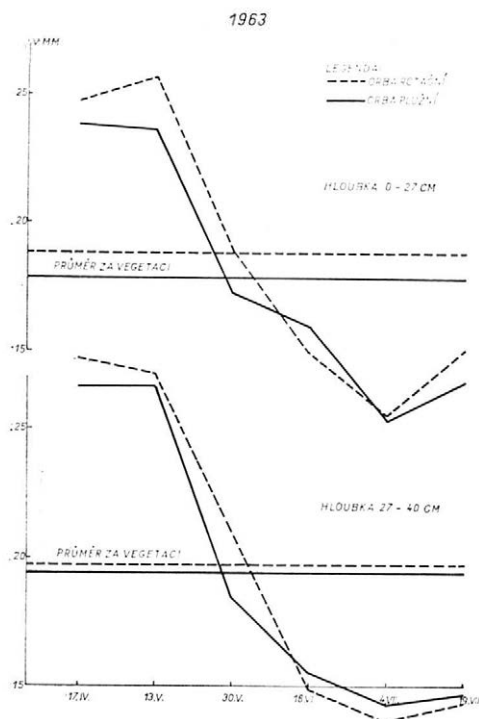


8. Obsah půdní vlhkosti v závislosti na rotační a plužní technologii orby k ozimé pšenici (hloubka orby 27 cm)

zjištěné hodnoty mají opačnou tendenci. Příčinou může být jednak větší poutací schopnost srážkové vody orníční vrstvou u rotační technologie, jednak i větší spotřeba a větší dostupnost vody pro rostliny z podbrázdového horizontu.

V r. 1963. byly prováděny orby na dvě hloubky, a to 22 a 27 cm, u kterých byly stanoveny zásoby půdní vláhy jak pod porostem, tak i na plochách bez porostu. Ze zjištěných údajů u orby na hloubku 27 cm je u rotační technologie patrný vyšší obsah vláhy po celou vegetaci jak v orníčním, tak i v podorníčním profilu. Příčiny zvýšeného obsahu půdní vlhkosti u rotační technologie orby můžeme spatřovat hlavně v podstatném zlepšení infiltrace srážkové vody v ornici. Údaje o obsahu půdní vláhy v pokuse s hloubkou orby na 22 cm, provedeném v tomto roce ve stejném rozsahu, byly z hlediska srovnání převedeny na hloubku orby 27 cm. Dosažená tendence je v zásadě shodná s předcházejícím pokusem. Vyšší hodnoty v celkové zásobě půdní vláhy jsou zjišťovány v průběhu celé vegetace u technologie rotační, a to jak v ornici, tak i v podbrázdí. Zjištěné údaje jen potvrzují uváděnou domněnku lepšího vodního režimu u parcel s rotační technologií. Průběh obsahu vody v půdě znázorňují grafy na obrázcích 8 a 9.

Půdní vlhkost byla zjišťována nejen pod porostem, ale i na čistých plochách bez porostu; na základě rozdílu obsahu vody v půdě nepřímo usuzujeme na její spotřebu rostlinami. Rozdíly v relativní spotřebě vody ozimou pšenicí



9. Obsah půdní vlhkosti v závislosti na rotační a plužní technologii orby k ozimé pšenici (hloubka orby 22 cm)

jsou vyjádřeny nevyplněnými sloupci grafu na obrázku 10, které jsou vlastně rozdílem obsahu vlhkosti půdy pod porostem a bez porostu. Vycházíme-li z rozdílného obsahu půdní vlhkosti, pak jsou ve vrstvě 0—40 cm vyšší rozdíly v relativní spotřebě vody u rotační technologie, což v průměru za vegetaci činí u orby na 27 cm 3,3 mm a u orby na 22 cm 2,4 mm. Rozdíly v relativní spotřebě vody, stanovené na ploškách s porostem a bez porostu, dosahují u hloubky orby 27 cm hodnot uvedených v tabulce IX.

Sumární vyjádření celého sledovaného profilu 0—40 cm představuje hodnotu 11,8 mm u technologie rotační a 8,5 mm u technologie plužní. Rozdíly v relativní spotřebě vody ozimou pšenici, které charakterizují pokus s různou technologií orby na 22 cm, uvádí tabulka X.

I když zde nebylo dosaženo tak výrazných rozdílů jako u pokusu předešlého, zůstává tendence stejná a v sumárním vyjádření dosahuje u rotační technologie 21,5 mm, kdežto u plužní technologie orby jen 19,1 mm.

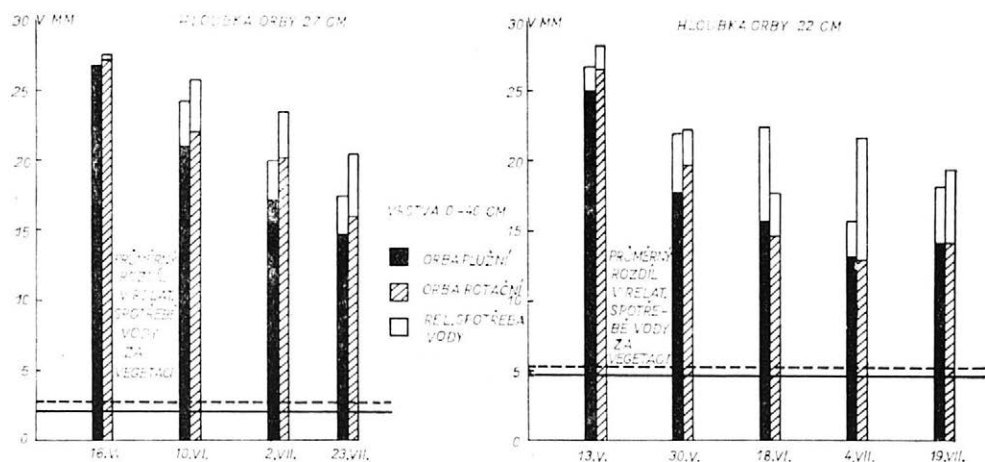
U okopanin byla z hlediska vodního režimu sledována cukrovka.

V r. 1962 byly sledovány dvě orby, a to na hloubku 17 a 27 cm. Uváděné údaje jsou průměrem těchto dvou pokusů oreb, vztaženém na jednotnou hloubku orby 27 cm, bez ohledu na hloubku zásahu. I když dosažené výsledky u této okopaniny nejsou plně totožné s hodnotami zjištěnými u obilovin, přesto dynamika obsahu půdní vláhy v průběhu vegetace ve vrstvě 0—27 cm je důkazem příznivějších poměrů u rotační technologie orby.

V následujícím roce 1963 byla již prováděna jen jedna hloubka orby na 27 cm. Tendence příznivějšího vodního režimu z předešlého roku zůstala vcelku zachována, což se i projevilo zvýšením obsahu půdní vláhy u rotační orby v průběhu celé vegetace. Celkově bylo u orby plužní v tomto roce ve vrstvě 0—27 cm zjištěno v průměru pěti odběrů 105,5 mm vody a u technologie ro-

IX.

Ukazatel	Datum odběrů			
	16. V.	10. VI.	2. VII.	23. VII.
Orba plužní	−0,1	3,1	2,9	2,6
Orba rotační	0,1	3,9	3,4	4,5



10. Znárodnění průběhu relativní spotřeby vody u ozimé pšenice při rotační a plužní technologii orby

X.

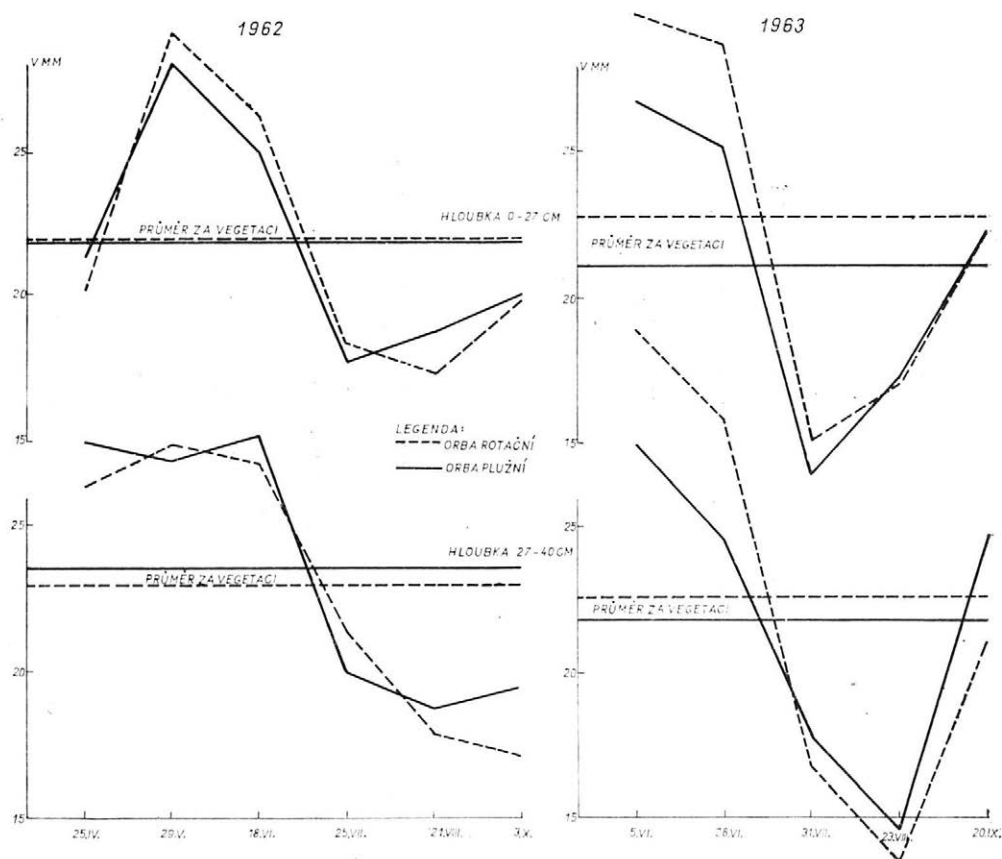
Ukazatel	Doba odběru				
	13. V.	30. V.	18. VI.	4. VII.	19. VII.
Orba plužní	1,7	4,2	6,7	2,6	3,9
Orba rotační	1,9	2,5	2,9	8,9	5,3

tační 115,5 mm vody. Rozdíl celkových zásob vody v půdě, představující 10 mm, zdá se nám být dostačujícím důkazem příznivějšího hospodaření s půdní vláhou u rotační orby. Obdobná tendence celkových zásob vody jako ve vrstvě 0—27 cm je zaznamenána i v horizontě 27—40 cm, kde rovněž zjišťujeme v průměru asi o 8 mm vyšší zásobu vody u rotační technologie orby. Obsah půdní vlhkosti znázorňuje graf na obrázku 11.

Hodnotíme-li srovnávané technologie orby z hlediska relativní spotřeby vody v průměru obou pokusných roků, potvrzují se výsledky dosažené v pokusech s ozimou pšenicí. Rovněž i zde se ukazuje, že u rotační technologie orby dochází v průměru celé vegetace k relativně zlepšenému příjmu vody rostlinami, což je patrné zejména v orničním profilu. Rozdíly v relativní spotřebě vody jsou patrné z grafu na obrázku 12.

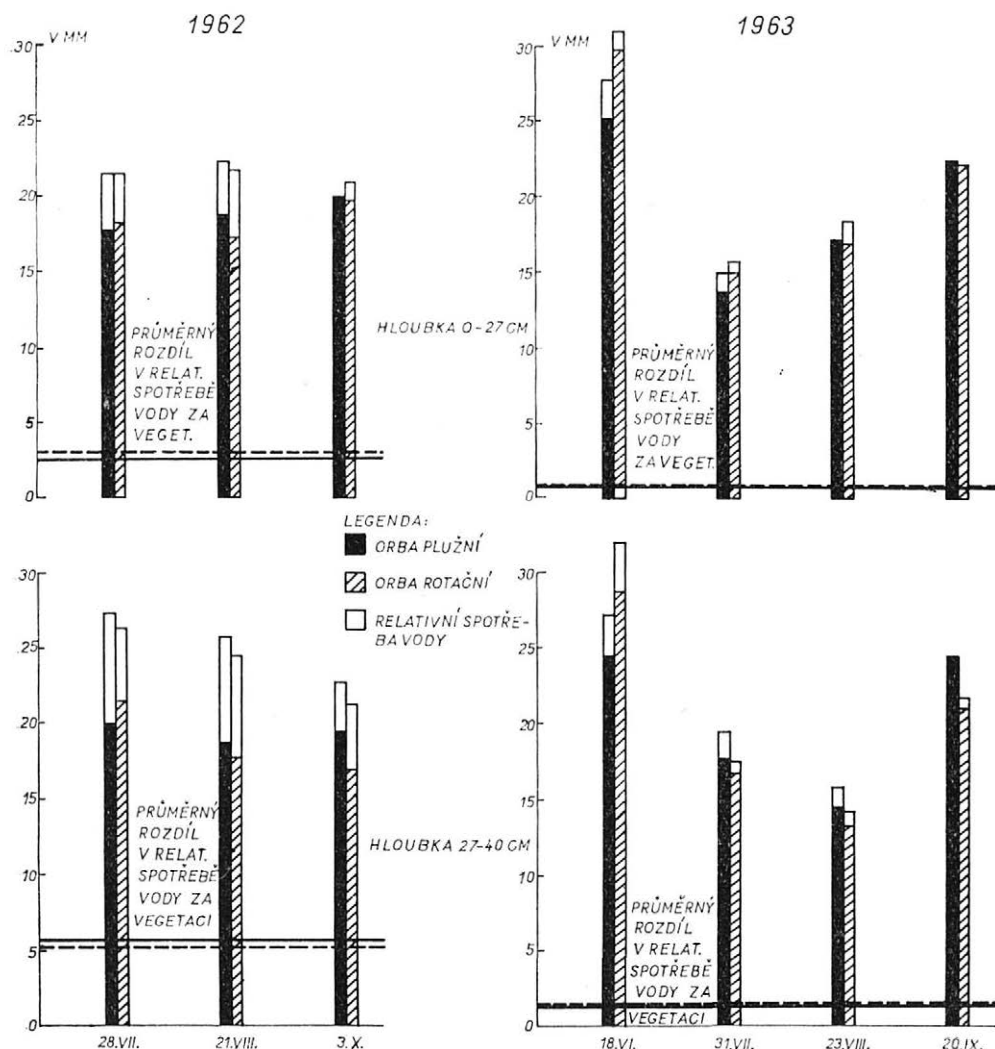
Rozbor výsledků a diskuse

Výsledky získané v průběhu sledování srovnávacích pokusů s rotační a plužní technologií orby ukazují, že jejich bezprostřední vliv na obsah půdní vlhkosti je značně rozdílný. Zlepšením fyzikálních poměrů v půdě, hlavně zvý-



11. Obsah půdní vlhkosti v závislosti na rotační a plužní technologii orby k cukrovce

šením její pórovitosti, dochází k zlepšení infiltrace srážkové vody [Rauhe a Kunze (1958), Straňák (1958) aj.], což se dá předpokládat i u rotační orby hlavně vzhledem k spojené s ní vyšší půdní pórovitosti, zejména na podzim. Vycházíme-li z dosažených údajů o celkovém obsahu vody v půdě v pokusech s ozimou pšenicí, lze usuzovat na lepší infiltraci srážkové vody u rotační technologie orby, což potvrzují i vyšší hodnoty zjištěného obsahu půdní vláhy v průběhu celé vegetace. Lepší příjem srážkové vody a lepší vododržnost půdy u rotační technologie orby, jak dokládají námi zjištěné údaje o maximálním kapilárním nasycení — Straňák a kol. (1964), může být vážným momentem ve vývoji a výživě rostlin a zároveň předpokladem pro dosažení lepšího výnosu. Rozdíly v relativní spotřebě vody rostlinami představují během vegetačního období u pšenice v průměru asi 6 mm. I když toto množství představuje jen déšť slabší vydatnosti, přesto může být rozhodujícím činitelem ve vývoji rostlin, a to zvláště v suchých letech. Vzhledem k vyššímu obsahu vody v půdě po rotační orbě v průběhu celé vegetace a zároveň i vyšší relativní spotřebě vody rostlinami, vycházíme tedy právem z předpokladu zlepšení infiltrace srážkové vody. To také potvrzují i údaje o větší relativní spotřebě a zvý-



12. Znázornění průběhu relativní spotřeby vody u cukrovky při rotační a plužní technologii orby

šené dostupnosti vody během vegetace, a to nejen v ornici, ale zejména ze spodních vrstev půdy.

Údaje získané srovnáním rotační a plužní technologie orby k cukrovce potvrzují v podstatě závěry zjištěné u ozimé pšenice. V hloubce půdy 0–27 cm byl obsah vody téměř po celou vegetaci větší u rotační technologie než u plužní. Obsah půdní vláhy v průměru obou let za vegetace byl u technologie rotační proti plužní vyšší o 1,3 mm. V podorniční vrstvě (27–40 cm) dynamika obsahu půdní vlhkosti mezi srovnávanými technologiemi v průběhu vegetace sice kolísá, ale obsah vody v půdě v průměru za celou vegetaci je zhruba stejný. Z údajů vyjadřujících rozdíly v relativní spotřebě vody je možné usuzovat, že množství spotřebované vody cukrovkou bylo v průběhu vegetace větší u rotační orby než u plužní technologie, a to především v ornici. I když rozdíly v množ-

ství spotřebované vody cukrovkou nejsou v průběhu vegetace tak velké jako u ozimé pšenice, přece jsou však dostatečně zřejmé. Tendence lepšího zásobování vodou a lepší dostupnosti vody rostlinami je patrna i z průměrného rozdílu v relativní spotřebě vody, a to zejména v ornici.

Závěrem lze konstatovat, že na pokusných černoziemních půdách jak u ozimé pšenice, tak i u cukrovky, bylo zjištěno zvýšení půdní vlhkosti v závislosti na rotační technologii orby. Ve srovnání s orbou normálním pluhem došlo na pokusných půdách u rotační orby k zlepšení zásobování rostlin vodou v průběhu vegetace, což dokazují zejména získané hodnoty v relativní spotřebě vody během vegetace a zvýšení její dostupnosti ze spodních vrstev půdy.

Došlo dne 7. 9. 1964

Literatura

I.

Böttcher G.: Untersuchungen an Bodenfräswerkzeugen in einem Bodenkanal. 1957, Landtechnische Forschung, 2, 50-52. — Byers G. L., Webber L. R.: Tillage practices in relation to crop yields, power requirements and soil properties. 1957, Canadian Journal of Soil Science, 37, 71-78. — Crow P. K.: Rotary cultivation. Its place in the farming system. 1960, Farm Mechanization, 12, 126, 50-51. — Grote G. F.: Untersuchungen über die Einwirkung rotierender Bodenbearbeitungswerkzeuge auf Boden und Pflanze. 1954, Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, Bd. 97, 155-176. — Kopecký J.: Půdoznalství - část agrofysická. 1928, Praha. — Novák V., Šimek J.: Výsledky celostátních pokusů se základními systémy mechanického zpracování půdy. 1936, Zprávy tiskové služby Svazu výzkumných ústavů zemědělských v Praze, TZV č. 731 (poř. č. 18). — Rid H.: Versuchsergebnisse mit Bodenfräsen. 1963, Ztschr. für Acker und Pflanzenbau, Bd. 117, H. 3. — Russell E. W., Keen B. A.: Studies in soil Cultivation. X. The results of a six-year cultivation experiment. 1941, The Journal of Agricultural Science, XXXI, 1941, 326-347. — Sasso Guido: Primi Risultati di prove sperimentali Sulla Lavorazione del Terreno con Attrezzi Rotativi e Rovesciatori. Annata 1956-1957, Atti del centro nazionale agricolo Torino, II, 267. — Straňák A.: Závislost růstu a výnosů některých obilnin na fyzikálním stavu půdy. 1963, Praha ČSAV, přednáška na konferenci čs. pedologického komitétu (nepublikováno). — Schnerch J.: Wirkt die Bodenfräse strukturzerstörend? 1954, Agrartechnik, 4, 11, 330-331. — Talafantová A.: Výzkum vhodných osevních postupů polních a pícninářských za účelem zvýšení výnosů, b) z hlediska půdoznaleckého. 1960, závěrečná zpráva, Pohořelice VSZAH. — Uhrecký J.: Studium tepelných vlastností půd. 1962, Brno VŠZ, kandidátská práce.

II.

Brázda Z.: Výzkum strojů pro rotační zpracování půdy - rotační pluh. 1963, Výzk. ústav zemědělských strojů, Chodov u Prahy, Závěrečná zpráva (technická část). — Clausing H.: Fräse oder Pflug? 1956, Landtechnik, 11, 562-563. — Eggenmüller A.: Quirlpflüge unter besonderer Berücksichtigung des Aratore Civello. 1959, Grundlagen der Landtechnik, 11, 57-63. — Fischer-Schlemm, W. E., Moser E.: Untersuchungen an einem Schneckenpflug. 1958, Landtechnische

Forschung, 8, 4, 95-101. — Frese H.: Vor neuen Überraschungen in der Bodenbearbeitung? 1961, Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Ja. 76, H. 50, 1591-1593. — Graddock T. H.: Screw Plough. 1955, V. Farm. Mechanisation 7, 73, 179. — Hamel J. L.: Eine rotierende Spatenmaschine. 1959, Lohnunternehmen 14, 172. — Licht H.: Ein neuartiges Bodenbearbeitungsgerät. 1955, VII, D. Agrartechnik, 5, 7, 269. — Möller R.: Neue Wege in der Bodenbearbeitung? 1958, Der Traktor, 20, 10, 27-35. — Oehring J.: Schraubpflug für schwere Böden. 1957, Landtechnik, 12, 5, 148. — Rauhe K., Kunze A.: Die Messung von Wasserdurchlässigkeit und Feldkapazität als Methoden zur Beurteilung verschiedener Bodenbearbeitungsmaßnahmen. 1958, Zeitschrift für Acker und Pflanzenbau, 106, 4, 407-424. — Rausendorf & Co. (výrobce): Kreiselpflug - ein neues System. 1961, Technik und Landwirtschaft, 13, 357-358. — Regge H.: Die Ergebnisse bisheriger Untersuchungen an Lichtschen Rotoren. 1960, Deutsche Agrartechnik, 10, 56-58. — Straňák A.: Rol mechanickéj obrabotki i okultúrivaniji staropachotnych dĕrnovo-podzolistých počv. 1958, Moskva TSCHA, Disertacionnaja rabota. — Straňák A.: Závislost růstu a výnosů některých obilnin na fyzikálním stavu půdy. 1963, Praha ČSAV, přednáška na konferenci čs. pedologického komitétu (nepublikováno). — Voss W.: Pflügen „mit Dreh“. 1957, Agros., 9, 513-517.

Влияние ротационной и плужной технологии пахоты на динамику физических свойств почвы и на водный режим в почве

I.

В представленной работе приводятся некоторые новые данные исследования ротационной технологии пахоты и ее влияние на динамику физических свойств почвы по сравнению с классической плужной пахотой.

На основе полученных результатов можно констатировать, что эти две отличные от себя технологии пахоты вызывают и различный процесс динамики физических свойств почвы в течение всей вегетации. Наиболее явные различия заметны, главным образом, после осенней вспашки. У ротационной пахоты происходит существенное снижение объемного веса, уменьшающегося с параллельным повышением пористости, в то время как процесс динамики этих величин у плужной пахоты идет в обратном направлении. Спустя 40—70 дней после пахоты, величины объемного веса и пористости у ротационной технологии достигают уровня плужной пахоты, и происходит постепенное уплотнение почвы вплоть до начала весенней вегетации.

На динамику физических соотношений в почве с точки зрения плужной и ротационной технологии пахоты оказывает влияние и вегетация, а именно тип и биологический характер корневой системы. У зерновых после ротационной пахоты объемный вес почвы постепенно снижается от начала вегетации вплоть до уборки, в то время как у сахарной свеклы — наоборот.

Соотношение капиллярных пор к некапиллярным, важное главным образом с точки зрения доступности воды растениям, оказывается более выгодным у ротационной технологии; также результаты структурно агрегатных анализов подтверждают неправильность предположения, что этот способ обработки почвы ухудшает почвенную структуру.

С точки зрения процесса динамики физических свойств почвы ротационная технология пахоты благоприятна главным образом для зерновых, в то время как для сахарной свеклы влияние этого способа пахоты подавляется биологическим характером корневой системы и нуждается еще в более подробной проверке.

II.

В сравнительных опытах с классической плужной и ротационной технологией пахоты были получены данные по динамике водного режима. Полученные данные подтверждают зависимость процесса динамики водного режима от способа технологии пахоты. Ротационная технология пахоты вызвала, по сравнению с классической плужной технологией, повышенный запас воды в почве у сахарной свеклы и озимой пшеницы, а именно, почти в течение всей вегетации. Улучшение водного режима после ротационной пахоты проявилось не только в повышении содержания воды в почве, но и в ее доступности и в относительно большем потреблении воды растениями.

Influence of the Rotary Tillage and Bottom Ploughing on the Dynamics of the Physical Properties of Soil and its Water Conditions

I.

The paper describes some new experience gained in the investigation of the rotary tillage and its effects on the dynamics of the physical properties of the soil as compared with the conventional mouldboard ploughing.

It can be stated, on hand of the results obtained, that the two mutually differing methods of tillage cause a differing course in the dynamics of the physical properties of soil during the whole time of the vegetation. The most significant differences are evident especially following the autumn tillage. With the rotary tillage the volume weight is considerably decreased, reduced with the parallel increase of the porosity, while with the bottom ploughing the dynamics of these values followed an opposite course. Some 40—70 days after the tillage the volume weight and porosity with the rotary tillage reach the level of the conventional bottom ploughing and there follows a continuous compacting of soil till the beginning of the spring vegetation.

The dynamics of the physical properties in soil, dependent on the rotary or conventional tillage are further influenced by the vegetation, notably by the type and biological characteristics of the roots. With the cereals, the volume weight of the soil becomes continuously decreased from the beginning of the vegetation period till the harvest after the rotary tillage, while with the sugar-beets the course follows just a contrary direction.

The relation of the capillary to non-capillary pores, which is important especially from the view-point of the permeability, is better with the rotary tillage. The assumption that the rotary tillage might impair the soil structure was proved to be incorrect, on hand of the results obtained in the analysis of the soil aggregate structure.

With respect to the dynamics of the physical properties of the soil, the rotary tillage appears to be more advantageous in case of the cereals, while with the sugar-beets the effects of this method of tillage are suppressed by the biological characteristics of the roots and require some more detailed testing.

II.

The comparative tests with the conventional bottom ploughing and with the rotary tillage brought experience on the dynamics of the water conditions in soil. The data obtained proved the dependence of the course in the dynamics of the water conditions on the method of tillage. The rotary tillage, as compared with the con-

ventional bottom ploughing, caused an increase of the water contents in soil with the sugar-beets and with the winter wheat, nearly during the whole vegetation time. The improved water condition in soil following the rotary tillage effected its increased contents in soil, its availability and relatively increased consumption of water by plants.

Einfluß der Technologie des Pflügens mit rotierenden Pflugkörpern und mit Scharpflügen auf die Dynamik des physikalischen Bodeneigenschaften und auf das Wasserregime im Boden

I.

Die Arbeit bringt neue Erkenntnisse über die Erforschung der Technologie der Bodenbearbeitung mit Rotationsgeräten und über den Einfluß derselben auf die Dynamik der physikalischen Bodeneigenschaften im Vergleich mit den klassischen Scharpflügen.

Auf Grund der erreichten Ergebnisse ist es möglich festzustellen, daß die beiden Technologien des Pflügens auch einen unterschiedlichen Verlauf der Dynamik der physikalischen Bodeneigenschaften während der gesamten Vegetationszeit aufweisen. Die markantesten Unterschiede sind besonders nach der Herbstfurche bemerkbar. Bei der Bearbeitung mit Rotationsgeräten kommt es zur wesentlichen Senkung des Volumengewichtes, die sich parallel mit der Steigerung der Porosität reduziert, während beim Pflügen mit klassischen Geräten die Dynamik dieser Werte umgekehrt verläuft. Während 40 bis 70 Tage nach dem Pflügen gleichen die Volumengewicht- und Porositätswerte bei der Bodenbearbeitung mit Rotationsgeräten denen bei dem klassischen Pflügen, und dann, bis zum Anfang der Frühlingsvegetationszeit, tritt fortschreitendes Bodensetzen an.

Auch die Vegetation, besonders der Typ und der biologische Charakter der Wurzeln, übt Einfluß auf die Dynamik der physikalischen Bodenverhältnisse, betrachtet vom Standpunkt der beiden Technologien, aus. Bei den Getreidefrüchten nimmt das Volumengewicht des Bodens nach der Bearbeitung mit rotierenden Organen vom Vegetationsanfang fortschreitend bis zur Ernte ab, während bei Zuckerrüben es der entgegengesetzte Fall ist.

Das Verhältnis der Kapillarporen zu den nichtkapillaren Poren, das für die Pflanzen mit Hinsicht auf die Erreichbarkeit des Wassers wichtig ist, zeigt sich bei der Technologie des Pflügens mit rotierenden Geräten als günstiger; auch die Ergebnisse der Aggregatenanalyse bestätigen die Unrichtigkeit der Annahme, daß diese Methode der Bodenbearbeitung die Bodenstruktur verschlechtert.

Vom Standpunkt des Verlaufes der Dynamik der physikalischen Bodeneigenschaften zeigt sich die Bodenbearbeitung mit rotierenden Geräten hauptsächlich für Getreidefrüchte vorteilhafter, während bei der Zuckerrübe der günstige Einfluß dieser Methode durch den biologischen Charakter der Wurzeln verdrängt wird und noch weitere eingehendere Untersuchungen erfordert.

II.

Durch vergleichende Untersuchungen der klassischen und der Rotationsbodenbearbeitung wurden Erkenntnisse über die Dynamik des Wasserregimes gewonnen. Die erreichten Werte bestätigen die Abhängigkeit des Verlaufes der Dynamik des Wasserregimes von der angewandten Technologie des Pflügens. Gegenüber der klas-

sischen Technologie des Pflügens hat die Technologie der Rotationsbodenbearbeitung eine Steigerung der Wasserreserve im Boden bei Zuckerrüben und Winterweizen verursacht, und zwar fast für die gesamte Vegetationszeit. Die Verbesserung der Wasserverhältnisse nach der Rotationsbehandlung hat sich nicht nur durch die Steigerung des Wassergehaltes im Boden, sondern auch durch die Erreichbarkeit des Wassers und durch den relativ höheren Wasserverbrauch durch die Pflanzen bewiesen.

Vliv rotační a plužní technologie orby na uvolňování hlavních živin v půdě

Влияние ротационной и плужной технологии пахоты на освобождение
главных питательных веществ в почве

The Effects of the Rotary Tillage and Bottom Ploughing on the Release of the
Nutrients in Soil

Einfluß der Technologie der Bodenbearbeitung mit rotierenden und mit klassischen
Pflugkörpern auf die Lösung von wichtigsten Nährstoffen im Boden

Inž. Jaromír VANĚK, CSc., inž. Antonín STRAŇÁK, CSc.
Výzkumná stanice základní agrotechniky a hnojení v Pohořelicích u Brna
Vedoucí inž. A. Straňák, CSc.

Úvod

Obsah přijatelných živin v kulturních půdách je ovlivňován hlavně zásobou živin v půdě a hnojením. Na uvolňování živin působí vedle toho řada jiných činitelů, jako např. klimatické podmínky, samotné rostliny apod. Podstatný vliv mají také různé agrotechnické zásahy, především orba. K dosavadní klasické plužní technologii orby přistupuje v současné době ve světě snaha o zavedení technologie rotačního zpracování půdy. Technologie rotačního zpracování půdy však dosud nebyla pro jednotlivé stroje, zejména pokud jde o jejich vliv na dynamiku některých půdních činitelů, dostatečně propracována. Pokud jde o vliv technologie rotačního zpracování půdy na půdní chemismus, speciálně na uvolňování hlavních živin, zabýval se touto otázkou Grote (1954). Při svých pokusech s normálním a šroubovým pluhem nezjistil žádný podstatný rozdíl v obsahu přijatelné kyseliny fosforečné a drasla v ornici po obou způsobech orby. Naproti tomu König (1959) ve svých pokusech s půdní frézou zjistil větší zpřístupnění živin po rotačním zpracování půdy. Podobně Rid (1963) zjistil v dlouhodobých pokusech v letech 1949–1962, že po zpracování půdy frézou byly hlavní živiny, kyselina fosforečná a draslo, rostlinám ve větším měřítku k dispozici než po plužní orbě.

Na Výzkumné stanici základní agrotechniky a hnojení v Pohořelicích u Brna propracováváme již od r. 1961 technologii rotačního zpracování půdy s ohledem na biologické požadavky a výnosy zemědělských plodin. Děje se tak v exaktních pokusech s použitím nového, od dosavadních rotačních strojů odlišně konstruovaného, rotačního pluhu RP 190, který vyvíjí Výzkumný ústav zemědělských strojů v Chodově u Prahy*). Mimo biologické a fyzikální poměry

*) Viz práci: Brázda „Rotační pluh RP 190“ v témže čísle.

v půdě po rotačním zpracování byly v průběhu tří let soustavně sledovány obsah a dynamika hlavních živin v půdě a půdní reakce. Cílem předložené práce je proto poukázat na změny uvedených složek půdního chemismu u rotační technologie ve srovnání s pluhní orbou.

Stručná metodika a postup práce

Ke sledování bylo použito pokusů, založených v letech 1961–63 na pokusných polích Výzkumné stanice základní agrotechniky a hnojení v Pohořelicích u Brna. Půdy pokusných pozemků náleží k oblasti pravých černozemí a jejich agrochemickou charakteristiku uvádí tabulka I. Z hlediska fyzikálně chemických vlastností jde vesměs o půdy sorpčně nasycené s neutrální až alkalickou reakcí.

I.

Ornice		Podorníči	
N	15–20 mg/1 kg zeminy	N	4–12 mg/1 kg zeminy
P ₂ O ₅	5–7 mg/100 g zeminy	P ₂ O ₅	1,5–3,5 mg/100 g zeminy
K ₂ O	17–34 mg/100 g zeminy	K ₂ O	12–25 mg/100 g zeminy

Pokusy byly založeny modifikovanou metodou dělených dílců. Každá varianta kombinace orby a hnojení měla čtyři opakování. Hlavní orba byla každoročně provedena rotačním pluhem RP 190. Ke srovnání bylo použito normálního dvouradličného pluhu 2 PN 30. Sledováno u ozimé pšenice v r. 1961 a 1963, u jarní pšenice v r. 1962 a u cukrovky v r. 1962 a 1963. Byly sledovány hlavní přijatelné živiny NPK a půdní reakce během jarní a letní vegetace na parcelách hnojených i nehnojených. Ke hnojení bylo použito poměrně vysokých dávek průmyslových hnojiv. K ozimé i jarní pšenici bylo hnojeno v čistých živinách 70 kg N, 60 kg P₂O₅ a 100 kg K₂O na 1 ha. K cukrovce bylo hnojeno na celém pokusném pozemku chlévskou mrvou v dávce 300 q/ha a dále na polovině pokusných parcel průmyslovými hnojivy v dávce čistých živin 140 kg N, 120 kg P₂O₅ a 200 kg K₂O na 1 ha v r. 1962 a 120 kg N, 120 kg P₂O₅ a 180 kg K₂O na 1 ha v r. 1963. Polovina dusíku byla dána v předsetové přípravě půdy na široko a polovina na list. Bylo použito síranu amonného, superfosfátu a draselné soli a k hnojení na list ledku vápenatého.

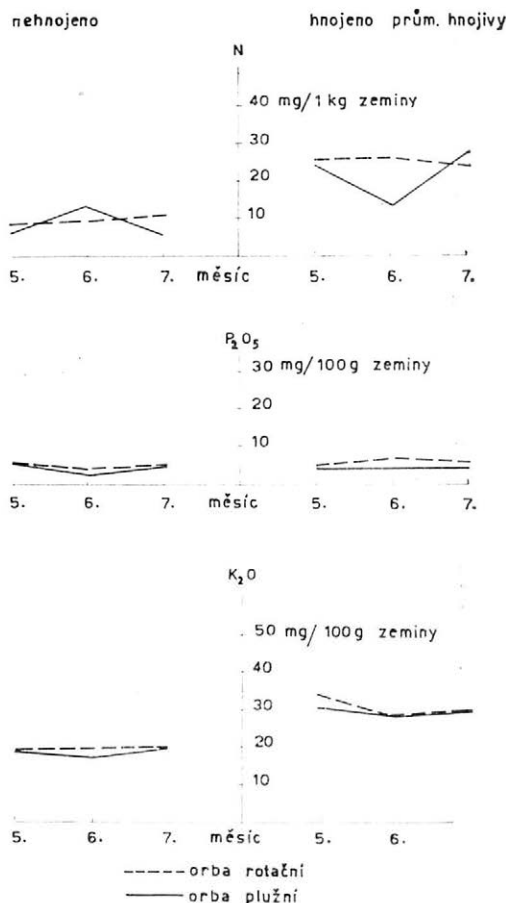
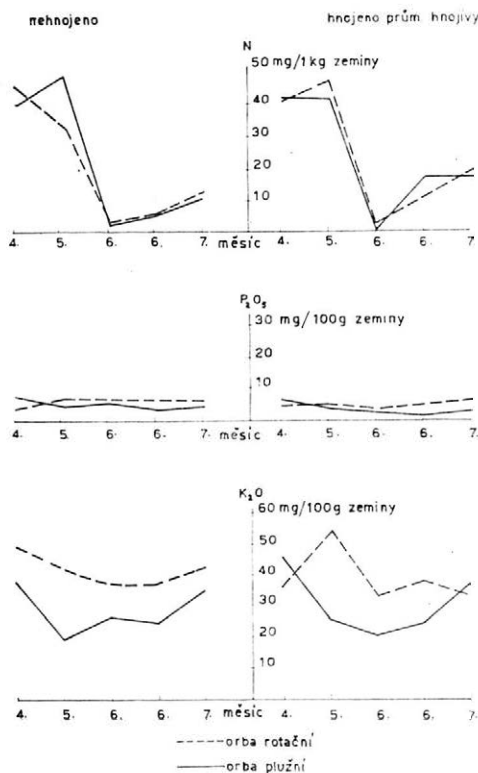
Půdní vzorky byly odebírány třikrát až pětkrát za vegetaci, a to vždy během jarní a letní vegetace pokusných plodin. Odběry byly brány z ornice a podorníči do hloubky 40 cm pomocí sondovací tyče ze šesti až sedmi míst pokusné parcely. Vzorky zeminy byly na vzduchu usušeny, podrceny, prosety sítem s otvory o průměru 2 mm a analyzovány. Přijatelná kyselina fosforečná byla stanovena podle Egnera a draslo podle Schachtschabela. Dusík byl stanoven kolorimetricky jako NH₄⁺ a NO₃⁻ z výluhu 1% K₂SO₄. Dusík v NH₄⁺ byl stanoven pomocí Nesslerova činidla (Thun a kol. 1955) a NO₃⁻ reakcí s kyselinou fenoldisulfonovou (Turčin 1954). Aktivní a výměnná reakce byla stanovena potenciometricky (Zvoníček 1948).

Přehled dosažených výsledků

Dosažené výsledky byly sestaveny v časovém sledu podle jednotlivých plodin a způsobů orby a vyjádřeny graficky v závislosti na době odběru vzorků.

Dále uvedené grafy 1–5 zahrnují změny obsahu hlavních přijatelných živin v orniční vrstvě pod jednotlivými pokusnými plodinami v letech 1961 až 1963.

U ozimé pšenice v r. 1961 byl při rotační technologii orby proti plužní zvýšen v orniči obsah přijatelné kyseliny fosforečné a drasla, a to téměř po celé jarní a letní vegetační období. Tato skutečnost je znázorněna v grafu 1. Jen při prvním odběru v dubnu, byl obsah uvedených živin nepatrně nižší. Zvýšení obsahu přijatelné kyseliny fosforečné a drasla se projevilo na parcelách nehnojovaných i hnojených průmyslovými hnojivy. U kyseliny fosforečné bylo nalezeno zvýšení o 2–3 mg, u drasla však až o 23 mg ve 100 g zeminy. Obsah při-



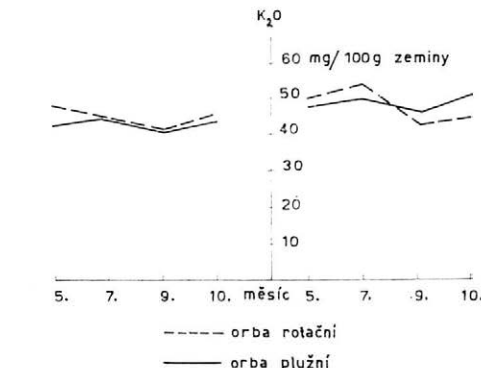
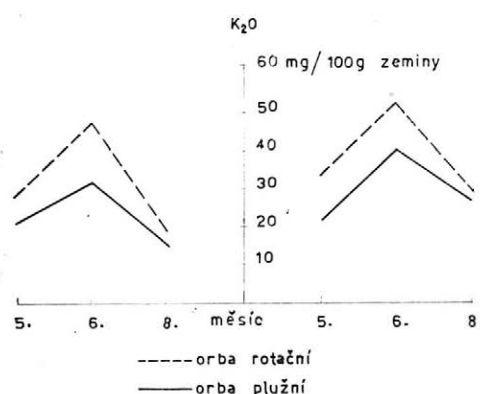
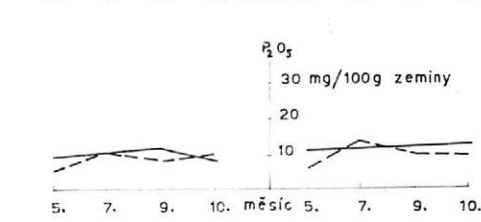
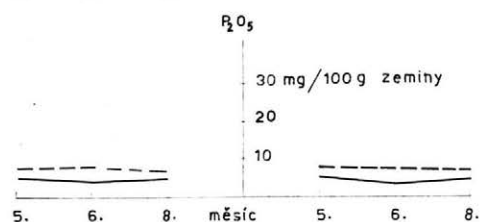
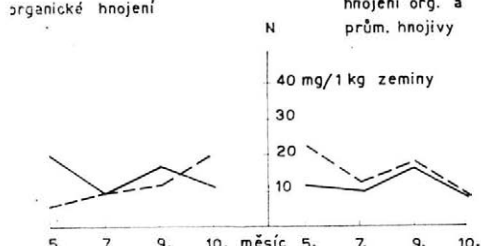
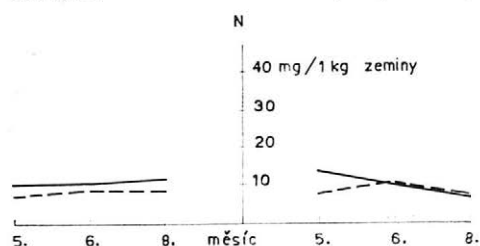
1. Závislost obsahu přijatelných živin NPK v orniči na různé technologii orby u ozimé pšenice v r. 1961

2. Závislost obsahu přijatelných živin NPK v orniči na různé technologii orby u ozimé pšenice v r. 1963

nehnojeno

hnojeno prům. hnojiv

organické hnojení

hnojení org. a
prům. hnojiv

3. Závislost obsahu přijatelných živin NPK v ornici na různé technologii orby u jarní pšenice v r. 1962

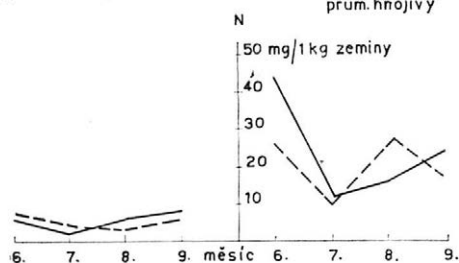
4. Závislost obsahu přijatelných živin NPK v ornici na různé technologii orby u cukrovky v r. 1962

jatelného dusíku se měnil nepravidelně. Na nehnojených parcelách byl obsah dusíku po rotační orbě zpočátku nižší a pak nepatrně vyšší než po orbě plužní. Na hnojených parcelách tomu bylo naopak, takže z dosažených výsledků nelze pro dusík zatím vyvozovat žádné závěry ve prospěch té nebo oné orby. U všech přijatelných živin se po obou způsobech orby projevil pokles v jejich obsahu v první polovině června a pak mírný vzestup ke konci vegetace. Zvláště nápadný byl pokles u dusíku, jehož obsah klesl téměř k nulové hodnotě.

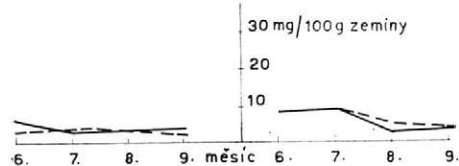
Méně nápadné rozdíly v obsahu přijatelných živin byly zjištěny v ornici pod ozimou pšenicí v r. 1963, což je patrné na grafu 2. Rozdíly v obsahu přijatelné kyseliny fosforečné a drasla jsou po jednotlivých způsobech orby značně menší než v r. 1961. Přece však jasně dokazují, že po celou vegetační dobu byl obsah přijatelné kyseliny fosforečné a drasla zvýšen při rotačním zpracování půdy. Stejná tendence se jeví na hnojených i nehnojených parcelách. Obsah dusíku na nehnojených parcelách byl nižší. Rotační způsob orby zde obsah přijatelného dusíku nezvýšil. Zato na parcelách hnojených byl obsah du-

organické hnojení

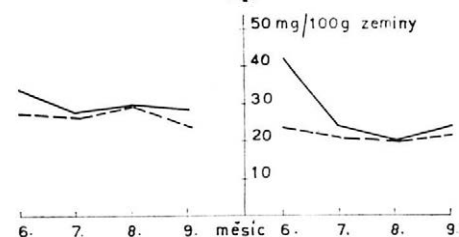
hnojení org. a
prům. hnojiv



P_2O_5



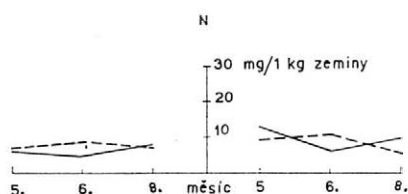
K_2O



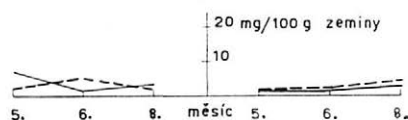
-----orba rotační
———orba plužní

nehnojeno

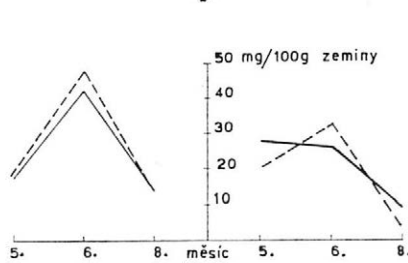
hnojená prům. hnojiv



P_2O_5



K_2O



-----orba rotační
———orba plužní

5. Závislost obsahu přijatelných živin NPK v ornici na různé technologii orby u cukrovky v r. 1963

6. Závislost obsahu přijatelných živin NPK v podorníci na různé technologii orby u ozimé pšenice v r. 1961 a 1963

síku podstatně zvýšen po rotační orbě. Celkový pokles a následný vzestup v obsahu přijatelných živin není tak patrný jako pod ozimou pšenici v r. 1961.

Graf 3 znázorňuje dynamiku hlavních přijatelných živin pod jarní pšenici v r. 1962. Jarní pšenice byla zasetá jako náhrada za ozimou pšenici, která byla nepříznivou zimou silně poškozena. I když byl původní stav půdy narušen jarní kultivací před setbou jarní pšenice, přece se i zde velmi výrazně projevilo lepší zpřístupnění kyseliny fosforečné a drasla v ornici u rotačního zpracování. Obsah dusíku byl na nehnouzených parcelách po celou dobu vegetace jarní pšenice nižší po rotační orbě. Celkově se pokles v obsahu přijatelných živin projevil až v červenci. V červnu byl zaznamenán výrazný vzestup v obsahu přijatelného drasla.

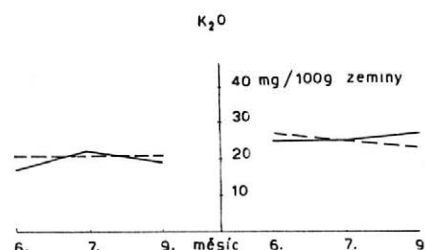
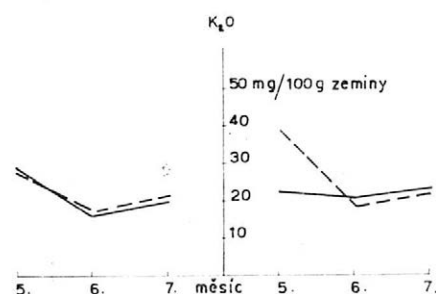
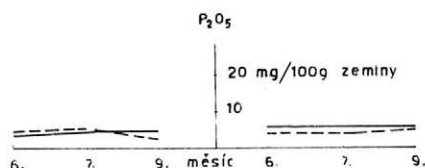
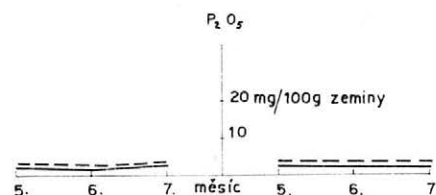
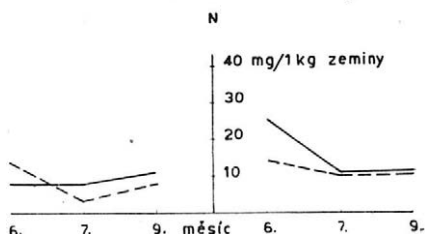
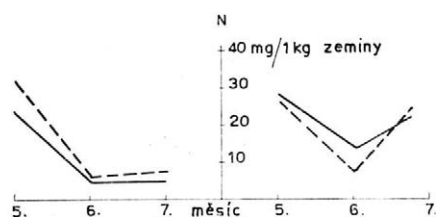
Výsledky ze tří pokusných let vykazují tedy téměř jednoznačně větší zpřístupnění kyseliny fosforečné a drasla pod obilovinami při zpracování půdy rotační technologií.

U cukrovky se vliv rotačního zpracování půdy na uvolňování hlavních živin neprojevil již tak příznivě jako u obilovin. V grafu 4 a 5 je zachycena dy-

nehnojeno

hnojeno prům. hnojiv

organické hnojení

hnojení org. a
prům. hnojiv

----- orba rotační
—— orba plužní

----- orba rotační
—— orba plužní

7. Závislost obsahu přijatelných živin NPK v podorníci na různé technologii orby u jarní pšenice v r. 1962

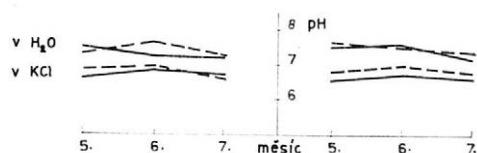
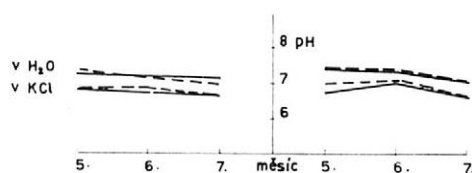
8. Závislost obsahu přijatelných živin NPK v podorníci na různé technologii orby u cukrovky v r. 1962 a 1963

namika hlavních živin během vegetace cukrovky v r. 1962 a 1963. Je možno říci, že kolísání obsahu hlavních přijatelných živin bylo zde velmi nepravidelné, což neumožňuje prozatím zhodnotit, která z oreb měla lepší vliv na uvolňování živin. Na parcelách hnojených chlévskou mrvou a průmyslovými hnojivými ukazuje se ve více případech vyšší obsah přijatelného dusíku po rotační orbě. Na parcelách hnojených jen chlévskou mrvou je tomu opačně. Obsah kyseliny fosforečné je ve většině případů nižší u rotačního zpracování. Nepravidelnost se jeví i v obsahu přijatelného draslíku, a to hlavně v r. 1962 podle oreb i hnojení. V r. 1963 byl obsah draslíku na hnojených i nehnojených parcelách nižší po celou vegetační dobu. Dynamika hlavních přijatelných živin v podorníci je zachycena v grafech 6—8. Pro větší názornost jsou uvedeny pro ozimou pšenici a cukrovku vždy průměrné hodnoty ze dvou pokusných let. I zde se ukázalo, že u jarní a ozimé pšenice byl ve většině případů po rotačním zpracování půdy mírně zvýšen obsah přijatelné kyseliny fosforečné proti plužní orbě. Zvýšený obsah přijatelného draslíku po rotační orbě je patrný jen na parcelách nehnojených průmyslovými hnojivými. Na parcelách hnojených nebyl obsah přijatelného draslíku

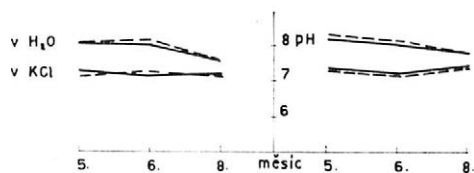
nehnojeno
ornice podorní

ornice podorní

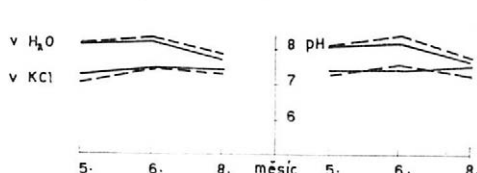
pšenice ozimá - průměr let 1961 a 1963



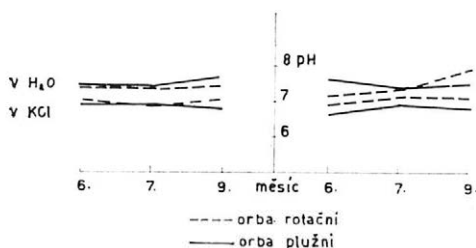
pšenice jarní-1962



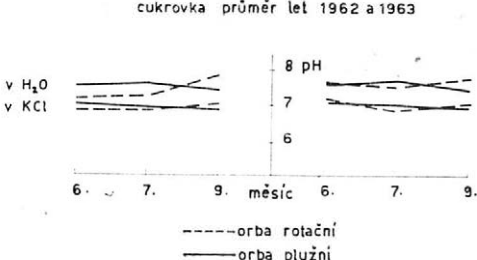
pšenice jarní-1962



cukrovka - průměr let 1962 a 1963



cukrovka průměr let 1962 a 1963



9. Závislost půdní reakce v ornici a podorní na různé technologii orby u ozimé a jarní pšenice a cukrovky

10. Závislost půdní reakce v ornici a podorní na různé technologii orby a hnojení u ozimé a jarní pšenice a cukrovky

po rotační orbě téměř zvýšen. Stejně je tomu tak u dusíku. U cukrovky jeví se v průměru dvou let nepravidelné kolísání obsahu přijatelných živin po obou orbách. Na parcelách hnojených organickými a průmyslovými hnojivý byl po celou vegetaci snížen obsah přijatelné kyseliny fosforečné a dusíku po rotační orbě.

Celkově je možno říci, že změny v obsahu přijatelných živin v ornici, způsobené rozdílným zpracováním půdy, byl provázeny podobnými změnami v podorní.

Sledování půdní reakce (graf 9 a 10) v ornici pod stejnými plodinami neukázalo podstatné ovlivnění reakce způsobem orby. Půdní reakce se měnila spíše podle doby odběru vzorků a podle pokusných plodin. Aktivní reakce v ornici pod obilninami vykazovala až do poloviny vegetace téměř stejnou hodnotu a pak mírný pokles k neutrálnímu bodu. Tento pokles se zdá mírnější u rotační orby než u plužní. Výměnná reakce se téměř neměnila během celé vegetace.

V podorní se pod obilninami jevil stejný obraz jako v ornici, pokud jde

o aktivní reakci. Výměnná reakce dosahuje pravidelně poněkud vyšší alkality u rotační orby. Ukazuje se také, že hnojení průmyslovými hnojivy mělo zčásti i vliv na zvýšení alkality u rotační orby, což na parcelách bez hnojení bylo nepatrné.

U cukrovky je dynamika aktivní i výměnné reakce poněkud odlišná. Jeví se zde sklon k vyšší alkalitě hlavně v ornici po rotační orbě v druhé polovině vegetační doby. Po plužní orbě je tento průběh mnohem méně patrný. Hnojení opět zdůraznilo uvedené změny půdní reakce, a to hlavně v ornici.

Diskuse

Na základě chemických rozborů je možno usoudit, že obsah a dynamika přijatelných živin během vegetace pokusných plodin byla ovlivněna způsobem zpracování půdy. Zvýšení obsahu přijatelné kyseliny fosforečné a drasla po rotační orbě bylo u obilnin prokázáno. Tuto skutečnost potvrzují také R i d (1963) a K ö n i g (1959), kteří našli vyšší obsah přijatelné kyseliny fosforečné a drasla v pokusu se zpracováním půdy frézou. B ö t t c h e r (1957) připisuje toto zvýšení zvětšení „vnitřní povrchové plochy“ půdních částic v důsledku použití frézy, což je částečně v souladu i s našimi poznatky. Značné zvýšení obsahu přijatelné kyseliny fosforečné a drasla u ozimé a jarní pšenice po rotačním zpracování půdy proti plužní orbě je možno vysvětlit hlavně rozdílným fyzikálním stavem půdy v souvislosti s rotační orbou. Podle našich pozorování byla ornice po rotačním zpracování půdy na jaře ulehlejší, měla větší podíl drobnějších částic půdy se stejnoměrnějším jejich rozložením a lepší vodní režim. Tím již jsou v podstatě dány podmínky pro zvýšené uvolňování živin z půdní zásoby, jak to uvádí T h o m p s o n (1957) a R u s s e l (1950). Jsou tím ovlivňovány hlavně kyselina fosforečná a draslo, jejichž zásoba v černozemních půdách bývá poměrně vysoká. Na uvolňování kyseliny fosforečné z půdní zásoby může působit také větší ulehlost půdy, která byla zjištěna pod obilovinami u rotační orby. Je známo, že při větší ulehlosti půdy a větší vlhkosti mohou v půdě snadno vzniknout anaerobnější podmínky a dojít ke zvýšení půdní kyselosti. Podle T h o m p s o n a (1957) stačí snížení hodnoty pH ze 7,7 na 7,3, aby se z půdní zásoby uvolnilo značné množství kyseliny fosforečné. Obsah přijatelného drasla byl po rotačním zpracování půdy podstatněji zvýšen proti obsahu kyseliny fosforečné. Zřejmě proto, že zásoba této živiny bývá v ornici i podorniči značně vyšší než zásoba kyseliny fosforečné a je ve svých formách v půdě značně pohyblivější a rozpustnější. Při větší půdní ulehlosti má také půda vyšší objemovou váhu, a tím ve stejném objemu i více živin (S t r a ň á k 1963). I když objemová váha půdy pod obilninami vykazovala na jaře nižší hodnoty a ke konci vegetace byla nad úroveň plužní orby, přece si půda udržela vyšší obsah přijatelných živin, jak to dokazují naše rozborů.

Z našich zkušeností dále vysvítá, že po rotační orbě jsou příznivější podmínky pro uvolňování živin, především kyseliny fosforečné a drasla, a to jak z půdní zásoby, tak i z organických zbytků, za současného vytvoření podmínek vhodných pro lepší šetření humusového fondu (S t r a ň á k, Ř í d k ý, K l a š - k a, V a n ě k 1964). Nepravidelné změny v obsahu dusíku jsou běžně známy a objevují se při všech půdních rozbořech, v nichž se sleduje obsah a dynamika rostlinných živin. Tento jev souvisí velmi úzce s mikrobiálním životem v půdě, který je velmi proměnlivý a reaguje citlivě na každou změnu půdních podmínek.

Velké rozdíly v obsahu přijatelných živin během vegetační doby, které se jevíly u obou způsobů zpracování půdy, je možno vysvětlit příznivými podmínkami pro uvolňování živin na jaře a poměrně malou spotřebou těchto živin rostlinami. V červnu pak, v době intenzivnější vegetace, může po větších dešťových srážkách snadno dojít ke konkurenčnímu boji mezi mikroorganismy a rostlinami. Nepravidelnost v obsahu všech hlavních živin u cukrovky souvisí s rozdílnými biologickými podmínkami, které se pod rostlinami cukrovky během vegetace vytvářejí. Velká a často nárazová spotřeba živin a vláhy (Duchon 1948), střídající se periody sucha a srážek, kultivační zásahy v předseťové přípravě půdy a při kultivaci cukrovky narušují zřejmě původní stav půdy po základním zpracování a vytvářejí se i jiné podmínky pro uvolňování živin, než je tomu u obilnin. Zvýšení obsahu přijatelných živin v podorníci po rotačním zpracování půdy proti plužní orbě je možno vysvětlit následným působením rozdílného stavu ornice při rozdílném zpracování.

Pokud se týká půdní reakce, nebyla podstatně ovlivněna způsobem základního zpracování půdy, i když se u ozimé pšenice projevuje určitá tendence ke zvýšení alkality po rotační orbě ve srovnání s plužní. Hnojení toto zvýšení ještě podporuje. Stejně tak u cukrovky, kde dochází ke zvýšení alkality po rotační orbě hlavně ve druhé polovině vegetace, hnojení vysokými dávkami průmyslových hnojiv zřejmě přispívá ke zvyšování alkality. Kyselé zbytky, které zde zůstanou ze síranu amonného, superfosfátu a draselné soli, jsou zřejmě dostatečně rychle neutralizovány bázemi, které přicházejí s vodou ze spodiny, která je jimi dostatečně zásobena.

Došlo dne 7. 9. 1964

Literatura

- Böttcher G.: Untersuchungen an Bodenfräswerkzeugen in einem Bodenkanal. Landtechnische Forschung, 2, 50-52, 1957. — Brázda Z.: Výzkum strojů pro rotační zpracování půdy - rotační pluh. VÚZS, Chodov u Prahy, Záv. zpráva (techn. část), 1963. — Duchon F.: Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských. Praha, 1948. — Grote G. F.: Untersuchungen über die Einwirkung rotierender Bodenbearbeitungswerkzeuge auf Boden und Pflanze. Zeitschr. f. Acker- u. Pflanzenbau, Bd. 97, s. 155-176, 1934. — König A.: Untersuchungen über die Einwirkung rotierender Bodenbearbeitungswerkzeuge auf Boden und Pflanze. Inst. landw. Masch. - Wesen, Univ. Kiel, 1959. — Rid H.: Versuchsergebnisse mit Bodenfräsen. Zeitschrift f. Acker- und Pflanzenbau. B. 117, H. 3, 210-230, 1963. — Russel E. J., Russel E. W.: Soil Conditions and Plant Growth. London, New York, Toronto, 1941. — Straňák A., Kláška F., Řídký K., Vaněk J.: Výzkum rotační technologie zpracování půdy a její vliv na jednotlivé faktory půdního stanoviště, růst a výnos zemědělských plodin. Výzkumná stanice základní agrotechniky a hnojení, Pohořelice, dílčí záv. zpráva, 1964. — Straňák A.: Závislost růstu a výnosů některých obilnin na fyzikálním stavu půdy. Praha, ČSAV, přednáška na konferenci ped. komitétu (nepublikováno), 1963. — Thun a kol.: Die Untersuchung von Böden. Methodenbuch. Band I. Radebeul u. Berlin, 1955. — Turčin F. V.: Metody opredělenija sojedinenij azota v počvě. Agrochimičeskije metody issledovanija počv. str. 47-62, 1955. — Thompson L. M.: Soil and Soil Fertility. New York, Toronto, London, 1957. — Zvoníček J.: Fyzikální přístroje v chemické laboratoři. Praha, 1948.

Влияние ротационной и плужной технологии пахоты на освобождение главных питательных веществ в почве

В условиях южной Моравии на черноземных почвах в Погоржелицах у Брно в течение трех лет (1961—1963 гг.) изучалось влияние ротационной и классической плужной пахоты на некоторые компоненты почвенного химизма. Процесс изучался у озимой и яровой пшеницы, сахарной свеклы.

Было установлено, что по сравнению с классической плужной технологией после ротационной технологии пахоты в пахотном слое у озимой и яровой пшеницы наблюдалось достоверно более высокое содержание доступной фосфорной кислоты и калия, а именно, в течение всего вегетационного периода.

Содержание доступного азота изменялось без явной зависимости от способа обработки почвы. У сахарной свеклы не наблюдалось систематического повышения содержания доступной фосфорной кислоты и калия, как это наблюдалось у зерновых.

Активная и обменная реакция не находились под влиянием различной технологии обработки почвы. Только в некоторых случаях после ротационной обработки почвы была установлена большая щелочность, а именно, главным образом во второй половине вегетации у сахарной свеклы.

The Effects of the Rotary Tillage and Bottom Ploughing on the Release of the Nutrients in Soil

The effects of the rotary tillage as compared with the conventional bottom ploughing on some components of the soil chemistry were investigated in the conditions of the Southern Moravia on the chernozem soils at Pohořelice near Brno for three consecutive years (1961—1963). The investigation was carried out with winter and spring wheat and with sugar-beet.

It was found that, following the rotary tillage, the tilth of the winter and spring wheat possessed a higher contents of the acceptable (assimilable) phosphoric acid and potash as compared with the conventional mouldboard ploughing, during the whole vegetation time.

The contents of the acceptable nitrogen changed without any evident dependence on the method of tillage. Contrary to the cereals, the regular increase in the contents of the acceptable phosphoric acid and potash was not found with the sugar-beet. The active and interchange reactions were not substantially influenced by the different methods of tillage. In some cases only a higher alkalinity was found following the rotary tillage, especially in the second half of the vegetation time with the sugarbeets.

Einfluß der Technologie der Bodenbearbeitung mit rotierenden und mit klassischen Pflugkörpern auf die Lösung von wichtigsten Nährstoffen im Boden

Auf Schwarzerde in den Bedingungen Südmährens (Pohořelice u Brna) wurde im Zeitabschnitt von 3 Jahren (1961—63) der Einfluß der Technologie der Bodenbearbeitung mit rotierenden und mit klassischen Pflugkörpern auf einige Komponenten des Bodenchemismus untersucht. Der Prozeß wurde bei Winter- und Sommerweizen und bei der Zuckerrübe untersucht.

Es wurde festgestellt, daß im Vergleich mit der klassischen Technologie nach der Behandlung mittels der Rotationsgeräte sich in der Ackerkrume bei Winter- und Sommerweizen ein nachweisbar höherer Gehalt an aufnehmbaren Phosphorsäure und an Kali befand, und zwar während der gesamten Vegetationszeit.

Der aufnehmbare Stickstoffgehalt wechselte ohne sichtliche Abhängigkeit von der Bodenbearbeitungsmethode. Bei der Zuckerrübe wurde eine regelmäßige Steigerung der aufnehmbaren Phosphorsäure und Kalis, so wie sie bei den Getreidefrüchten vorgekommen ist, nicht beobachtet.

Die Aktiv- und Austauschreaktion wurde durch die Unterschiedlichkeit der Bodenbearbeitungsmethode nicht wesentlich beeinflusst. Nur in einigen Fällen, besonders in der zweiten Hälfte der Vegetationszeit bei Zuckerrüben, wurde nach der Bodenbearbeitung mit Rotationsgeräten höhere Alkalität festgestellt.

Vliv rotační a plužní technologie orby na půdní mikroflóru

Влияние ротационной и плужной технологии пахоты на почвенную микрофлору

The Effects of Tillage with Rotary or Bottom Ploughs on the Soil Microflora

Einfluß der Technologie der Bodenbearbeitung mit rotierenden und mit klassischen
Pflugkörpern auf die Bodenmikroflora

RNDr. Karel ŘÍDKÝ

Výzkumná stanice základní agrotechniky a hnojení, Pohořelice u Brna
Vedoucí inž. A. Straňák, CSC.

Úvod

Je dostatečně známo, že jednou z důležitých složek, podílejících se na vytváření úrodnosti půdy, jsou půdní mikroorganismy. Jejich vývoj a činnost (mineralizace, humifikace, uvolňování stimulačních i toxických látek do prostředí) jsou výslednicí především fyzikálních a chemických vlastností půdy, což bylo doloženo četnými pracemi různých autorů (Káš 1964, Krasilnikov 1958, Waksman 1932, Fjodorov 1954, Vinogradský 1952 aj.). Rovněž v některých pracích naší výzkumné stanice jsme již konkrétněji dokázali závislost rozvoje mikroflóry na fyzikálních a chemických vlastnostech půdy, daných nejen různými agrotechnickými zásahy (Řídký 1956, 1961, 1962; Úlehlová 1961), ale hlavně různými způsoby (nebo i termíny) provedení těchto zásahů (Řídký 1961; Nováček, Talafantová, Klačka, Řídký 1961; Nováček, Řídký, Talafantová 1961; Nováček, Talafantová, Řídký 1961, 1962, 1964).

Je tedy zřejmé, že nově zkoušená technologie orby rotační by ve srovnání s orbou plužní měla ovlivnit půdní mikroflóru svým specifickým způsobem, protože vytváří poněkud jiné, především fyzikální i chemické podmínky prostředí než orba plužní. *) Přestože možnosti rotačního zpracování půdy jsou rovněž studovány i v některých jiných státech, je dosud velmi málo údajů o vlivu této technologie na vlastnosti půdy a tedy i na půdní mikroflóru. Proto v rámci řešení této otázky v našich podmínkách bylo naším úkolem v první etapě stanovit, zda a k jakým rozdílům dochází především u biologického profilu půdy a v dynamice rozvoje mikroflóry.

*) Viz práci Straňáka-Klačky v témže čísle.

Material a metoda

K mikrobiologickému průzkumu byly zvoleny tyto varianty dlouhodobých stacionárních pokusů s různou technologií orby, prováděných na výzkumných pozemcích VSZAH v Pohorelicích u Brna:

A. Orba plužní (dvouradliční pluh 2 PN 30) a rotační (rotační pluh RP 190, vyvíjený ve VÚZS v Chodově u Prahy) prováděné na hloubku 22 cm v osevním postupu. Tytéž varianty oreb jsou každoročně prováděny na stejných místech. Byla zde po tři roky sledována mikroflóra honů, na kterých byla zařazována pšenice (po dva roky ozimá, jeden rok po jejím vymrznutí pšenice jarní); předplodinou byl vždy bob. Příprava půdy byla prováděna obvyklým způsobem.

B. Orba plužní a rotační na hloubku 27 cm, spojená s různou technikou zapravení hnojiv. Jsou uváděny pouze výsledky z varianty nehnojené minerálně. Osevní postup zde jde časově. Dosud byly z mikrobiologického hlediska sledovány tyto plodiny:

1. cukrovka (po ozimé pšenici, hnojeno mrvou),
2. následná kukuřice na siláž,
3. následná ozimá pšenice.

Charakteristika půdních a povětrnostních podmínek je uvedena v předchozím příspěvku **S t r a ň á k a — K l a š k y**.

Změny půdní mikroflóry jsme sledovali se zřetelem na takové fyziologické skupiny mikroorganismů, které možno považovat za významné z hlediska přeměn především organické hmoty v půdě. Jde o proteolytické bakterie aerobní a anaerobní, o mikroorganismy rozkládající celulózu a mikroorganismy schopné využívat humusových látek. Uvedené skupiny sice nezachycují obraz přeměn organické hmoty v půdě v naprosté úplnosti; ve svém souboru však mohou k zachycení nejobecnějších závislostí mikrobiologického obrazu půdy na změnách prostředí se zřetelem na funkci mikroflóry v půdě sloužit jako ukazatelé rozhodně mnohem lépe než pouhé stanovení tzv. celkového počtu mikroorganismů na universálním médiu.

Vzorky půdy k mikrobiologickým rozborům byly odebírány sondovací tyčí vždy odděleně z několika vrstev ornice a podorničí, a to jako vzorky průměrné (nejméně z pěti odběrů téže varianty a opakování). Termíny odběru jsou uváděny ve výsledcích.

Mikrobiologické analýzy byly prováděny způsobem obvyklým při studiích tohoto druhu a jsou podrobně popsány v dřívějších pracích (**Ř í d k ý** 1956, 1962).

Výsledky

U pokusu s orbou plužní a rotační na 22 cm, prováděnou každoročně v osevním postupu pro pšenici, byl po všechny tři roky výzkumu zřetelně patrný specifický vliv rozdílné technologie orby na všechny uvedené skupiny mikroorganismů, a to jak v ornici, tak i v podbrázdí. Poněvadž jde prakticky o jednu.

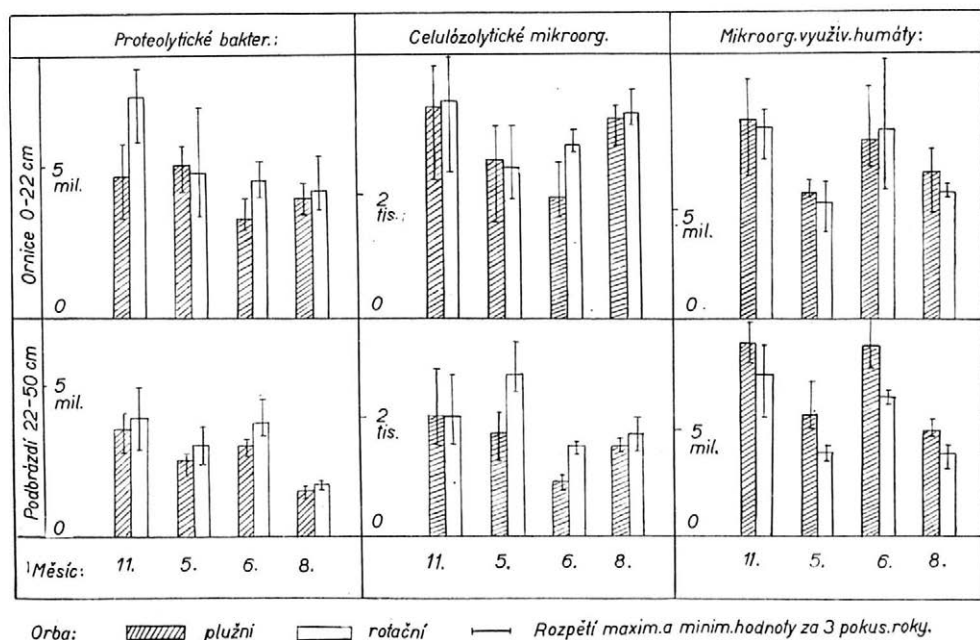
plodinu, ke které bylo ve všech letech použito stejných agrotechnických zásahů a rovněž i vzorky k mikrobiologickým analýzám byly odebírány každého roku zhruba v tutéž dobu, bylo možno výsledky sumarizovat a dosáhnout tím obecnějšího charakteru.

Diagram na obrázku 1 zachycuje tedy rozvoj mikroflóry během celého vegetačního období pšenice, a to u obou variant orby (rotační, plužní), stanovený z tříletého sledování. U průměrných hodnot je vyznačeno i kolísání (maximum a minimum) během tří let; je v prvé řadě způsobeno různými se povětrnostními podmínkami jednotlivých let. Z diagramu je patrný intenzivnější rozvoj mikroflóry, rozkládající látky typu bílkovin a těž celulózu, po rotační technologii orby, a to prakticky po větší část vegetačního období pšenice jak ve vrstvách ornice, tak i v podbrázdí. Zvlášť výrazná je tato převaha v období začátku léta (červen).

Je nutno si povšimnout, že rozvoj skupiny mikrobů využívajících humusové látky je naopak po rotační orbě slabší jak v ornici, tak hlavně v podbrázdí, a to opět téměř po celou dobu sledování.

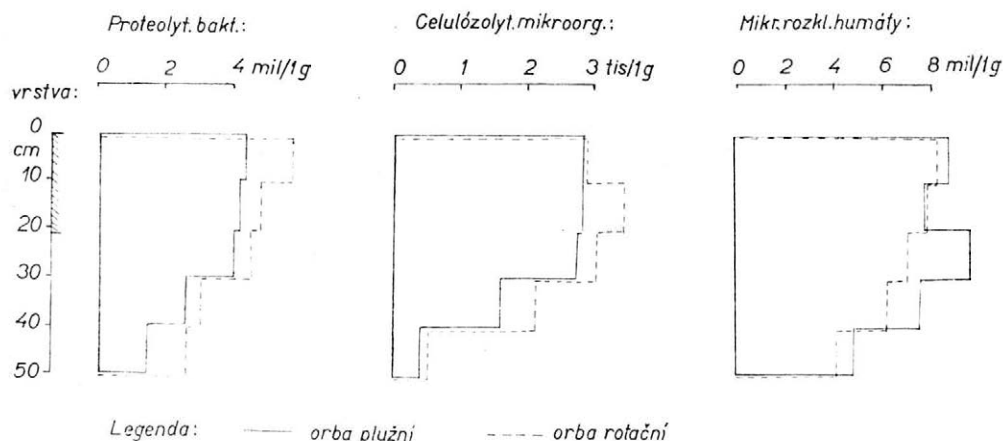
Sám rozvoj mikroflóry zachovává zhruba obdobné tendence u obou variant (zvyšování nebo pokles stavu v určitém období) a podstatně tedy neindikuje rozdílný průběh mikrobiálních procesů.

Při celkovém shrnutí všech výsledků, které poskytuje obraz orníčního profilu, je opět zřetelně patrné zvýšení průměrného stavu proteolytic-



1. Rozvoj mikroflóry v ornici a podbrázdí u pšenice po různé technologii orby (průměr ze tří let sledování)

Množství mikroorganismů v 1 g suché zeminy



2. Mikrobiální profil ornice a podbrázdí u pšenice při různé technologii orby (sumarizace tříletého sledování)

Množství mikroorganismů v 1 g suché zeminy

kých bakterií při rotační technologii orby proti technologii plužní, a to v celém sledovaném profilu půdy. Je zvláště výrazné v horní vrstvě ornice, kde činilo 30 %, a ve spodní vrstvě podbrázdí (+ 40 %). (Obr. 2.)

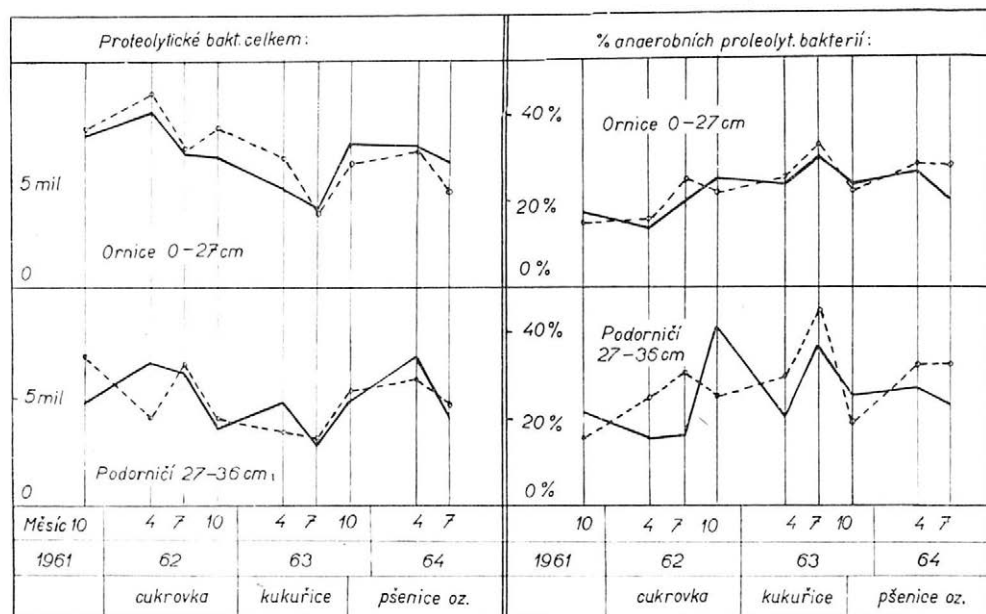
Obdobné poměry se projeví též u fyziologické skupiny mikroorganismů rozkládajících celulózu. I zde po rotační orbě dochází k relativnímu zvýšení stavu ve všech vrstvách ornice a podbrázdí s výjimkou nejsvrchnější vrstvy, kde zůstává množství téměř vyrovnané. Relativně značně vyšší stav této skupiny byl zaznamenán ve spodní vrstvě ornice (+ 21 %) a v podbrázdí (+ 10 % až + 30 %).

I z diagramu na obrázku 2 je patrné, že fyziologická skupina mikrobů, schopných rozkládat humusové látky, je v půdě zpracované rotační technologií orby proti orbě plužní zastoupena relativně poněkud méně; v ornici zůstává sice stav prakticky téměř vyrovnaný, ale v profilu podbrázdí je po orbě rotační nižší asi o 20 %.

Do značné míry obdobné výsledky byly získány rovněž u pokusu se srovnáním rotační a plužní technologie orby na hloubku 27 cm.

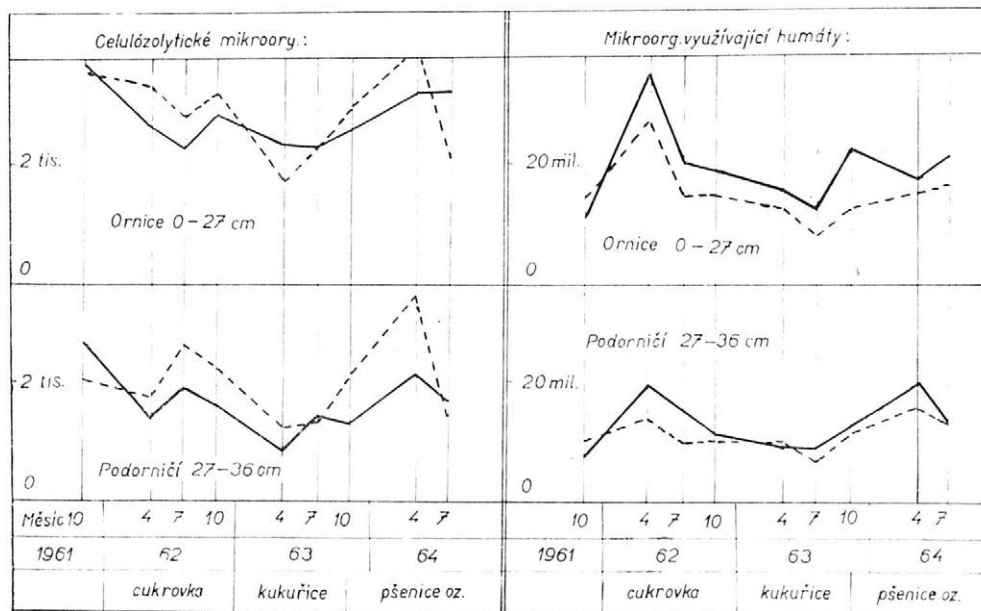
Rozvoj mikroflóry základních fyziologických skupin je zaznamenán v grafech na obrázcích 3 a 4. Pro lepší přehlednost byly zde výsledky z jednotlivých analýz, prováděných v každém období v rozsahu asi tří týdnů, shrnuty vždy do jednoho údaje, takže každou plodinu pak charakterizují tři období důležitá pro její vývoj z mikrobiologického hlediska, a to: podzim (po podzimní přípravě půdy), jaro (po začátku vegetace) a léto.

Rozvoj mikroflóry v celém sledovaném období tří let je zřejmě ovlivněn jednak podzimním zaoráním mrvy v r. 1961, které se projevilo vysokým stavem celulózolytických bakterií hned již na podzim, u proteolytických bakterií a mikroflóry, využívající humusové látky, pak v následujícím jarním období. Odtud směřuje celková tendence spíše k poklesu, a to i u následné plodiny, silážní kukuřice. Zbytky této plodiny pak zřejmě kladně ovlivnily další rozvoj mikroflóry na podzim a na jaře během vývoje následné plodiny — ozimé pšenice.



Technologie orby: — plužní --- rotační

3. Rozvoj mikroflóry v ornici a podbrázdí u sledu plodin: cukrovka, silážní kukuřice, ozimá pšenice po různé technologii orby
Množství mikroorganismů v 1 g suché zeminy



Technologie orby: — plužní --- rotační

4. Rozvoj mikroflóry v ornici a podbrázdí u sledu plodin: cukrovka, silážní kukuřice, ozimá pšenice po různé technologii orby
Množství mikroorganismů v 1 g suché zeminy

Ze srovnání rozvoje skupiny proteolytických bakterií (celkové množství, obr. 3) po obou zkoušených způsobech orby je patrné, že rotační technologie relativně zvyšuje stav této skupiny mikroflóry v ornici především v prvních dobách po zapravení mrvy, tj. u cukrovky a částečně ještě u kukuřice. Ve vrstvě podbrázdí je možno zaznamenat relativně zvýšený stav této skupiny po rotační orbě pravidelně vždy na podzim a v létě.

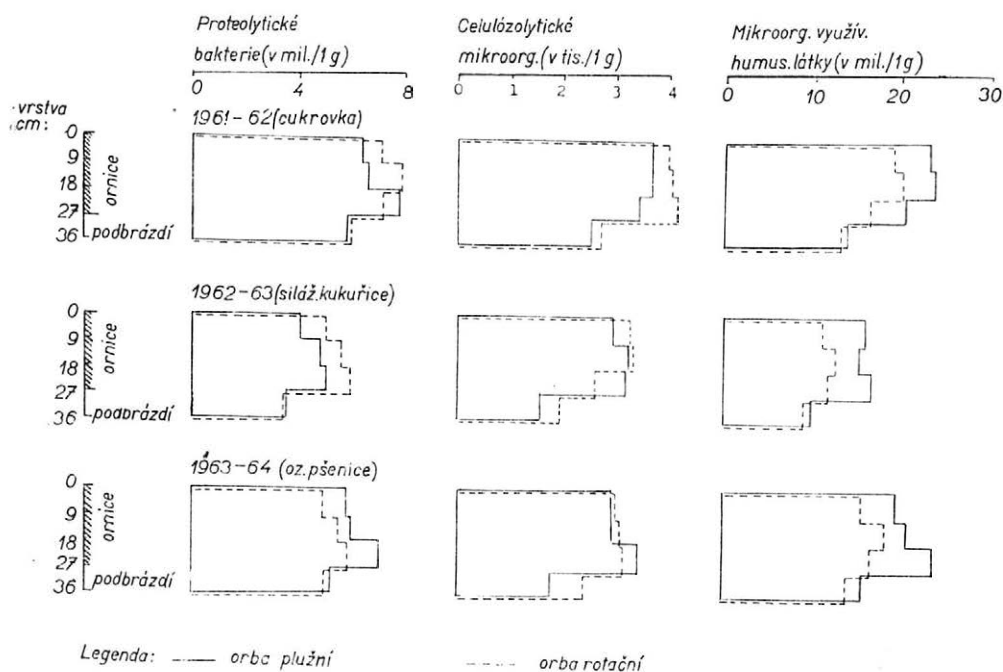
Z grafu na obrázku 4 je patrné, že i celulólytické mikroorganismy vykazují rovněž většinou vyšší stav po orbě rotační.

Mikroby využívající humusových látek mají (s výjimkou prvního období) zcela jednoznačně v ornici i spodině po rotační orbě nižší stav než po orbě plužní.

U anaerobních procesů proteolýzy (obr. 3) není možno rozdíly mezi oběma způsoby orby ve vrstvě ornice považovat za zvláště markantní, ale v podbrázdí jsou naopak velmi výrazné; vždy v podzimním období je procento anaerobů jednoznačně vyšší po orbě plužní, na jaře a v létě po rotační.

Tyto tendence jsou zcela obdobné jak u cukrovky (první rok pokusu), tak u kukuřice na siláž (druhý rok pokusu) i u ozimé pšenice (třetí rok), a jsou tedy zřejmě důsledkem technologie orby.

Obraz biologického profilu půdy (obr. 5) vykazuje u proteolytických bakterií kladné ovlivnění množství, tj. bohatší biologický profil přede-



5. Mikrobiální profily ornice a podbrázdí u sledu plodin: cukrovka, silážní kukuřice, ozimá pšenice při různé technologii orby
Množství mikroorganismů v 1 g suché zeminy

vším v obou svrchních vrstvách ornice po rotační technologii během prvních dvou let sledování, ve třetím roce po orbě plužní.

Celulózolytické mikroorganismy byly ovlivněny celkem málo specificky; je u nich však možno stanovit rok od roku se zlepšující rozvoj po orbě rotační v podbrázdí. Výraznější je však ovlivnění biologického profilu u skupiny mikro-bů využívajících humusových látek; rotační technologie zde po všechna léta opět relativně snížila jejich stav v ornici i v podbrázdí.

Rozbor výsledků

Jak je patrné z uvedeného, byly mikrobiologickým průzkumem zachyceny údaje, svědčící o určitém specifickém vlivu plužní i rotační technologie orby jak na celkový biologický profil půdy, tak i na rozvoj mikroflóry a na poměrné zastoupení jejích jednotlivých základních skupin, charakteristických pro přeměny organické hmoty v půdě.

Poněvadž množství i kvalita této organické hmoty, sloužící jako energetický podklad pro rozvoj mikroflóry, je při počátku každého z uvedených pokusů prakticky stejné pro obě sledované varianty orby, je možno rozdílný stav nebo rozvoj uvedené rozkladné mikroflóry považovat především za důsledek rozdílných fyzikálních poměrů v půdě, způsobených právě technologií orby.

Pronikavější snížení objemové váhy se souběžným zvýšením pórovitosti i lepší úprava vláhových poměrů (zasakování) po rotačním způsobu orby prováděné na hloubku 22 cm k pšenici, které je možno zaznamenat především v podzimním období a pak i v létě (viz předchozí článek Straňáka — Klášky), se u rotační technologie orby, proti technologii plužní, zřetelně odráží v relativním zvýšení stavu rozkládačů organických látek typu bílkovin a celulózy v ornici i podbrázdí, a to hlavně v obou uvedených obdobích.

Skupina mikroorganismů využívajících humusových látek je naopak po rotační orbě rozvinuta relativně méně, a to prakticky během celého vegetačního období pšenice. Tuto skutečnost je možno považovat za charakteristickou pro určité šetření zásob půdního humusu.

Celkově však je rozvoj mikroflóry v průběhu vegetace pšenice u obou variant značně obdobný; nedochází zde ani k větším odchylkám ani k hlubokým změnám v množství, takže je možno mikrobiální poměry označit za vcelku vyrovnané. Takový vyrovnaný stav živé složky půdy je charakteristický pro její mikrobiální zralost a, jak bylo prokázáno v dřívější práci (Řídký 1964), indikuje příhodné biologické podmínky pro pěstovanou pšenici.

Rozvoj mikroflóry u plodin, ku kterým bylo oráno na hloubku 27 cm, je zřejmě rovněž závislý na fyzikálním stavu půdy, ovlivněném technologií orby. I zde je možno konstatovat poměrně lepší rozvinutí mikroflóry, rozkládající organické zbytky, po technologii rotační (s výjimkou proteolytických bakterií v posledním roce). V ornici a hlavně v podbrázdí se však velmi zřetelně projevují změny aerobních a anaerobních podmínek: pravidelně v podzimním období (po všechny tři roky sledování) podmíní orba rotační výraznější aerobní procesy než orba plužní, kdežto na jaře a pak v létě jsou zde rozvinuty relativně poněkud více procesy anaerobní. Souvisí to zřejmě s rozpracováním půdy: po orbě plužní jsou zprvu větší hroudry (uvnitř anaerobní podmínky), které se pozdější přípravou drobí; po orbě rotační je půda zpracovávána na drobnější, dobře provzdušené hrudky; později, tj. na jaře, ale více ulehne, jak bylo ostatně potvrzeno fyzikálními rozbory půdy.

U všech sledovaných pokusů se po rotační orbě zcela jednoznačně projevilo (ve srovnání s orbou plužní) prohloubení a celkové obohacení biologického profilu půdy, a to nejen v lépe homogenizované ornici, ale též ve vrstvách podbrázdí, které nejsou tak ulehle jako po orbě plužní. Bohatěji rozvinuty jsou zde především skupiny mikroorganismů, rozkládajících složité organické látky typu bílkovin, a složité uhlíkaté látky, kdežto složka mikroflóry, degradující humusové látky, je po rotační orbě zcela jednoznačně zastoupena slaběji, takže ve vztahu k orbě plužní je možno předpokládat menší nároky na půdní humus jako přímý zdroj živin, což je jistě příznivou charakteristikou půdních mikrobiálních poměrů.

Bohatěji rozvinutý mikrobiální profil ornice i podorničí, hlavně ve složkách schopných podílet se rozhodujícím způsobem na degradaci organických zbytků, je jistě jedním z faktorů přispívajících k pozorovanému vyššímu uvolňování živin (především P_2O_5 a K_2O) po orbě rotační (viz předcházející čl. Vaněk — Straňák).

Závěr

Z výsledků mikrobiologického průzkumu je tedy možno uzavřít zcela jednoznačně, že rotační technologie orby ve srovnání s orbou plužní nepůsobí nijak nepříznivě, ale naopak obohací a prohloubí mikrobiální profil ornice i podorničí za současného určitého šetření půdního humusového fondu. Vzhledem k uvedeným skutečnostem lze tedy rotační technologii orby označit z mikrobiologického hlediska za značně perspektivní zásah, kterým bude možno při vhodném použití stav půdy příznivě ovlivnit.

Došlo dne 7. 9. 1964

Literatura

1. Fjodorov M. V.: Počvennaja mikrobiologija. Moskva, 1954. — 2. Káš V.: Zemědělská mikrobiologie. Praha, 1964. — 3. Krasilnikov N. A.: Mikroorganizmy počvy i vysšije rastenija. Moskva, 1958. — 4. Nováček J., Řídký K., Talafantová A.: Pokusy se zaorávkou vojtěškotrávního drnu v oblasti jižní Moravy. Rostlinná výroba 7, č. 3-4/1961. — 5. Nováček J., Talafantová A., Klačka F., Řídký K.: Pokusy s různou hloubkou podmítky. Rostlinná výroba 7, č. 3-4/1961. — 6. Nováček J., Talafantová A., Řídký K.: Výzkum různého způsobu orby po okopaninách k jařinám. Závěrečná zpráva ÚVÚRV Praha-Ruzyně, 1961. — 7. Nováček J., Talafantová A., Řídký K.: Výzkum různé doby a způsobu zaorávky chlévské mrvy. Závěrečná zpráva ÚVÚRV Praha-Ruzyně, 1962. — 8. Nováček J., Talafantová A., Řídký K.: Výzkum letního polouhru. Závěrečná zpráva ÚVÚRV Praha-Ruzyně, 1964. — 9. Řídký K.: Úloha mikrobů ve výživě rostlin. Rostlinná výroba 2, č. 9-10/1956. — 10. Řídký K.: Výzkum orby s prohlubováním ornice podrýváním v oblastech podzolových půd, II. Mikrobiologická část. Rostlinná výroba 7, č. 3-4/1961. — 11. Řídký K.: Výzkum vhodných osevních postupů z hlediska mikrobiologického. Závěrečná zpráva ÚVÚRV Praha-Ruzyně, 1962. — 12. Řídký K.: Vliv předplodin na ozimou pšenici. Rostlinná výroba 10, č. 8/1964. — 13. Vaněk J., Straňák A.: Vliv rotační a plužní technologie orby na uvolňování hlavních živin v půdě. Zemědělská technika 10, č. 12/1964. — 14.

Vinogradskij S. N.: Mikrobiologija počvy. Problemy i metody. Moskva, 1952. — 15. Waksman S. A.: Principles of soil microbiology, 1932. — 16. Straňák A., Klačka F.: Dynamika fyzikálních vlastností a vodního režimu v půdě v závislosti na rotační a pluhové technologii orby. Zemědělská technika 10, č. 12/1964. — 17. Ůlehlová B.: Specifita mikrobiálních pochodů v půdě a jejich funkce u jednotlivých kulturních plodin. Rostlinná výroba 7, č. 12/1961.

Влияние ротационной и плужной технологии пахоты на почвенную микрофлору

Из результатов 3-летнего микробиологического исследования почвы, обработанной ротационной пахотой, сравниваемой с плужной технологией (изучены варианты с глубиной пахоты на 22 см и 27 см), совершенно однозначно вытекает, что ротационная технология при обеих глубинах пахоты, по сравнению с плужной пахотой, обогащает и углубляет микробный профиль пахотного и подпахотного слоев в течение всего вегетационного периода, а именно практически почти у всех изучаемых культур. Речь идет, прежде всего, о микроорганизмах, значительным способом принимающих участие в разложении органических остатков в почве. Одновременно здесь происходит относительное снижение микробов, использующих гумусовые вещества, что также свидетельствовало бы об определенной экономии почвенного гумусового фонда. Следовательно, можно считать микробные процессы в почве при ротационном способе ее обработки полностью удовлетворительными.

The Effects of Tillage with Rotary or Bottom Ploughs on the Soil Microflora

The results obtained in three years of microbiological investigation of the soil tilled with either rotary ploughs or with the bottom ploughs to 22 cm (8,65 in) and 27 cm (10,62 in) indicated quite clearly, that with the rotary tillage, as compared with the bottom ploughing, the microbial conditions of the tilth and subsoil were enriched and improved for the whole period of the vegetation, with nearly all crops and in both depths investigated. The microorganisms concerned were mainly those participating significantly on the decomposition of the organic substance in the soil. At the same time the microbes using the humus matter were decreased in number, thus ensuring a certain economy of the humus in soil. The microbial conditions in the soil obtained in the rotary tillage are thus quite satisfactory.

Einfluß der Technologie der Bodenbearbeitung mit rotierenden und mit klassischen Pflugkörpern auf die Bodenmikroflora

Aus den Ergebnissen der dreijährigen mikrobiologischen Untersuchungen des mittels Rotationsorgane behandelten Bodens geht im Vergleich mit den klassischen Pflügen (bei Varianten von 22 cm und 27 cm Arbeitstiefe) ganz eindeutig hervor, daß die Bodenbearbeitung mit Rotationsorganen im Vergleich mit Scharkörpern bei beiden Pflugtiefen den mikrobiellen Profil der Ackerkrume und des Unterbodens während der gesamten Vegetationszeit praktisch fast bei allen untersuchten Kulturen bereichert und vertieft. Es handelt sich vor allem um Mikroorganismen, die sich in bedeutendem Maße an der

Zersetzung der sich im Boden befindenden organischen Überreste betreiben. Zugleich kommt es hier zur relativen Senkung der Anzahl von Mikroben, die die Humusstoffe ausnützen, was an bestimmte Schonung des Bodenhumusfondes zeigen würde. Es ist also vertretbar, die mikrobiellen Verhältnisse im Boden bei der Rotationsbearbeitung als vollkommen befriedigend anzusehen.

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA uveřejňuje studie, rozborů a vědecká pojednání, o vyřešených úkolech výzkumu v oboru zemědělské techniky. Vydává Ústav vědeckotechnických informací ministerstva zemědělství, lesního a vodního hospodářství. Vychází jako měsíčník. Celoroční předplatné 120 Kčs. Redakce: Praha 2, Mánesova 75, telefon 27 45 51-8. Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS — ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ul. 14, Praha 1. Lze též objednat u každé pošty nebo doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice tisku, odd. vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Vytiskl Mír, novinářské závody, n. p., závod 2, provozovna 22, Legerova 22, Praha 2. A-25*41676

je cele věnována závažné otázce rotačního zpracování půdy.

Touto otázkou se zabývá řada výzkumných a vědeckých pracovišť nejen u nás, ale i v zahraničí. Důvodem je nejen energeticky nevýhodný způsob přenosu energie z traktoru na dosud běžně používaný klínový pluh, ale i v některých případech, zejména v těžkých půdách při použití klínového pluhu, nemožnost vytvořit příznivé vegetační podmínky.

Rotační technologie orby je v tematickém čísle 12 osvětlena a nazývána v celé šíři, a to nejen z hlediska technického, ale i pedologického, tj. z hlediska vlivu rotační technologie orby na dynamiku fyzikálních vlastností půdy a její vodní režim, na uvolňování hlavních živin v půdě, jakož i na půdní mikroflóru. Pedologická hlediska rotační technologie orby byla zkoumána na černozemích v oblasti jižní Moravy.

Uvedená technická i pedologická hlediska jsou řešena v těchto pracích:
Z. Brázda: *Rotační pluh RP 190*.

Příspěvek podává ucelený obraz o práci rotačního pluhu. Teoreticky vysvětluje princip práce strojů s rotačními pracovními orgány a zdůvodňuje výhodnost jejich použití.

S. Havelec: *Kinematika rotačních pracovních orgánů strojů pro zpracování půdy*.

Příspěvek se zabývá kinematickým rozbořem pracovních ústrojí rotačních pracovních orgánů a jsou zkoumány i další technologické podmínky, určené kinematickou nebo geometrickou stránkou problému.

A. Straňák, S. Klačka: *Vliv rotační a plužní technologie orby na dynamiku fyzikálních vlastností půdy a její vodní režim*.

Na základě dosažených výsledků autoři konstatují, že u rotační orby dochází k podstatnému snížení objemové váhy, redukované s paralelním zvýšením pórovitosti, zatímco průběh dynamiky těchto hodnot jde u plužní orby obráceným směrem. Poměr kapilárních pórů k nekapilárním se ukazuje výhodnější u rotační technologie. Z hlediska průběhu dynamiky fyzikálních vlastností půdy se rotační technologie orby jeví příznivější hlavně pro obilniny. Pokud jde o zásoby vody v půdě, rotační technologie orby způsobila její zvýšení, a to téměř po celou vegetaci.

J. Vaněk, A. Straňák: *Vliv rotační a plužní technologie orby na uvolňování hlavních živin v půdě*.

Bylo zjištěno, že po orbě rotační technologií byl v ornici u ozimé a jarní pšenice prokazatelně vyšší obsah přijatelné kyseliny fosforečné a drasla, a to po celou vegetační dobu. Aktivní a výměnná reakce nebyla rozdílnou technologií zpracování půdy podstatně ovlivněna.

K. Řídký: *Vliv rotační a plužní technologie orby na půdní mikroflóru*.

Z výsledků tříletého mikrobiologického výzkumu půdy, zpracovávané rotační orbou, vyplývá zcela jednoznačně, že rotační technologie obchází a prohloubí mikrobiální profil ornice i podorničí v průběhu vegetační doby.