

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

8

ROČNÍK 26 (LIII)
PRAHA
SRPEN 1980
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada

Ing. Jiří Fiala, DrSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc.,
ing. Vladimír Dufek, doc. ing. Marko Ďuriš, CSc., ing. Fran-
tišek Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Dušan
Hutla, doc. ing. Ján Jech, CSc., ing. Jiří Kulík, Jan Květoň,
ing. Vladimír Piša, doc. ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing.
Zdeněk Steffl, CSc., Josef Višínský, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1980

■

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA uveřejňuje studie, rozbor a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu v oboru zemědělské techniky. Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541-9. Celoroční předplatné Kčs 120,—.

■

Научный журнал ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA публикует обзоры, анализы и научные статьи о разрешенных заданиях по научному исследованию в области сельскохозяйственной техники. Издает Чехословацкая сельскохозяйственная академия — Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезска 7.

■

The scientific journal ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA publishes studies, analyses and scientific treatises about the solved research tasks in the line of the agricultural mechanization. Published by the Czechoslovak Academy of Agriculture — Institute of Scientific and Technical Information for Agriculture. Issued monthly. Editorial office 120 56 Praha 2, Slezská 7.

■

Die wissenschaftliche Zeitschrift ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der Landtechnik. Herausgegeben von der Tschechoslowakischen landwirtschaftlichen Akademie — Institut für wissenschaftlich-technische Information der Landwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion 120 56 Praha 2, Slezská 7.

J. Maleř

MALEŘ, J. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha): *Zdvojování řádků a úprava slámy mobilním štípačem*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (8): 449-461.

Objektem výzkumu bylo řešení mobilního štípače slámy ke zdvojování a úpravě řádků určených ke sběru (sběracími vozy či lisy). Štípání slámy jako fyzikálně mechanická metoda její úpravy se osvědčilo. Svědčí o tom dobré zkušenosti se stacionárními štípači, které se sériově vyrábějí v STS Strakonice pod typovým označením DRS-2. Na tyto dobré zkušenosti navazuje výzkum a vývoj mobilního štípače, vhodného pro úpravu slámy před zaoráním, úpravu slámy před sběrem, úpravu slámy k silážování, ošetřování vlhké slámy na řádku. V rámci výzkumu byla navržena a ověřena varianta řešení mobilního štípače, která umožňuje zdvojování řádků a úpravu slámy před sběrem. K základní jednotce mobilního štípače byl vyvinut vhodný adaptér, který umožňuje zdvojování řádků. Úprava slámy před sběrem má tyto přednosti: a) dopravní výkonnost sběracích vozů při sběru upravené slámy se zvyšuje o 55 až 58 %; b) množství materiálu v ložném prostoru sběracího vozu se zvyšuje 1,9 až 1,95krát; c) potřeba příkonu u sběracích vozů klesá o 27 %; d) ztráty slámy nesebráním jsou maximálně do 15 %; e) při sběru štípané slámy se zvyšuje výkonnost nakladače o 17 %; f) při stohování štípané slámy se zvyšuje výkonnost stohařů až o 63,6 %. V práci jsou uvedeny další ukazatele kvality práce, potřeby energie a výkonnosti při zdvojení řádků a úpravě slámy mobilním štípačem.

mobilní štípač; úprava slámy; zdvojování řádků; sběr upravené slámy; kvalita práce; potřeba energie; výkonnost

Výzkumem nových pracovních postupů úklidu slámy se zabývá Výzkumný ústav zemědělské techniky v Praze-Řepích již několik let. V rámci těchto prací byla ve spolupráci s vývojovým střediskem STS Strakonice vyvinuta nová fyzikálně mechanická úprava slámy — tzv. štípání.

Štípaná sláma je charakteristická tím, že trubkový charakter si zachovává jen menší podíl částic, kdežto větší podíl je podélně rozštípnutý. Trubkové částice mají rozvlákněné konce stejně jako u drcené slámy. Štípaná sláma je ve srovnání s řezanou slámou méně odolná proti chemickému a mikrobiologickému rozkladu, protože většinu částic narušují kyseliny a mikroorganismy z vnitřní strany.

Pro úpravu slámy ke krmení byl vyvinut stacionární štípač slámy, který je součástí kontinuálních linek na úpravu slámy určené ke krmení.

Pro polní podmínky byl navržen a ověřen mobilní štípač slámy, který je rozhodujícím strojem pro úpravu slámy k zaorání, ke sběru, k silážování a k ošetřování vlhké slámy na řádku.

Na výzkumu a vývoji mobilního štípače se pracuje ve VÚZT v Praze a ve vývojovém středisku STS Strakonice od roku 1976. V prvních dvou letech výzkumu byl vyvinut mobilní štípač v základním provedení — schopný realizovat úpravu slámy k zaorání. Výsledky prvních dvou let byly zhodnoceny ve zprávách (Maleš 1974, 1977a, b). Při zkouškách v roce 1977 vznikla myšlenka změnit původní koncepci, tj. z jednoúčelového stroje vhodného pro úpravu slámy k zaorání navrhnout univerzální stroj vhodný i pro další operace. Proto byly v roce 1978 a 1979 vyvinuty k základní jednotce stroje adaptéry, umožňující jeho další využití.

METODIKA

Cílem bylo navrhnout univerzální stroj na úpravu slámy — mobilní štípač, vhodný mj. i k úpravě slámy před sběrem, včetně zdvojování řádků.

Problematika řešená v příspěvku navazuje na výsledky výzkumu štípání slámy a na výsledky výzkumu mobilního štípače v základním provedení, tzn. stroje vhodného pouze k úpravě slámy před zaoráním.

VLASTNÍ METODIKA

a) Návrh adaptéru umožňujícího zdvojování řádků. Při volbě adaptéru umožňujícího zdvojování řádků byla dána přednost variantě se vzduchovou dopravou (varianta s dopravou slámy šnekovým dopravníkem byla podstatně náročnější na konstrukci základní jednotky).

b) V roce 1978 byly zkoušky adaptéru realizovány na oborovém podniku Státní statky Cheb a v dalších zemědělských podnicích na okrese Strakonice. V průběhu těchto zkoušek došlo k různým mechanickým úpravám navržených adaptéru z hlediska požadované výsledné kvality práce i z hlediska požadované výkonnosti.

c) V roce 1979 byly zkoušky adaptéru realizovány na Státním statku Ulice (okres Plzeň). Polně laboratorní zkoušky byly zaměřeny na vyšetření kvality práce a na zjištění výkonnosti a energetické náročnosti.

d) Na základě dobrých zkušeností s tímto strojem jsme přikročili ke zobecnění zkušeností majících význam pro další vývoj těchto strojů.

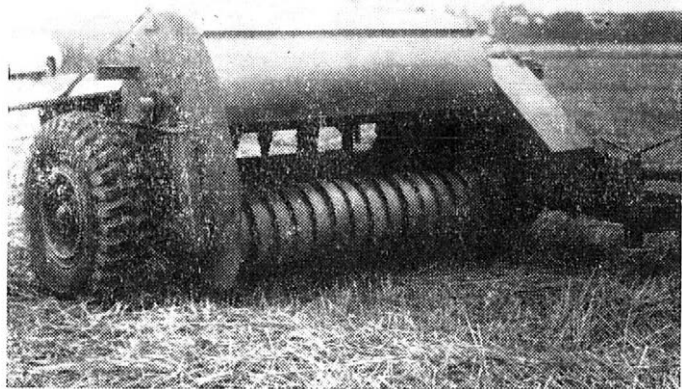
VLASTNÍ PRÁCE

MOBILNÍ ŠTÍPAČ SLÁMY V ZÁKLADNÍM PROVEDENÍ

Řešení je patrné z fotografií na obr. 1 a 2 a dále ze schémat na obr. 3 a 4. Stroj je řešen jako přívěsný za traktory 60—90 kW. Uspořádání závěsu a pohonu umožňuje traktoru jízdu mimo řádek.

Mobilní štípač slámy v základním provedení se skládá z těchto pracovních orgánů: sběrač, rotor s protiosťřím, rozptylovací deska, a z těchto pomocných orgánů stroje: rám stroje, přívěs s okem k uchycení závěsu traktoru (včetně zvedání a spouštění), hnací kloubový hřídel, řetězové a řemenové převody, hydraulický systém zvedání a spouštění sběrače, pojezdová kola. Základní technické údaje obsahuje tab. I.

1. Mobilní štípač slámy
v základním provedení
— Mobile straw cutter
— its basic version



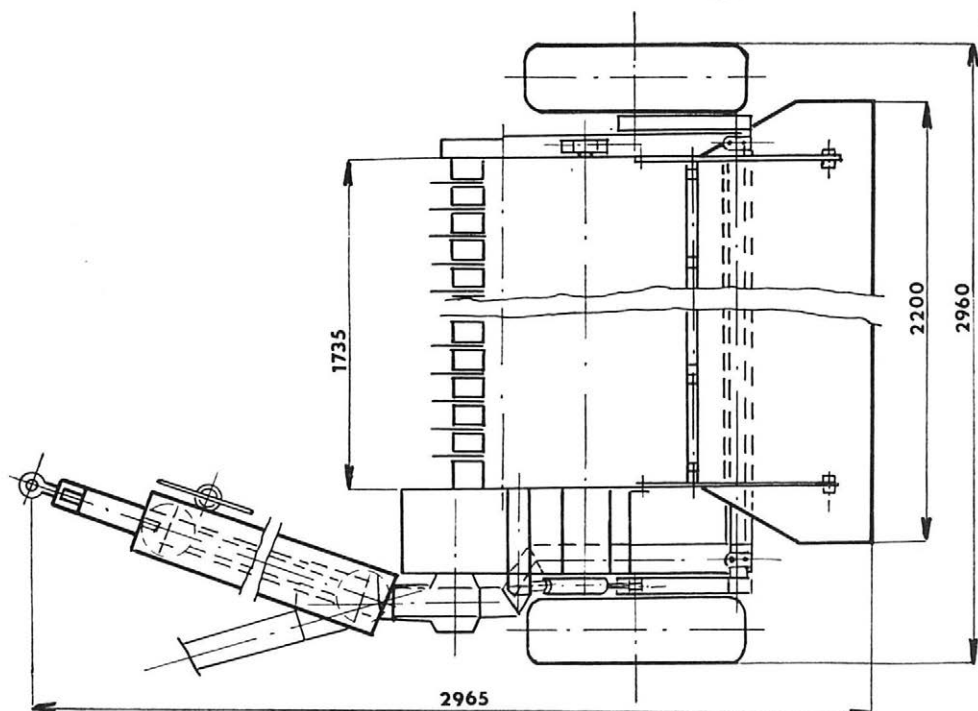
2. Mobilní štípač slámy
v základním provedení
— Mobile straw cutter
— its basic version

MOBILNÍ ŠTÍPAČ SLÁMY S ADAPTÉREM NA ZDVOJOVÁNÍ ŘÁDKŮ

Řešení je patrné z fotografií na obr. 5 a 6 a dále ze schémat na obr. 7 a 8. Základní technické údaje obsahuje tab. II. Ze schémat je patrné, že adaptér je vybaven stavitelnou koncovkou, s jejíž pomocí je možné měnit délku dráhy štípané slámy, a tím do jisté míry i tvar zdvojeného řádku.

ÚPRAVA SLÁMY PŘED SBĚREM

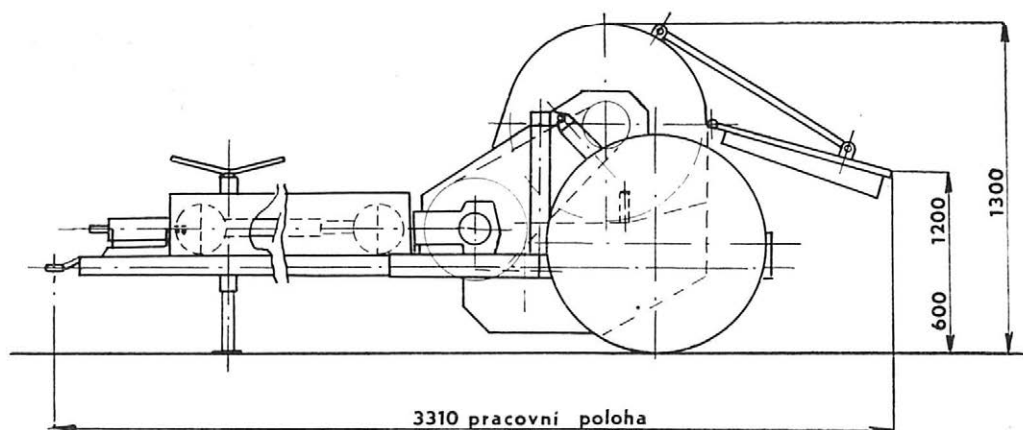
Mobilní štípač slámy umožňuje úpravu slámy před sběrem. Za tím účelem byl štípač slámy ověřován oddělením dopravy VÚZT (S y r o v ý, 1979). V závěrech tohoto výzkumu se konstatuje:



3. Mobilní štípač slámy v základním provedení — půdorys — Mobile straw cutter — its basic version, plan view

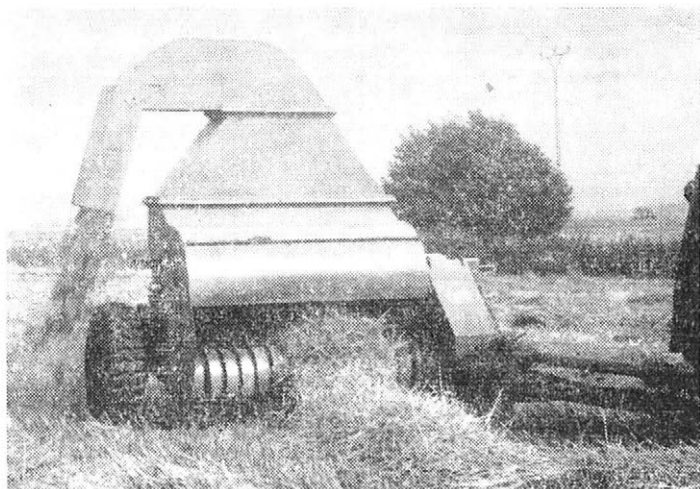
I. Mobilní štípač slámy v základním provedení — Mobile straw cutter — its basic version

Základní technické údaje	
Rozměry: délka (mm)	3500
šířka v dopravní poloze (mm)	2965
v pracovní poloze (mm)	3310
výška (mm)	1840
Hmotnost (kg)	1620
Sběrač — šířka záběru (mm)	1734
— výška zdvihu v dopravní poloze (mm)	200
Rotor s protiostrím	
šířka (mm)	1684
průměr (mm)	800
počet nožů rotoru	56
počet nožů protiostrí	57
otáčky rotoru (ot. min ⁻¹) při 540 ot. min ⁻¹ vývodového hřídele	1200
otáčky rotoru (ot. min ⁻¹) při 1100 ot. min ⁻¹ vývodového hřídele	2230
Rozptylovací deska	
šířka (mm)	1800
délka (mm)	780
počet rozptylovacích žebér (ks)	6

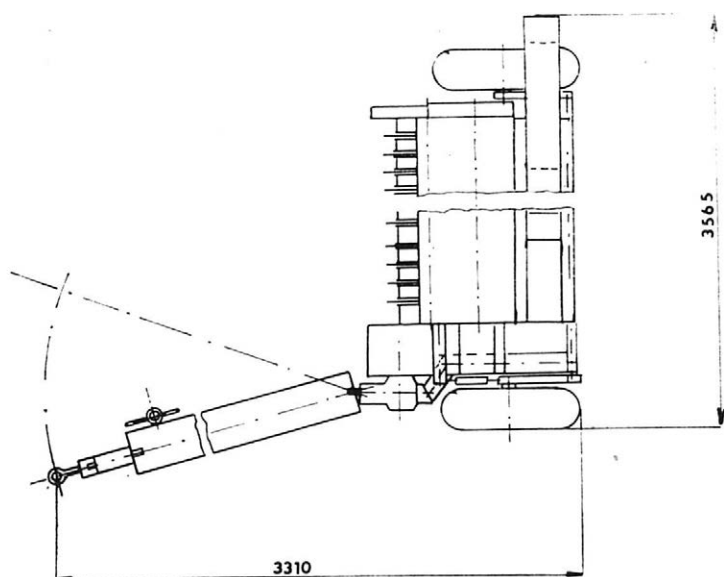


4. Mobilní štípač slámy v základním provedení — nárys — Mobile straw cutter — its basic version, front view

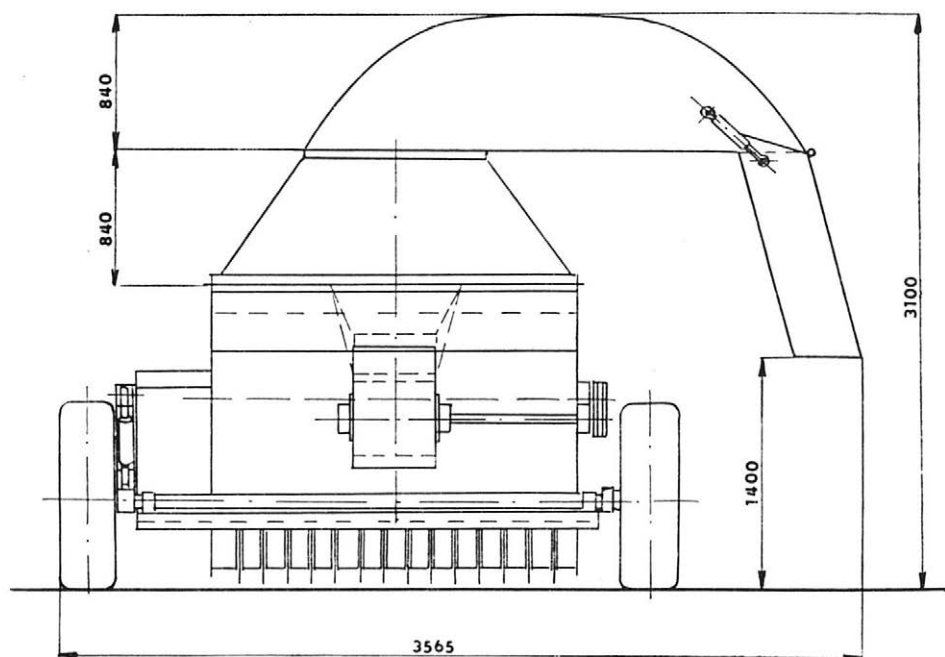
5. Mobilní štípač slámy s adaptérem na zdvojování řádků — při úpravě slámy před sběrem — Mobile straw cutter with an attachment for row doubling, straw treated before removal



6. Mobilní štípač slámy s adaptérem na zdvojování řádků — měření energetické náročnosti — Mobile straw cutter with an attachment for row doubling — energy consumption measured



7. Mobilní štípač slámy s adaptérem na zdvojování řádků — půdorys — Mobile straw cutter with an attachment for row doubling — plan view



8. Mobilní štípač slámy s adaptérem na zdvojování řádků — nárys — Mobile straw cutter with an attachment for row doubling — front view

Základní technické údaje	
Rozměry stroje s adaptérem:	délka (mm)
	šířka (mm)
	výška (mm)
Hmotnost stroje s adaptérem (kg)	
Rozměry adaptéru:	délka (mm)
	šířka (mm)
	výška (mm)
Hmotnost adaptéru (kg)	

- a) dopravní výkonnost sběracích vozů při sběru upravené slámy se zvyšuje o 55 až 58 %;
- b) množství materiálu v ložném prostoru sběracího vozu se zvyšuje 1,80 až 1,95krát;
- c) potřeba příkonu u sběracích vozů klesá o 27 %;
- d) ztráty slámy nesebráním jsou maximálně do 15 %;
- e) při sběru štípané slámy se zvyšuje výkonnost v nakládce o 17 %;
- f) při stohování štípané slámy se zvyšuje výkonnost stohařů až o 63,6 %.

Tyto výsledky byly dosaženy se štípačem, který sbíral, štípal a ukládal slámu na jednoduchý řádek. Ze zkoušek vyplynula potřeba dosáhnout zdvojování řádků, a tím snížit dráhu ujetou sběracími vozy na poli přibližně za polovinu. Proto bylo rozhodnuto vyvinout adaptér, který štípanou slámu ukládá do zdvojeného řádku.

PODMÍNKY ZKOUŠEK

Mobilní štípač slámy s adaptérem pro zdvojování řádků byl ověřován v polně laboratorních zkouškách na Státním statku Ulice v srpnu 1979 při úpravě slámy před sběrem.

Mobilní štípač slámy s adaptérem pro zdvojování řádků byl ověřován na pšeničné slámě o značné vlhkosti. K měření byly zvoleny rovné úseky s rovnoměrnou hustotou řádku. Měřilo se při třech pojezdových rychlostech stroje, kterým odpovídaly různé průchodnosti. Hmotnost se zjišťovala tak, že sláma z úseku řádku v délce pěti metrů byla sesbírána a zvážena.

Každá zkouška proběhla při určitém zařazeném převodovém stupni, vždy s maximální dodávkou paliva (plný plyn). To proto, aby otáčky vývodového hřídele byly pokud možno konstantní a odpovídaly potřebám poháněného stroje. Postupovalo se vždy od minimální k maximální rychlosti. Maximální rychlost byla limitována technologickými možnostmi mobilního štípače (shrnování materiálu před sběracím bubnem, ucpávání apod.). Čas měření a ujetá dráha se zjišťovaly z grafických záznamů.

Zastoupení jednotlivých částic — jejich odlišnost v délce a průřezu při jednotlivých zkouškách — je patrné z tab. III. a z obr. 9. Při zdvojování řádku je zapotřebí uplatnit smyčkový způsob pohybu agregátu po poli a ukládat dvojřádek mezi původní řádky.

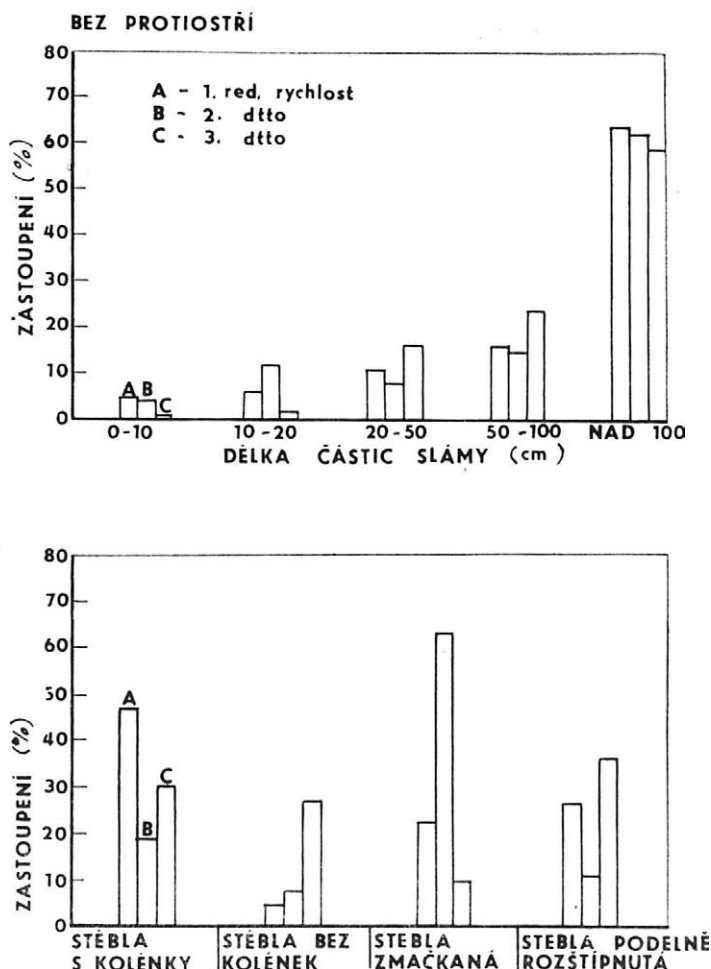
III. Délka a průřez částic slámy — Length and diameter of straw particles

Částice slámy	Pojezdová rychlost		
	I. red.	II. red.	III. red.
I. Zdvojování řádků s protiotřím			
Délka částic: 0 — 10 mm (%)	0,51	44,03	7,35
10 — 20 mm (%)	6,15	23,88	15,82
20 — 50 mm (%)	5,13	18,66	24,29
50 — 100 mm (%)	11,28	10,45	37,29
nad 100 mm (%)	76,93	2,98	15,25
Průřez částic: stébla s kolénky (%)	61,32	8,35	18,30
stébla bez kolének (%)	9,49	13,07	19,05
stébla zmačklá (%)	18,87	70,93	50,59
stébla podélně štíplá (%)	10,38	7,65	12,06
Vlhkost slámy (%)	57,20	44,40	25,20
Průřez řádku před úpravou (mm × mm)	1200 × 400	1200 × 400	1200 × 400
Průřez dvojřádku po úpravě (mm × mm)	1800 × 300	1600 × 350	1700 × 350
II. Zdvojování řádku bez protiotřetí			
Délka částic: 0 — 10 mm (%)	4,87	4,17	0,22
10 — 20 mm (%)	5,60	11,38	1,43
20 — 50 mm (%)	10,35	7,29	16,96
50 — 100 mm (%)	15,84	14,58	23,35
nad 100 mm (%)	63,34	61,98	58,04
Průřez částic: stébla s kolénky (%)	46,67	18,68	29,96
stébla bez kolének (%)	4,89	7,53	27,20
stébla zmačklá (%)	22,22	63,25	9,69
stébla podélně štíplá (%)	26,22	10,54	33,15
Vlhkost slámy (%)	26,30	33,70	29,50
Průřez řádku před úpravou (mm × mm)	1200 × 400	1200 × 400	1200 × 400
Průřez dvojřádku po úpravě (mm × mm)	1600 × 400	1650 × 500	1650 × 500

Při zkouškách byl ověřen i takový způsob práce, kdy se štípal pouze každý lichý řádek a štípaná sláma se ukládala na každý sudý řádek. Z celkového objemu slámy tak bylo upraveno pouze 50 %. Tento způsob má přednost v tom, že ztráty štípané slámy propadem mezi strniště jsou podstatně nižší.

Ztráty slámy při sběru u zdvojeného řádku upraveného štípačem s protiotřím se pohybovaly do 15 %. Ztráty slámy při sběru zdvojeného řádku upraveného štípačem bez protiotřetí se pohybovaly do 10 %. Ztráty

9. Úprava slámy před sběrem, zdvojování řádků — délka a průřez částic slámy — Straw treatment before removal row doubling — length and diameter of straw particles



slámy při sběru zdvojeného řádku, při kterém je polovina slámy štípána a druhá ve spodní vrstvě v původním stavu, se pohybovaly do 5 %.

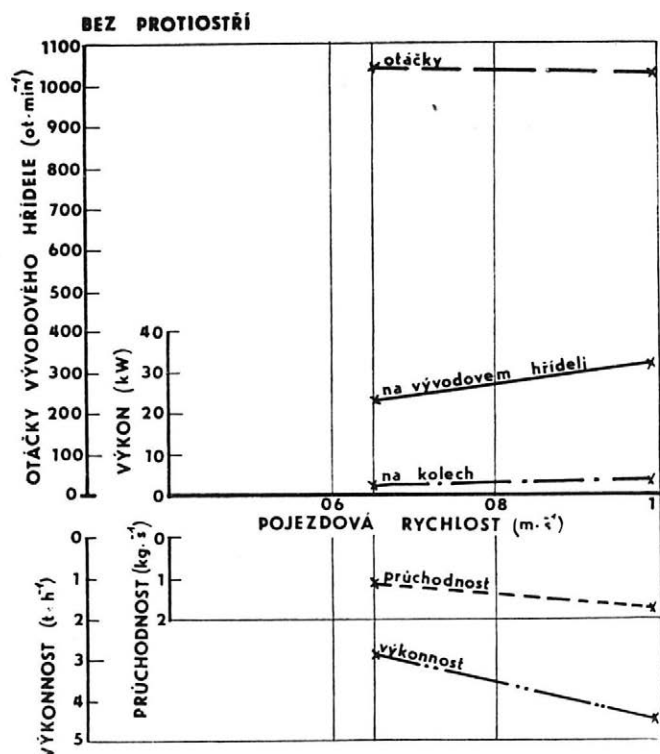
Výsledky rozborů délek částic i průřezu částic při zdvojování řádků štípačem s protiostrím byly ovlivněny značnými odlišnostmi ve vlhkosti upravované slámy. Lze konstatovat, že délka částic je více ovlivněna vlhkostí než pojezdovou rychlostí.

Výsledky rozborů délek částic i průřezu částic při zdvojování řádků štípačem bez protiostrí jsou vyrovnané v důsledku vyrovnané vlhkosti slámy (26,3 — 33,7 %).

Zkoušky ukázaly, že vhodnější je zdvojování řádků štípačem bez protiostrí (zastoupení částic o kratší délce než 100 mm je podstatně nižší a v důsledku toho i nebezpečí ztrát těchto částic propadem mezi strniště je nižší).

POTŘEBA ENERGIE A VÝKONNOST

Potřeba energie a výkonnost se zjišťovala v polně laboratorních zkouškách s využitím měřicího vozu a měřicího traktoru Z-8011 (obr. 10).



10. Úprava slámy před sběrem, zdvojování řádků — potřeba energie a výkonnost — Straw treatment before removal, row doubling — energy consumption and rate of work

Při polně laboratorních zkouškách byl mobilní štípač agregován s měřicím traktorem Z-8011. Tento měřicí traktor je oceňován, tzn. že jsou z něho známy výkonové parametry. Při energetickém měření mobilního štípače se využilo speciálního zařízení traktoru (tenzometry ke zjišťování krouticích momentů na hnacích nápravách, průtokoměr ke zjišťování spotřeby paliva, otáčkoměr indikující otáčky motoru vývodového hřídele).

Ujetá dráha byla zaznamenána na oscilografu pomocí pátého kola. K měření krouticího momentu na vývodovém hřídeli bylo použito tenzometrického dynamometru.

Vlastní měřicí aparatura byla umístěna v měřicím voze (speciální terénní automobil VAZ). Zjišťované parametry se registrovaly na oscilografu. Střední hodnoty krouticích momentů se zjišťovaly integrátorem, otáčky pak čítačem pulsů.

Potřeba energie a výkonnost jsou uvedeny v tab. IV.

DISKUSE

Mobilní štípač umožňuje realizaci nových pracovních postupů úpravy slámy. Pořizovací cena sériově vyráběného stroje není dosud známa. Pravděpodobně se bude pohybovat do 40 000 Kčs. Předpokládá se, že se stroj bude využívat podle provozních podmínek každého zemědělského podniku. V rámci komplexní proudové sklizně se předpokládá nasazení mobilních štípačů ve skupině tří až šesti strojů. Přímé náklady na provoz

	Pojezdová rychlost		
	I. red.	II. red.	III. red.
I. Zdvojování řádků s protiotřím			
Pojezdová rychlost (km.h ⁻¹)	2,30	2,35	nemohla být vyhodno- cena, dochá- zelo k ucpávání
(m.s ⁻¹)	0,64	0,93	
Otáčky vývodového hřídele (ot.min ⁻¹)	1051,10	972,30	
Výkon na vývodovém hřídeli (kW)	27,80	39,25	
Výkon na kolech (kW)	3,48	4,47	
Průchodnost slámy (kg.s ⁻¹)	1,15	1,67	
Hodinová výkonnost (t.h ⁻¹)	2,89	4,20	
při koeficientu využití pracovního času 0,7			
II. Zdvojování řádků bez protiotřetí			
Pojezdová rychlost (km.h ⁻¹)	2,34	3,56	nemohla být vyhodno- cena, dochá- zelo k ucpávání
(m.s ⁻¹)	0,65	0,99	
Otáčky vývodového hřídele (ot.min ⁻¹)	1044,20	1029,30	
Výkon na vývodovém hřídeli (kW)	23,04	32,99	
Výkon na kolech (kW)	2,07	3,49	
Průchodnost slámy (kg.s ⁻¹)	1,15	1,73	
Hodinová výkonnost (t.h ⁻¹)	2,89	4,48	
při koeficientu využití pracovního času 0,7			

mobilního štípače se pohybují od 159,68 do 321,60 Kčs na hektar. Bude-li předpokládat hektarový výnos slámy cca 4 t, pak přímé náklady na úpravu 1 t slámy se pohybují od 40 do 80 Kčs.

Úprava slámy před sběrem má mnohé výhody:

— Mobilní štípač upraví slámu určenou pro sběr sběracími vozy a tím se zvýší množství materiálu v ložném prostoru sběracích vozů 1,8 až 1,95krát. To znamená, že potřeba sběracích vozů k uklidu slámy se o tento poměr sníží. Tím se sníží takřka na polovinu jízdy sběracích vozů ke stohu a zpět.

— Mobilní štípač upraví slámu určenou pro sběr a tím se zvýší výkonnost stohařů o 63,6 %. To znamená, že kmenový stav těchto strojů může být nižší.

ZÁVĚR

Zkoušky prokázaly, že navržený a ověřený mobilní štípač slámy se osvědčil při zdvojování řádků při úpravě slámy.

V dalším výzkumu se předpokládá zařadit mobilní štípač s adaptérem na zdvojování řádků do linky mobilní štípač — sběrací vůz — obří stohař) a podrobněji vyšetřit ekonomický přínos tohoto stroje v různých výrobních oblastech.

Po širším vyhodnocení provozních zkušeností s mobilními štípači za traktory 60—90 kW se dá předpokládat, že v rámci budoucího inovačního cyklu se přistoupí k výzkumu a vývoji ještě výkonnějšího mobilního štípače slámy za traktory 160—220 kW.

- MALER, J.: Štípání lisované slámy. [Dílčí zpráva Z-1079.] Praha, Výzk. ústav zeměd. techniky 1974. 50 s.
- MALER, J.: Fyzikálně mechanická úprava slámy štípáním, šrotováním, řezáním. [Dílčí zpráva Z-1304.] Praha, Výzk. ústav zeměd. techniky 1977a. 45 s.
- MALER, J.: Úprava slámy přívěsným štípačem. [Dílčí zpráva Z-1372.] Praha, Výzk. ústav zeměd. techniky 1977b. 43 s.
- MALER, J.: Mobilní štípač slámy. [Dílčí zpráva Z-1562.] Praha, Výzk. ústav zeměd. techniky 1979. 40 s.
- SYROVÝ, O.: Doprava štěpané slámy sběracími vozy při sklizni. [Dílčí zpráva Z-1527.] Praha, Výzk. ústav zeměd. techniky 1979. 33 s.

Došlo dne 24. 3. 1980

MALER, J. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага): Удвоение рядков и обработка соломы мобильной щипальной машиной. *Zeměd. Techn.*, 26, 1980 (8) : 449-461.

Объектом исследования было выполнение мобильной щипальной машины для удвоения и обработки рядков, предназначенных для уборки (подборщиками или прессами). В качестве физико-механического метода обработки соломы оправдало себя ее расщипывание. Об этом свидетельствует хороший опыт с стационарными щипальными машинами, выпускаемыми серийно в СТС Страконце под маркой ДРС-2. С этим хорошим опытом связаны исследование и развитие мобильной щипальной машины, пригодной для обработки соломы до запахивания, перед сбором, для силосования и обработки влажной соломы в валке. В рамках исследования был предложен и проверен вариант выполнения мобильной щипальной машины, который позволяет удвоить рядки и обработать солому перед сбором. К основному звену мобильной щипальной машины было сконструировано соответствующее приспособление, позволяющее удваивать рядки. Обработка соломы перед сбором имеет следующие преимущества: а) транспортная производительность подборщиков при сборе обработанной соломы повышается на 55—58%; б) количество материала в кузове подборщика бывает в 1,8—1,95 раза больше; в) потребляемая мощность у подборщиков уменьшается на 27%; г) потери соломы в результате неполного подбора максимально бывают до 15%; д) при сборе расщепленной соломы производительность погрузчика повышается на 17%; е) при формировании стога расщепленной соломы производительность стогообразователя повышается вплоть до 63,6%. В статье приводятся еще другие показатели, как качество работы, потребность в энергии и производительности при удваивании рядков и обработка соломы мобильной щипальной машиной.

мобильная щипальная машина; обработка соломы; удваивание рядков; сбор обработанной соломы; качество работы; потребность в энергии; производительность

MALER, J. (Research Institute for Agricultural Engineering, Praha): *Row Doubling and Straw Treatment by a Mobile Straw Cutter*. *Zeměd. Techn.*, 26, 1980 (8) : 449-461.

An objective of the research was a design of a mobile straw cutter to double and adjust the rows to be subjected to straw removal (by self-loading trailers or pickup balers). Straw cutting as a physico-mechanical method of its treatment proved good, as indicated by a good experience with stationary cutters manufactured in series by the Machine and Tractor Station at Strakonice designated as the DRS-2 type. In line with this good experience the research and development of a mobile straw cutter are under way: this cutter should be used for straw treatment before plowing-in, before removal, for the treatment of straw to be silaged and for wet straw treatment in the row. A variant of the design of the mobile straw cutter has been proposed and tested which makes it possible to double the rows and straw treatment before removal. A suitable attachment to double the rows has been developed to the basic unit of the mobile cutter. The advantages of straw treatment before removal are as follows: a) rate of transport of the self-loading trailers in the course of treated straw removal increases by 55—58%; b) loading capacity of the self-loading trailer increases 1.8 to 1.95 times; c) input power of the self-loading trailers drops by 27%; d) losses of unremoved straw are maximally 15%; e) in the course

of cut straw removal the rate of loading is higher by 17 %; f) during cut straw stacking the rate of work of stackers increases by 63.6 %. In the present paper indicators of work quality, energy consumption and rate of work are given for row doubling and straw treatment by the mobile straw cutter.

mobile straw cutter; straw treatment; row doubling; treated straw removal; work quality; energy consumption; rate of work

MALEŘ, J. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha): *Schwadverdoppelung und Strohaufbereitung mit ortsbeweglicher Strohspaltmaschine*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (8) : 449-461.

Der Gegenstand der Untersuchung war die Lösung einer ortsbeweglichen Strohspalt-einrichtung zur Verdoppelung und Aufbereitung der zur Aufnahme (mittels Ladewagen oder Aufsammlerpressen) bestimmten Schwaden. Das Strohaufschließen als physikalisch-mechanische Methode der Strohaufbereitung hat sich bewährt. Das bezeugen gute Erfahrungen mit ortsbeweglichen Strohspaltanlagen, die in der MTS Strakonice unter der Typenbezeichnung DRS-2 serienmäßig hergestellt werden. Auf diese guten Erfahrungen schließt die Forschung und Entwicklung einer ortsbeweglichen Spaltmaschine an, die für die Strohaufbereitung vor dem Einackern, vor dem Aufsammlern, zur Silierung und zur Feuchtrohpflege im Schwad geeignet ist. Im Rahmen der Forschung wurde eine Variante für die Lösung der ortsbeweglichen Spaltmaschine entworfen und erprobt, die die Schwadverdoppelung und Strohaufbereitung vor dem Aufsammlern ermöglicht. Zum Grundgerät der ortsbeweglichen Spaltmaschine wurde eine geeignete Aufbauvorrichtung entwickelt, die die Schwadverdoppelung gestattet. Die Strohaufbereitung vor dem Aufsammlern weist folgende Vorzüge auf: a) die Förderleistung der Ladewagen bei dem Aufsammlern des aufbereiteten Strohes wird um 55 bis 58 % erhöht; b) der Sammelgutanteil im Laderaum des Ladewagens wird 1,8 bis 1,95mal gesteigert; c) die Leistungsaufnahme bei den Ladewagen nimmt um 27 % ab; d) die Aufsammlerfehlverluste betragen höchstens 15 %; e) bei dem Aufsammlern des gespalteten Strohes wird die Leistungsfähigkeit im Ladeprozeß um 17 % gesteigert; f) bei dem Schobersetzen des gespalteten Strohes wird die Leistungsfähigkeit der Schobersetzer bis um 63,6 % gesteigert. Im Aufsatz werden weitere Kennziffern der Arbeitsgüte, Energieaufwandes und Leistungsfähigkeit bei der Schwadverdoppelung und Strohaufbereitung mittels der ortsbeweglichen Spaltmaschine angegeben.

ortsbewegliche Spaltmaschine; Strohaufbereitung; Schwadverdoppelung; Aufsammlern des aufbereiteten Strohes; Arbeitsgüte; Energieaufwand; Leistungsfähigkeit

Adresa autora:

Doc. ing. Josef Maleř, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

Výběr z přírůstků
Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ
z úseku zemědělská technika

Uvedené publikace je možné si vypůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hodin. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

D 51.898/1014

Tuikomati 75/300 P-irrigation machine.

Helsinki, Vakola 1979. 8 s., tab. Koetusselestus test report 1014. (Postříkovače pásové — zkoušení — Finsko — zprávy)

SPEELMAN, L.

D 28.142/79/8

Features of reciprocating sprout broadcaster in the process of granular fertilizer application.

Wageningen, H. Weenman and Zonen 1979. 217 s., obr., tab., grafy, fot. Mededelingen Landbouwhogeschool 79-8. (Rozmetadla hnojiv — granulovaná hnojiva — zkoušení — výzkum — Holandsko)

D 69.303

Atti del convegno organizzato dall' U. NA. CO. M. A. e dall' U. M. A. in occasione della III edizione dell' E. I. M. A.

Bologna, UMA 1971. 36 s. (Sklízecí stroje — použití — výsledky — výzkum — Itálie)

MOSER, E.

C 23.445/139

Verfahrenstechnik in Intensivkulturen. Aufgaben und Bedeutung für Industrie und Wissenschaft.

B. m. n. 1979. S. 83-86, 7 obr. Sonderdruck aus Grundl. Landtechnik Bd. 24 (1974). Nr 3. (Sklízecí stroje — intenzivní kultury — použití — výzkum — NSR)

D 51.898/994

Kuormatraktoreiden ja monitoimikoneiden melu ja ääriä, Mittaustuloksia v. 1976-1979.

Helsinki, Vakola 1979. 5 s., 4 tab. Koetusselestus Nu. 994. (Sklízecí stroje — hlučnost — zkoušení — Finsko — zprávy)

C 23.445/177

Eine komplette Mechanisierungskette für die Getreidezucht.

B. m. n. 1979. Nestr., 1 obr., tab., fot. (Obilniny — šlechtění — mechanizace — použití)

TRIBOELEKTRICKÝ JEV JAKO STIMULAČNÍ FAKTOR PŘI PŘEDSETOVÉ ÚPRAVĚ OSIVA

M. Ruml, Z. Staněk, L. Křížová

RUML, M. — STANĚK, Z. — KRÍŽOVÁ, L. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha; Elektrotechnická fakulta ČVUT, Praha): *Triboelektrický jev jako stimulační faktor při předsetové úpravě osiva*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (8): 463–477.

Autoři sledovali vliv triboelektrického jevu na klíčení a růst klíčenců ozimé pšenice a na sklizňové charakteristiky zeleninové papriky a kukuřice. Cílem výzkumu bylo zjistit možnost předsetové stimulace osiva tímto fyzikálním polem. Triboelektrický jev (TEE) byl generován osmi různými způsoby za použití osmi materiálů: polystyrénu, plexiskla, PVC, polyetylenu, skla SIMAX, polyetylenové pytlaviny, stříbra a hliníku. U všech použitých materiálů s výjimkou polyetylenové pytlaviny má TEE stimulační vliv na růst klíčenců pšenice. Účinek jednotlivých způsobů generace TEE se prosazuje ihned po ovlivnění obilí, je však větší při výsevu za jeden až dva měsíce po ovlivnění. V nádobových pokusech byl zjištěn u TEE ovlivněných semen papriky větší a ranější výnos plodů. V parcelkových pokusech s kukuřicí měly rostliny pěstované ze semen ovlivněných TEE výnos o 5 % vyšší než rostliny kontrolní. Autoři navrhuji některá fakta, která by mohla sloužit ke konstrukci pracovní hypotézy působení triboelektrického jevu na semena a rostliny.

triboelektrický jev; předsetová stimulace semen; fyzikální pole; růst a vývoj rostlin; stimulace klíčení

Od roku 1970 je ve VÚZT věnována pozornost vlivu různých fyzikálních polí na klíčení, růst a vývoj rostlin. Dlouhodobý záměr souvisí se snahou ověřit eventuální stimulační vliv některých fyzikálních polí při předsetové úpravě.

V tomto příspěvku hodnotíme možnost využití triboelektrického jevu (dále TEE) k předsetové stimulaci osiva.

TEORETICKÉ PŘEDPOKLADY

Při vzájemném těsném styku různých látek dochází buď k chemické reakci nebo — zvláště u pevných látek — ke vzniku elektrických potenciálů. Nejlépe je tento jev objasněn u kovů. Jsou-li ve styku např. dva kovy (tj. jejich vzájemná vzdálenost je řádově rovna mřížkové konstantě), z nichž první má výstupní práci elektronů W_1 větší, než je výstupní práce elektronů W_2 , pak volné elektrony z druhého kovu přecházejí do prvního. Tím se na styčné ploše kov s menší výstupní prací nabíjí kladně a druhý kov záporně. Rovnovážný stav je charakterizován potenciálovým rozdílem V . Jeho velikost je dána podmínkou, že energie potřebná k uvolnění elektronů z obou kovů musí být v rovnováze. Platí:

$$W_1 = W_2 + eV$$

kde: e — náboj elektronu

Z této podmínky vychází

$$V = \frac{W_1 - W_2}{e}$$

kde: V — tzv. kontaktní potenciál

Ke vzniku elektrických potenciálů dochází i při vzájemném styku izolantů. Je to tzv. triboelektrický jev (TEE). Vymezení TEE jen pro soustavy izolant — izolant není jednotné, někdy k TEE počítáme i elektrické potenciály vzniklé při vzájemném tření jiných soustav.

Výrazný TEE lze pozorovat na suchých semenech rostlin při jejich styku s různými látkami. Triboelektricky aktivní látky (vůči semenům rostlin) jsou především běžné pevné izolanty jako např. sklo, keramické materiály, látky na bázi celulózy a plastické hmoty.

K tomu, aby TEE mohl nastat, tj. aby z nějaké látky mohly být odděleny nabitě částice, je třeba, aby tyto částice byly v látce a na jejím povrchu přítomny. Jde o částice volné, nebo jen slabě vázané. Stejnou měrou elektrickou vodivost pevných izolantů způsobuje pohyb iontů vlastního izolantu (při vyšších teplotách), ale především pohyb slabě vázaných iontů náhodných nebo záměrných příměsí, u některých materiálů může být způsobena volnými elektrony. Elektronová vodivost se vyskytuje zejména tehdy, je-li izolant v silném elektrickém poli. V běžných podmínkách se v převážné míře vyskytuje iontová vodivost.

Měrná elektrická objemová vodivost při absolutní teplotě T je vyjádřena vzorcem

$$\gamma = Qn_T u_T$$

kde: Q — náboj nosičů náboje (As)
 n_T — počet nosičů náboje v jednotce objemu (1 cm^3)
 u_T — pohyblivost nosičů náboje ($\text{cm}^2 \cdot \text{V} \cdot \text{s}^{-1}$)
 γ — měrná elektrická vodivost ($\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)

Přitom se předpokládá, že koncentrace nosičů náboje a jejich pohyblivost nezávisí na intenzitě elektrického pole v izolantu.

U iontové vodivosti je počet nosičů náboje (počet disociovaných iontů) závislý exponenciálně na teplotě podle vztahu

$$n_T = n_o e^{\frac{-W_d}{kT}}$$

kde: n_o — koncentrace iontů
 W_d — disociační energie
 kT — tepelná energie

Závislost pohyblivosti iontů na teplotě je rovněž exponenciální:

$$u_T = u_m e^{\frac{-W_p}{kT}}$$

kde: u_m — mezní pohyblivost iontů
 W_p — pohybová energie iontů umožňující přechod z jedné rovnovážné polohy do druhé

Dosažením exponenciálních rovnic do vzorce pro elektrickou vodivost a sloučením konstant n_0 , Q , u_m do jedné konstanty A dostaneme

$$\gamma = Ae^{-\frac{a}{T}}$$

kde: $a = \frac{W_a + W_p}{k}$

Ze vzorce vyplývá, že čím větší je disociační energie a energie pohybová, tím více se mění elektrická vodivost s teplotou. Číselnou velikost koeficientu a lze vypočítat z experimentálně zjištěné závislosti elektrické vodivosti na teplotě

$$a = \frac{\Delta \ln \gamma}{\Delta \frac{1}{T}}$$

Obvykle platí, že $W_a \gg W_p$, a proto velikost změny měrné elektrické vodivosti při změně teploty je způsobena změnou koncentrace nosičů náboje.

Předpokládá se (Hassdenteufel aj., 1978; Artbauer aj., 1969), že i vodivost přírodních a syntetických makromolekulárních látek má převážně iontový charakter, přestože o tom nejsou experimentální doklady. Dále je třeba upozornit i na to, že důležitou roli v mechanismu TEE může hrát hromadění volných nosičů nábojů na rozhraní elektrických nehomogenit (tzv. Maxwell-Wagenerova polarizace).

Fyzikální podstatu TEE komentují autoři zatím ne plně jednotně. Tak Trnka (1962) a Recknagel (1959) uvádějí, že příčinou TEE je změna soudržnosti povrchových atomů a molekul v látkách, tedy že při styku a tření látek dochází k porušení a přerozdělení povrchových van der Waalových sil. Ženíšek (1957) tento mechanismus vysvětluje na příkladu triboelektrické interakce síry a látek keratinových, chitinových a proteidových. Všichni tito autoři se shodují v tom, že důležitým činitelem v mechanismu TEE je teplo. Na představě hlavní role tepla je založeno vysvětlení TEE podle Bigoše (1979). Předpokládá se, že při tření dochází k nerovnoměrnému ohřevu obou styčných ploch tak, že nabitě částice přestupují z místa s vyšší teplotou na místa s teplotou nižší. Hustota náboje přeneseného tímto mechanismem se vyjadřuje kvantomechanickým modelem přechodu elektronů a je závislá na jejich výstupní práci z příslušného izolantu sníženou o elektronovou afinitu — neboli energii, která se uvolňuje, jestliže se připojí volný elektron k neutrálnímu atomu, čili:

$$eU = \varphi - \varphi'$$

kde: e — náboj elektronu
 U — kontaktní potenciál
 φ — výstupní práce materiálu
 φ' — elektronová afinita

TEE můžeme tedy s jistými výhradami definovat jako přestup nabitých částic (elektronů, iontů) z jedné dielektrické látky do druhé, přičemž „zdrojem“ částic jsou slabé vazby, krystalické poruchy a lokální nehomogenity. Zdrojem energie pro přestup těchto částic je teplo vzniklé při lokálním ohřevu jako produkt tření. Pro praktické využití TEE při úpravě semen je důležitá schopnost náboje setrvat na povrchu objektu po určitou dobu, která je potřebná pro odstartování následných biochemických změn. Elektrický náboj může na povrchu izolantu setrvat velmi dlouho v případě, že izolant

je v prostředí s nulovou vodivostí a naopak, je-li jeho okolí vodivé, je náboj velmi rychle odveden. S vodivostí úzce souvisí i vratný pokles a zánik triboelektrické aktivity látek. Jde tu o vodivost povrchovou. Tu způsobuje voda adsorbovaná na povrchu izolantů. V tom případě pak elektrický proud (např. při zániku povrchového náboje) neprotéká izolačním materiálem, ale jen tenkou povrchovou vrstvou vody.

METODIKA

K biologickému testování účinků TEE jsme zvolili metodu zjišťování délek ko-leoptilí klíčenců s přesností na 1 mm. Jako model byla použita ozimá pšenice 'Mironovská', elitní osivo síťové frakce 2,5 a 2,8 mm o klíčivosti 98 %, s 13,4% obsahem vody. Obilky byly po ovlivnění TEE vysévány na zvlhčené filtrační papíry v Petriho miskách umístěných ve tmě při teplotě 20 °C. Každá pokusná a kontrolní skupina byla reprezentována třemi miskami po 50 obilkách. Obilky byly vysévány do Petriho misek v termínech, uvedených v tab. I.

I. Doba uplynulá od ovlivnění obilek TEE do výsevu — The time from the TEE-treatment of seeds to sowing

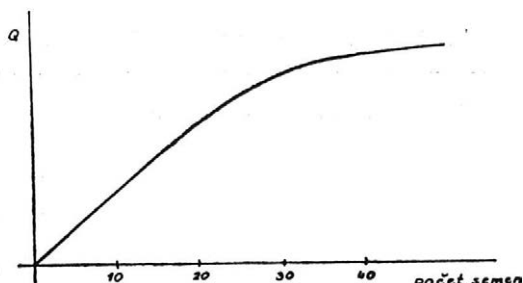
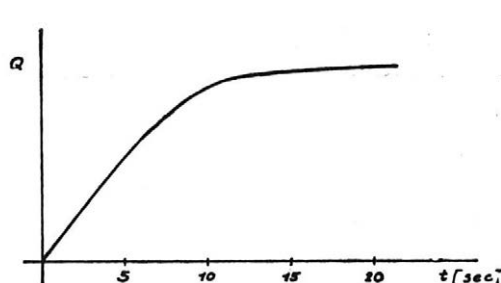
Termín výsevu	Doba uplynulá od ovlivnění obilek TEE do výsevu	
	I. série vzorků	II. série vzorků
1.	do 2 dnů	do 2 dnů
2.	10—20 dnů	10—20 dnů
3.	40—50 dnů	60—70 dnů
4.	8 měsíců	

Jako druhý objekt bylo použito zeleninové papriky 'Zlatna medaila', elita jugoslávského šlechtění. Semena pokusné skupiny byla ovlivněna týden před výsevem TEE (náboj jednoho semena průměrně $+1,28 \cdot 10^{-11}$ As). Materiál použitý pro generaci — polyetylén. Počet rostlin ve skupině 24, opakováno 4×. Hodnocena byla sklizeň plodů.

Dále byla v parcelovém pokusu vyseta kukuřice (hybrid CE 380). Náboj jednoho semena $+1,9 \cdot 10^{-10}$ As, generováno z PVC, vyseto sedm dní po ovlivnění TEE. Hodnocen byl počet a hmotnost palic bez listenů. Výsledky byly stanoveny ze 14 opakování.

Mimo to byly stanoveny u klíčenců pšenice mitotické hodnoty v kořenech (fixováno alkoholoctovou směsí, barveno nigrosinem).

Triboelektrický jev na semenech rostlin se ověřuje tak, že se semena vloží do nekovové nádoby válcovitého tvaru, která se uvede do pohybu tak, aby se zároveň pohybovala i semena. Po určité době se semena z třecí nádoby vysypou na kovovou misku spojenou s měřicím přístrojem (obr. 5). Jako míru intenzity triboelektrického jevu jsme zvolili velikost náboje jednoho zrna. Bylo zjištěno, že velikost náboje záleží na druhu semena, na materiálu třecí nádoby, na rychlosti tření, na délce třecí dráhy a na množství současně třených semen. Kromě toho se uplatňuje i vlhkost vzduchu. Volili jsme nádoby z různých látek o jednotném průměru 65 ± 10 mm a ruční třepání s rychlostí tření 0,6 až 0,8 m.s⁻¹. Dobu tření jsme stanovili pokusně z řady měření úhrnného náboje stejného množství semen třepaných stejnou rychlostí různě dlouho. Zjištěná závislost je graficky znázorněna na obr. 1. Je vidět, že optimální doba tření je 10 s. Nad tuto dobu se již náboj nezvyšuje. Optimální počet semen (30—40) byl rovněž zjištěn v předpokusu (obr. 2).

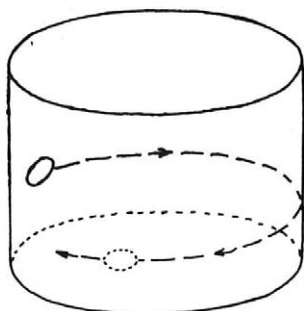


1. Závislost celkového náboje semen vzniklého při tření na době tření — The dependence of the total seed charge, generated during friction, on friction time

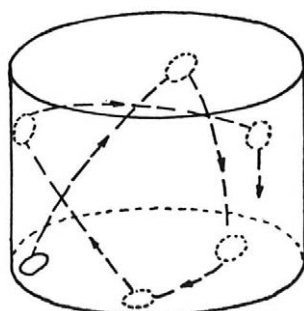
2. Závislost celkového náboje semen vzniklého při tření na počtu současně třených semen — The dependence of the total seed charge, generated during friction, on the number of seeds subjected to friction at the same time

Sledovali jsme tři způsoby tření:

1. Obíhání semen po obvodu třecí nádoby po kruhových nebo mírně šroubovických dráhách. Toto tření jsme ve shodě s obdobným termínem z hydromechaniky a pro nedostatek jiného vhodného označení nazvali tření laminární (obr. 3).



3. Znázornění laminárního tření semen s povrchem nádoby — Representation of the laminar friction of seeds against the surface of the pot



4. Znázornění turbulentního tření semene s povrchem nádoby — Representation of the turbulent friction of seeds against the surface of the pot

2. Kombinace částečného tření a občasných dotyků se stěnami, jak to ukazuje obr. 4. Toto tření jsme nazvali turbulentním. Je zřejmé, že oba uvedené způsoby je možné realizovat jen při malém počtu semen.

3. Tření hromadné, které je charakterizováno tím, že se třepá najednou mnoho (v daném případě vždy 330 kusů) semen. Při době třepání 10 s se jen malá část celkového počtu zrn dostane do styku s třecí nádobou. Proto jsme zavedli v tomto případě i relativně dlouhou dobu tření — 5 minut.

Po skončení třecího procesu byla semena sypána buď na uzemněnou kovovou misku, čímž byl jejich náboj jednorázově odveden, nebo byla ponechána v třecí nádobě po dobu jedné minuty a pak vysypána na papírovou misku. Tím byla ponechána samovolné rekombinaci nábojů.

II. Způsob generace TEE — The method of TEE generation

Číslo kombinace	Expoziční doba	Způsob generace	Poznámka
1	10 s	laminární	11 × 30 semen
2	10 s	laminární bez uzemnění	11 × 30 semen
3	10 s	hromadný bez uzemnění	330 semen
4	10 s	hromadné	330 semen
5	5 min.	hromadné	330 semen
6	5 min.	hromadné bez uzemnění	330 semen
7	10 s	turbulentní	11 × 30 semen
8	10 s	turbulentní bez uzemnění	11 × 30 semen

III. Způsob ovlivnění vzorků — The method of the treatment of samples

Datum	Způsob generace TEE	Materiál použitý ke generaci TEE	Q (As)
1. 3. 1978	1, 2	PVC	$+1,3 \cdot 10^{-10}$
	7, 8		$+1,7 \cdot 10^{-10}$
	3, 4, 5, 6		neměřeno
10. 5. 1978	1, 2		$+1,28 \cdot 10^{-10}$
	7, 8		$+1,6 \cdot 10^{-10}$
	3, 4, 5, 6		neměřeno
10. 3. 1978	1, 2	sklo SIMAX	$-1,05 \cdot 10^{-10}$
	7, 8		$-1,4 \cdot 10^{-10}$
	3, 4, 5, 6		neměřeno
10. 5. 1978	1, 2		$-0,8 \cdot 10^{-10}$
	7, 8		$-1,1 \cdot 10^{-10}$
	3, 4, 5, 6		neměřeno
21. 3. 1978	1, 2	polystyren	$+1,8 \cdot 10^{-10}$
	7, 8		$+1,1 \cdot 10^{-10}$
	3, 4, 5, 6		neměřeno
26. 5. 1978	1, 2		$+1,9 \cdot 10^{-10}$
	7, 8		$+1,2 \cdot 10^{-10}$
19. 4. 1978	1, 2	Al	$-1,7 \cdot 10^{-11}$
	4		neměřeno
26. 5. 1978	1, 2		$-1,6 \cdot 10^{-11}$
	4		neměřeno
19. 4. 1978	7, 8	PE	$-2,7 \cdot 10^{-10}$
	3, 4, 5, 6		neměřeno
8. 6. 1978	7, 8		$+8,2 \cdot 10^{-11}$
	3, 4, 5, 6		neměřeno
20. 4. 1978	1, 2	plexisklo	$-1,23 \cdot 10^{-10}$
	7, 8		$-2,5 \cdot 10^{-11}$
	3, 4, 5, 6		neměřeno
8. 6. 1978	1, 2		$-4,3 \cdot 10^{-11}$
	7, 8		$-5 \cdot 10^{-11}$
	3, 4, 5, 6		neměřeno
20. 4. 1978	1, 4	Ag	neměřitelný
8. 6. 1978	3, 4	PE pytlovina	neměřeno

Abychom triboelektrický jev na pšenici experimentálně postihli v co největší šíři, zvolili jsme osm kombinací uvedených činitelů (tab. II). Tyto kombinace jsme sledovali na osmi různých materiálech třecích nádob (tab. III).

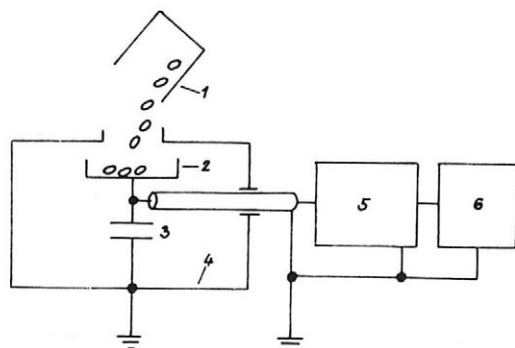
Pro měření nábojů dielektrických tělísek existuje v podstatě jen jedna metoda: tělísko se spojí s měřicím kondenzátorem o známé kapacitě C . Náboj tělíska odevzdaný kondenzátoru vytvoří na tomto kondenzátoru napětí U , které změříme elektrometrem. Náboj se pak vypočte podle vzorce

$$Q = (C + C') U$$

kde: C' — jsou všechny další kapacity připojené paralelně ke kondenzátoru C (především kapacita elektromotoru a přívodů)

Modifikace této metody užívá místo měření napětí měření proudového impulsu, který se získá vybitím měrného kondenzátoru.

Schéma aparatury pro měření nábojů semen různých rostlin je uvedeno na obr. 5. Na tomto obrázku představuje 1 třecí nádobu se semeny, 2 kovovou vyklápěcí misku spojenou s měřicím kondenzátorem 3. Elektrostatické stínění je označeno 4, 5 je elektrometr, 6 zapisovač.



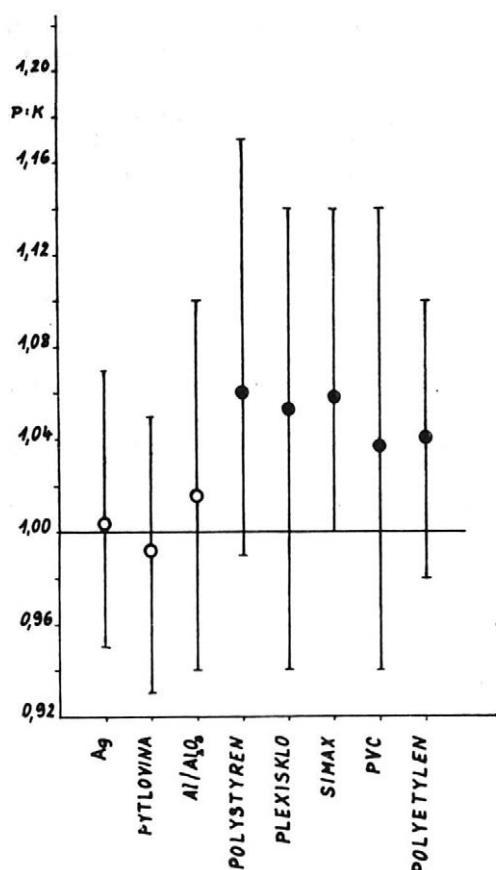
5. Schéma aparatury pro měření náboje semen — A diagram of the apparatus for measuring the charge of seeds

Jako elektrometry lze použít výhradně přístrojů se vstupním odporem 10^{12} a více. Z klasických přístrojů jsme pracovali s vláknovým elektrometrem Wulfovým v jehlovém i idiostatickém zapojení. Dále byl použit elektronický elektrometr s dynamickým kondenzátorem na vstupu čs. výroby typu MEK 100, ke kterému lze připojit zapisovač.

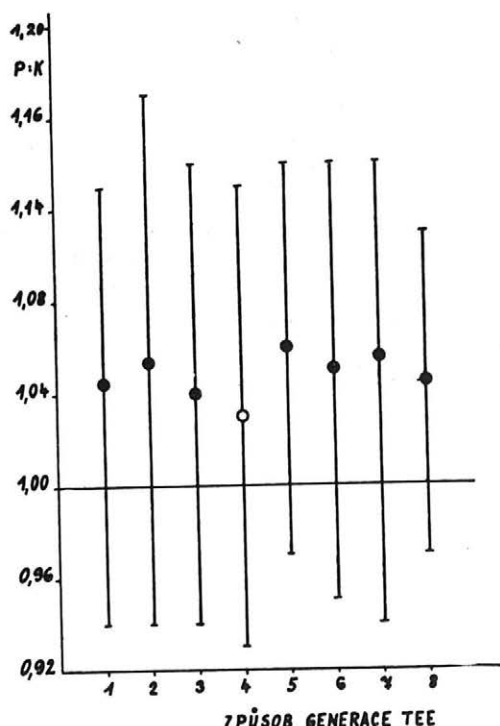
Nedostatkem při všech elektrostatických měřeních je špatná reprodukovatelnost výsledků. U rostlinných semen je navíc způsobena nepravidelným tvarem a vlivem mikroreliefu povrchu. Stykem s kovem měřicí misky se ze zrna odvede vždy jen lokální náboj v bezprostředním místě styku. Je-li styk při dopadu zrna na misku složitější (např. po dopadu ještě odvalení), je pochopitelně naměřený náboj větší. Velký vliv má také skutečnost, zda tření dospělo až do stadia výbojů, které samozřejmě znamenají zánik lokálního náboje v příslušném místě a okamžiku. Všechny hodnoty konkrétních nábojů uvedených v tab. III jsou proto získány jako průměr z deseti měření.

VLASTNÍ PRÁCE

Abychom získali srovnatelné hodnoty, vypočítali jsme z délek více než 11 000 klíčenců poměr průměrných délek pokusných a kontrolních skupin vzorků. Souhrnné grafické zhodnocení výsledků podávají obr. 6 až 8. V grafech jsou statisticky průkazné rozdíly hodnot pokusných a kontrolních skupin označeny plným kroužkem.



6. Závislost poměru průměrných délek klíčenců pokusných a kontrolních skupin na materiálu použitém pro generování TEE — The dependence of the ratio of the average lengths of seedlings in the test and control groups on the material used for TEE generation



7. Závislost poměru průměrných délek klíčenců pokusných a kontrolních skupin na způsobu generování TEE — The dependence of the ratio of the average lengths of seedlings in the test and control groups on the method of TEE generation

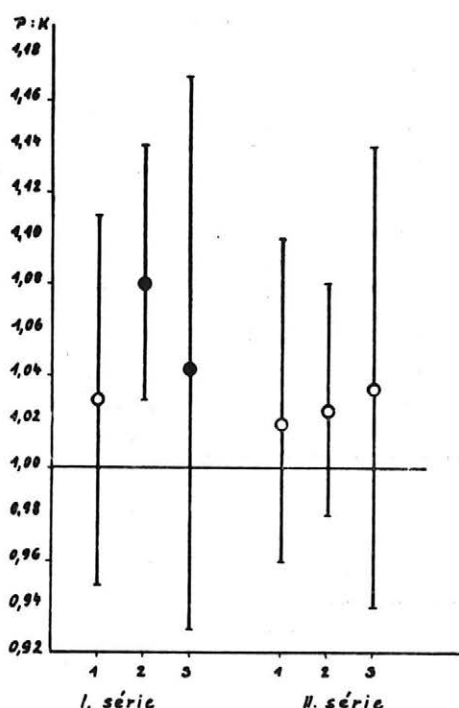
Na obr. 6 je zachycena závislost poměru průměrných délek klíčenců pokusných a kontrolních na materiálu použitém pro generování TEE bez ohledu na způsob generace a termín výsevu.

Obr. 7 uvádí závislost poměru průměrných délek klíčenců pokusných a kontrolních skupin na způsob generování TEE bez ohledu na materiál použitý pro generování TEE a na termín výsevu.

Na obr. 8 je zachycena závislost poměru průměrných délek klíčenců pokusných a kontrolních skupin na termínu výsevu.

Výsledky skleníkového pokusu s paprikou jsou uvedeny v tab. IV. Hodnoty jsou přepočteny na jednu rostlinu. Výsledky parcelkového pokusu s kukuřicí uvádí tab. V. I zde jsou hodnoty vztaženy na jednu rostlinu. Mitotické indexy jsou uvedeny v tab. VI.

8. Závislost poměrů průměrných délek klíčenců pokusných a kontrolních skupin na termínu výsevu po TEE — The dependence of the ratio of the average lengths of seedlings in the test and control groups on the term of sowing after TEE



IV. Výsledky nádobového pokusu s paprikami — The results of the pot experiment with sweet garden pepper

Skupina	Hmotnost plodů		Počet plodů		Průměrná hmotnost jednoho plodu		Číslo ranosti
	(g)	P : K	(ks)	P : K	(g)	P : K	
TEE	228,5	1,08	7,0	0,86	32,6	1,24	31,5
K	211,9	—	8,1	—	26,2	—	35,4

V. Výsledky parcelkového pokusu s kukuřicí — The results of the small-plot experiment with maize

Skupina	Hmotnost všech palic		Hmotnost jedné palice zbavené listenů		Počet palic	
	(g)	P : K	(g)	P : K	(ks)	P : K
TEE	298	1,05	228	0,98	1,3	1,08
K	285	—	232	—	1,2	—

DISKUSE

Statisticky jsme vzájemné působení sledovaných faktorů, tj. způsobu generování TEE, materiálu použitého pro generování TEE a doby uplynulé od ovlivnění obilí do výsevu, vyhodnotili analýzou variancí pro vícefaktorový pokus a dospěli jsme k těmto závěrům:

VI. Mitotické indexy
v kořenech pšenice —
The mitotic indices in
wheat roots

K	TEE
0,25	0,27
0,63	0,77
0,57	0,63
0,66	0,68
0,66	0,74
0,75	0,70

VII. Polarita náboje —
Charge polarity

Materiál	Polarita náboje
PE pyt- lovina	—
Ag	neměřitelné
Al	—
PVC	+
PE	+, —
Plexisklo	—
sklo	—
SIMAX	—
Polysty- ren	+

1. VLIV MATERIÁLŮ POUŽITÝCH PRO GENEROVÁNÍ
TEE NA DÉLKU KLÍČENCŮ

Triboelektrický efekt, generovaný všemi použitými materiály (s výjimkou polyetylenové pytloviny), měl stimulační vliv na délku klíčenců. U stříbra, hliníku a syntetické pytloviny nejsou rozdíly proti kontrole statisticky významné. Polystyren, plexisklo a Simax mají prokazatelný vliv na zvýšení délky klíčenců při $P = 0,01$. Ostatní materiály (PVC a polyetylen) mají prokazatelně stimulační vliv na úrovni $P = 0,05$. Největší stimulační vliv z použitých materiálů měl polystyrén. Při vzájemném porovnávání materiálů je patrné, že nekovové materiály (s výjimkou syntetické pytloviny) mají průkazně větší vliv na délku klíčenců než stříbro a většinou jsou také průkazně lepší než hliník. Výše stimulačního efektu není závislá na polaritě náboje vzniklého při TEE. Náznorně je to patrné z tab. VII, kde v levém sloupci jsou použité materiály seřazeny podle stoupajícího účinku na délku klíčenců, v pravém sloupci je polarita náboje vzniklého při TEE.

2. VLIV ZPŮSOBU GENEROVÁNÍ TEE
NA DÉLKU KLÍČENCŮ

Všechny způsoby generování TEE mají stimulační vliv na délku klíčenců. První, druhý a pátý až osmý způsob (tab. II) mají prokazatelný vliv na úrovni $P = 0,01$. Obilky ovlivněné třetím způsobem jsou prokazatelně delší při $P = 0,05$. U čtvrtého způsobu není vliv statisticky průkazný.

3. VLIV DOBY UPLYNULÉ OD OVLIVNĚNÍ OBILEK
TEE DO VÝSEVU

Při všech termínech výsevu se projevil stimulační vliv TEE. V obou opakováních je stimulační efekt nejnižší při výsevu do dvou dnů po ovlivnění semen. V prvním opakování bylo dosaženo nejlepších výsledků při výsevu 20. den po ovlivnění obilek TEE. V druhé sérii vzorků byl nejlepší stimulační účinek 60. až 70. den po ovlivnění obilek TEE. V souhrnu lze upozornit na skutečnost, že stimulační vliv TEE byl výraznější v první sérii vzorků, které byly ovlivňovány v březnu a dubnu. Ve druhé sérii vzorků, ovlivňovaných v květnu a červnu, byl stimulační efekt poněkud nižší. Je možné, že se zde prosazuje vliv celoročního biologického rytmu.

4. POKUSNÁ SKUPINA PAPRIK

Výnos této skupiny (tab. IV) byl o 8 % vyšší než u neovlivněné kontrolní skupiny. Pokusná skupina měla plody o vyšší průměrné hmotnosti. Z kontrolní skupiny bylo sklizeno více plodů, byly však drobnější. Číslo ranosti ukazuje, že sklizeň pokusné skupiny byla ranější. Vyšší výnos je průkazný při $P = 0,05$.

5. PARCELOVÝ POKUS S KUKURICÍ

Z výsledků tohoto pokusu (tab. V) vyplývá, že výnos palic (zbavených listenů) pokusné skupiny ovlivněné TEE je o 5 % vyšší než výnos skupiny kontrolní (je to však při $P = 0,05$ neprůkazné).

6. MITOTICKÉ INDEXY Z KOŘENŮ PŠENIČNÝCH KLÍČENCŮ

Tyto indexy (tab. VI) svědčí o intenzivnějším dělivém procesu právě u obilek pod vlivem TEE. (Vliv TEE na mitózu jsme paralelně sledovali i u kořenů klíčících semen cibule. I zde se výrazně projevil stimulační vliv TEE na mitotický index.)

NĚKTERÁ FAKTA KE KONSTRUKCI PRACOVNÍ HYPOTÉZY PŮSOBNÍ TEE NA SEMENA

Z faktorů, které mohou sehrát roli při konstrukci pracovní hypotézy, upozorňujeme především na ionizační procesy.

Nosiče elektřiny v plynech se mohou tvořit těmito způsoby:

1. Nárazovou ionizací při rázu dostatečně rychlého iontu, elektronu nebo neutrální částice na neutrální atom nebo molekulu. Nárazová ionizace elektrony je pravděpodobně nejdůležitější pochod při interakci elektrického pole a rostlinných semen. Je-li narázející částicí elektron, musí platit

$$\frac{mv^2}{2} \geq W_i$$

kde: m — hmota elektronu
 v — rychlost elektronu
 W_i — tzv. ionizační práce
 $\frac{mv^2}{2}$ — kinetická energie narázejícího elektronu

Energie, kterou získá elektron v elektrickém poli, závisí na intenzitě tohoto pole na dráze x mezi dvěma srážkami. Dosáhne-li tato energie velikosti podle uvedeného vzorce, elektron při srážce ionizuje, tj. musí platit $eEx \geq W_i$ (kde $W_i = eU_i$), čili elektron musí proběhnout dráhu $x \geq \frac{U_i}{E}$ (kde U_i je ionizační napětí). Z toho plyne, že nárazová ionizace probíhá lépe za sníženého tlaku, protože elektron mezi dvěma nárazy uběhne delší dráhu. Když kinetická energie elektronu je menší než ionizační práce, narázející elektron může pouze nabudit atom nebo molekulu a ionizace může být dokončena nárazem jiného elektronu. To je tzv. postupná ionizace. Kromě elektronů ionizují popsáním způsobem i kladné ionty, ale v mnohem menší míře, protože mají ve srovnání s elektrony větší hmotu a pohybují se při stejné energii mnohem pomaleji než elektrony.

2. Fotoionizaci — kinetická energie fotonů je dána výrazem

$$W = hf$$

kde: h — Planckova konstanta 6,625 Js

$f = \frac{c}{\lambda}$ — kmitočet
 c — rychlost světla
 λ — vlnová délka

Podmínkou pro fotoionizaci je $hf \geq W_i$. Z toho plyne délka vlny, při níž může nastat ionizace:

$$\lambda = \frac{hc}{W_i} = \frac{123 \cdot 10^{-8}}{W_i} \quad (\text{m, eV})$$

Ve vzduchu vzniká fotoionizace např. rtg paprsky, UV zářením, kosmickým zářením a laserovým světlem. Při fotoionizaci je opět možná postupná ionizace.

3. Tepelnou ionizací — zde mohou nastat tyto případy:

- a) ionizace při srážkách mezi molekulami plynu s velkou kinetickou energií,
- b) fotoionizace tepelným zářením plynu,
- c) ionizace srážkami molekul plynu s elektrony vzniklými při jiných pochodech.

4. Povrchovou ionizací, při které se uvolňují elektrony s povrchů elektrod a látek při bombardování těchto povrchů částicemi s dostatečnou energií, při ozařování povrchů krátkovlnným zářením (fotoelektrický jev) a působením silného vnějšího elektrického pole.

Vzduch v těsné blízkosti obílek a ve vnitřních dutinách obsahuje vždy elektrony. Pod vlivem elektrického pole dochází v těchto dutinách k urychlení elektronů, a tím i k nárazové ionizaci. Je-li vlivem nárazové ionizace vytvořeno elektricky vodivé prostředí, může přeskóčit mikrovýboj mezi lokálními náboji opačných znamének. Jelikož v dutinách je atmosférický tlak, mají mikrovýboje formu trsovitou nebo jiskrovou. V mikrovýbojích dochází k dodatečné tepelné ionizaci a fotoionizaci (u makroskopických výbojů dosahuje teplota ve výbojových kanálech 10^4K). Prudkým ohřevem se v kanálu výboje rozpíná plyn a tím vzniká tlaková vlna, která se rovněž může podílet na další ionizaci. Existenci mikrovýbojů v semenech rostlin jsme experimentálně dokázali nejen při triboelektrickém jevu, ale i při zavedení elektrického pole jinými způsoby. Není ovšem možné rozlišit výboje ve vnitřních dutinách semen a v mezerách mezi semeny. Proud tekoucí mikrovýbojem je periodicky tlumený s exponenciálním poklesem amplitudy. To znamená, že mikrovýboj představuje částečné nebo plné vybití kapacity mezi dvěma elementy povrchu dutiny ve směru elektrického pole.

Na základě uvedených poznatků můžeme u triboelektrického způsobu zavedení elektrického pole do semen předpokládat tyto mechanismy:

1. U čistě dielektrických složek semen dochází nepochybně k jevům, které souborně označujeme jako dielektrickou polarizaci. U složek elektrolytických se rozdělují ionty podle polaritu.

2. Aktivační energie vytvořeného nebo přiloženého elektrostatického pole mění hustotu elektronových oblaků v biologickém materiálu, čímž se změní reakční kinetika. Při předpokládané polarizaci aktivních center může docházet k aktivační entropii.

3. Vzniká iontová atmosféra, kterou kromě převládajících kladných iontů a elektronů vzniklých popsávanými mechanismy mohou tvořit i záporné ionty, vytvářející se při dopadu na stěny dutin za přispění tlakových vln. Nabízí se tu srovnání s účinky krátkodobého slunečního ozáření osiva před setím, které dělají pro stimulaci v SSSR. Ultrafialová složka slunečního záření zde nepochybně ionizuje plynné prostředí (plynný film na povrchu semen). Tentýž jev nastává i při ozáření osiva laserovým světlem. Není vyloučeno, že jde o složité ovlivnění plynů v těsné blízkosti obílek (etylen, kyslík, uhlíkatý atd.).

4. Při mikrovýbojích se tvoří ozón a může docházet i k chemickým reakcím s látkami ve stěnách dutin. Tak mohou vznikat ve stopovém množství i nové chemické látky, které mohou stimulačně zasáhnout do výměny látkové.

5. Mikrovýboje jsou zdrojem elektromagnetického pole, které se šíří do okolí a ozařuje nejen semeno, ve kterém vzniklo, ale i semena sousední.

6. Změna aktivního transportu buněčnou stěnou. Chemiosmotická membránová hypotéza vysvětluje funkci buněčné membrány tak, že syntéza ATP v buňce je podmíněna tzv. protonovým přenosem membránou. H^+ ionty nemohou pasívně dufundovat membránou. Hlavní příčinou aktivního přenosu je potenciálový rozdíl mezi oběma stranami buněčné membrány. Na buněčných stěnách semen se může měnit v poli TEE kinetická energie. Ta by mohla vést ke zvýšenému průniku látek (např. vody) buněčnou membránou.

ZÁVĚR

U všech použitých materiálů (s výjimkou pytloviny) má TEE jimi generovaný stimulační vliv na rychlost klíčení.

Kovovými materiály (Ag, Al) generovaný vliv TEE není statisticky průkazný.

TEE generovaný nekovovými materiály má statisticky průkazný stimulační účinek na rychlost klíčení při $P = 0,01$ (polystyren, plexisklo, sklo SIMAX) nebo při $P = 0,05$ (PVC, polyetylen).

Jednotlivé způsoby generace jsou co do účinku na rychlost klíčení pšenice rovnocenné.

Účinek TEE se prosazuje ihned po ovlivnění obilí. Tento účinek je však větší při výsevu za jeden až dva měsíce po ovlivnění obilí.

Parcelkové pokusy s kukuřicí a nádobové pokusy s paprikou svědčí o tom, že se rychlejší růst klíčenců pod vlivem TEE proslavil pozitivně i do sklizňových charakteristik.

Intenzivnější růst klíčenců (délka koleoptile v čase) je zdůvodněn i intenzivnějším dělivým buněčným procesem, vyjádřeným vyššími mitotickými indexy.

Praktická uplatnění předseťové úpravy osiva TEE bude vyžadovat v další fázi výzkumu nové parcelkové i polní pokusy s různým režimem ošetření a u různých druhů a odrůd zemědělských plodin. Mimo to je třeba se zaměřit laboratorně na organizaci takových biofyzikálních experimentů, které by blíže vysvětlily mechanismus účinku TEE na semena.

Již v této fázi výzkumu jsme přesvědčeni, že se tato metoda může po dalším propracování uplatnit i v provozu. Je energeticky i investičně nenáročná. Tento způsob předseťové úpravy by mohl být zařazen do již existujících linek na přípravu seťového obilí. Jeho další výhodou je i značně dlouhá doba zachování stimulačního účinku po ošetření osiva (v našich pokusech u pšenice až osm měsíců). Naproti tomu údržnost stimulačního efektu v osivu ošetřeném např. UV světlem nebo magnetickým polem je pouze dva až tři týdny.

Literatura

ARTBAUER, J. aj.: Izolanty a izolácie. Alfa 1969.

BIGOŠ, J.: Elektrický náboj, jeho kumulácia a vplyv v priemysle. In: Sborník ČSVTS „Elektromagnetické pole a biologické systémy“ 1979.

HASSENTENUEFEL aj.: Elektrotechnické materiály. Praha, Stát. nakl. tech. lit. 1978.

TRNKA, Z.: Teoretická elektrotechnika. Praha, Stát. nakl. tech. lit. 1962.

RECKNAGEL, A.: Physik. Berlin, VEB Verlag Technik 1959.

ZENÍŠEK, L.: Zvláštní elektrické stroje. Praha, Stát. nakl. tech. lit. 1957.

Došlo dne 11. 3. 1980

РУМЛ, М. — СТАНЕК, З. — КРЖИЖОВА, Л. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага; Электротехнический факультет Чешского политехнического института, Прага): Трибоэлектрическое явление, как фактор стимуляции при обработке посевного материала перед посевом. *Zeměd. Tech.*, 26, 1980 (8) : 463-477.

Авторы исследовали влияние трибоэлектрического явления на всхожесть и рост сеянцев озимой пшеницы и на уборочную характеристику овощного перца и кукурузы. Целью научного исследования было определение возможности предпосевной стимуляции посевного материала этим физическим полем. Трибоэлектрическое явление (ТЭЕ) устанавливалось восьмью разными способами при использовании восьми материалов: полистирена, органического стекла, PVC, полиэтилена, стекла СИМАКС, полиэтиленовой мешочной ткани, серебра и алюминия. У всех использованных материалов с исключением полиэтиленовой мешочной ткани ТЭЕ стимулирует рост сеянцев пшеницы. Действие отдельных способов генерации ТЭЕ на рост сеянцев пшеницы равноценное. Действие ТЭЕ проявляется сразу после стимуляции зерновок, однако оно больше при высеве через месяц или два после оказания влияния. В опытах с вегетационными сосудами у семян перца, находящихся под влиянием ТЭЕ, был установлен больший и более ранний урожай плодов. При испытаниях кукурузы на экспериментальных участках, у растений выращиваемых из семян, под влиянием ТЭЕ урожай был на 5% выше, чем у контрольных растений. Авторы предлагают некоторые факты, которые могли бы служить для конструкции рабочей гипотезы действия трибоэлектрического явления на семена и растения.

трибоэлектрическое явление; физическое поле; рост и развитие растений; стимуляция прорастания семян

RUML, M. — STANĚK, Z. — KRŽOVÁ, L. (Research Institute for Agricultural Engineering, Praha; Electrotechnical Faculty of the Czech College of Technology, Praha): *The Triboelectric Effect as a Stimulative Factor in the Pre-Seeding Treatment of Seed*. *Zeměd. Techn.*, 26, 1980 (8) : 463-477.

The triboelectric effect was studied as influencing the germination and growth of winter wheat seedlings and the cropping characteristics of sweet garden pepper and maize. The research was aimed at finding the possibility of the pre-seeding stimulation of seed with this physical field. The triboelectric effect (TEE) was generated by eight different methods, eight different materials being used: polystyrene, plexiglass, PVC, polyethylene, SIMAX glass, polyethylene cloth, silver and aluminium. In all the materials tested, with the only exception of polyethylene cloth, TEE stimulated the growth of wheat seedlings. The efficacy of different methods of TEE generation is the same. TEE manifests itself immediately after the exposure of seeds to its action; however, it is higher when the seeds are sown one or two months from exposure. Pot experiments demonstrated that the TEE-treated sweet garden pepper seeds produced plants which gave an earlier and higher fruit yield. In the small-plot tests with maize, the plants grown from the TEE-treated seeds gave a yield higher by 5% than the control plants. Some facts are being suggested which might serve for constructing a working hypothesis concerning the triboelectric effect on seeds and plants.

triboelectric effect; pre-seeding seed stimulation; physical field; plant growth and development; stimulation of germination

RUML, M. — STANĚK, Z. — KRŽOVÁ, L. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha; Elektrotechnische Fakultät der Technischen Hochschule, Praha): *Triboelektrische Erscheinung als Stimulationsfaktor bei der Voraussaataufbereitung vom Saatgut*. *Zeměd. Techn.*, 26, 1980 (8) : 463-477.

Die Autoren untersuchten den Einfluß der triboelektrischen Erscheinung auf die Keimung und auf das Wachstum der Winterweizenkeimlinge und auf die Erntecharakteristiken von Gemüsepaprika und Mais. Ziel der Forschung war es, die Möglichkeit der Voraussaatstimulierung des Saatgutes mit diesem physikalischen Feld festzustellen. Die triboelektrische Erscheinung (TEE) wurde mittels acht verschiedene Verfahren unter Anwendung von acht Materialien generiert: Polystyrol, Plexi-Glas, PVC, Polyäthylen, SIMAX-Glas, Polyäthylen-Sackleinwand, Silber und Aluminium. Bei allen verwendeten Materialien mit Ausnahme von Polyäthylen-Sackleinwand übt TEE einen stimulierenden Einfluß auf das Wachstum der Weizenkeimlinge aus. Die Wirkung der einzelnen Verfahren der TEE-Generation auf das Wachstum der

Keimlinge ist gleichwertig. Die Wirkung der TEE setzt sich sofort nach der Beeinflussung der Saatgut durch, die sie ist jedoch größer bei der Aussaat nach einem bis zwei Monaten nach der Beeinflussung. In den Gefäßversuchen stellte man bei der TEE der beeinflussten Paprikasamen einen größeren und früheren Früchtertrag fest. In den Parzellen versuchen mit Mais brachten die aus den durch TEE beeinflussten Samen angebauten Pflanzen einen um 5 % höheren Ertrag als die Kontrollpflanzen. Die Autoren schlagen einige Fakta vor, die bei der Konstruktion einer Arbeitshypothese der Wirkung der triboelektrischen Erscheinung auf die Samen und Pflanzen dienen könnten.

triboelektrische Erscheinung; Voraussaatstimulierung der Samen; physikalisches Feld; Wachstum und Entwicklung der Pflanzen; Stimulierung der Keimung

Adresy autorů:

Ing. Milan R u m l, CSc., ing. Lubomíra K ř í ž o v á, Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

Ing. Zdeněk S t a n ě k, Elektrotechnická fakulta ČVUT, Suchbátarova 2, 166 27 Praha 6 - Dejvice

**Výběr z přírůstků
Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ
z úseku zemědělská technika**

Uvedené publikace je možné si vypůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hodin. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

E 38.142/212

Getreideproduktion.

Markkleeberg, AGRA 1979. 24 s. (Obilnářství – stroje – NDR – zkoušení – zprávy)

D. 68.377/5/124/

Mechanizacja zbioru zbóż, zielonek i roślin technicznych.

Warszawa, Inst. budownictwa mechanizacji i elektryfikacji rolnictwa 1975. 182 s., tab. Biuletyn informacyjny 5(124). (Sklízecí stroje – obiloviny a píce – sborník – Polsko/Varšava – Výzkumný ústav mechanizace a elektrifikace zemědělství – sborník – Polsko)

SPIESS, E.

C 19.978/153

Mähdrusch in Hanglagen-Hangmähdröcher.

Tänikon, Eidg. Forschungsanstalt f. Betriebswirtschaft und Landtechnik 1979. 11 s., gr. Blätter f. Landtechnik 153. (Obilniny – sklizeň – sklízecí mlátičky – horské oblasti – použití – zkoušení – Švýcarsko – zprávy)

E 38.142/203

Mähdröcher E 516 und die Nachfolgetechnik zur Strohernte.

Markkleeberg, Landwirtschaftsausstellung d. DDR 1979. 44 s., 6 obr., 21 tab. (Sklízecí mlátičky – E-516 – sláma – sklizeň – zkoušení – NDR – zprávy)

COLLOT, M.

C 8.421/447

Les ventes départementales, en France, de moissonneuses-batteuses et de ramasseuses-presses au cours de la saison 1977–1978.

Antony, CNEEMA 1979. 39., 5 mp. příl. Etudes du CNEEMA no 447. (Sklízecí mlátičky – prodej – Francie – 1977–1978 – přehledy/Lisy balíkovací – prodej – Francie – přehledy – 1977–1978)

NILSSON, E. – LARSSON, L. E. – SVENSSON, K. A.

C 10.542/376

Slatter för höberedning. Framkomlighet – Förluster – Fodervärde – Avkastning.

Uppsala, Jordbrukstekniska institutet 1978. 64 s., 34 obr., 11 tab. res. angl. Meddelande nr 376. (Žací stroje – výzkum – Švédsko)

VPLYV PARAMETROV POJAZDNÉHO ZÁVITNICOVÉHO DÁVKOVAČA JADROVÉHO KRMIVA NA VEĽKOSŤ A PRESNOSŤ DÁVKY

J. Lobotka

LOBOTKA, J. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Vplyv parametrov pojazdného závitnicového dávkovača jadrového krmiva na veľkosť a presnosť dávky*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (8) : 479-486.

Výsledky tejto práce poukazujú na vhodné parametre závitnicového dávkovača sypkého jadrového krmiva. Pre daný priemer 0,1 m je vhodné stúpanie $s = 0,07$ m a frekvencia otáčania závitnice v rozsahu $120 \div 150 \text{ min}^{-1}$. Odporúčaná pojazdová rýchlosť závitnicového dávkovača jadrového krmiva sa pohybuje v rozsahu 6 až 8 m.min⁻¹, ale treba ju spájať s celkovou dávkou jadrového krmiva a parametrami závitnice.

závitnicový dávkovač sypkého jadrového krmiva; parametre; pojazdová rýchlosť

Pri kŕmení hospodárskych zvierat jadrovými kŕmnymi zmesami je dôležité dosiahnuť požadovanú presnosť dávky, čo umožní racionálne ju zužitkovať.

Medzi základné pracovné mechanizmy pre dávkovanie jadrového krmiva patrí závitnicový dávkovač.

Skonštruovali sme model pojazdného závitnicového dávkovača jadrového krmiva, ktorý umožní programovo dávkovať krmivo zo zásobníka a ktorý sa pohybuje po koľajnicovej dráhe nad válovm zvierat. Veľkosť dávky sa dá regulovať dĺžkou zopnutia hnacieho elektromotora vyhŕňacej dávkovacej závitnice pomocou mikrospínača na programovacej lište. Pojazd zásobníka je riešený od hnacej jednotky cez uzavretý okruh lana. Vo viacrakových maštalích je možné použiť dávkovač pre jeden rad a plniť zásobník dávkovača špirálovým dopravníkom zo zásobníka jadrového krmiva pri maštali.

PREHLAD LITERATÚRY A TEORETICKÉ RIEŠENIE

Závitnicové dávkovače pracujú na princípe vyhŕňania materiálu závitnicou. V teoretických riešeniach vychádzame z výkonnosti Q_s , ktorá je daná vzťahom:

$$Q_s = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot v_{mat} \cdot \psi \cdot \rho = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot s \cdot n \cdot k \cdot \psi \cdot \rho \quad (\text{kg} \cdot \text{s}^{-1})$$

kde: D	— priemer závitnice	(m)
d	— priemer hriadeľa	(m)
s	— stúpanie závitnice	(m)
v_{mat}	— rýchlosť posuvu materiálu	(m · s ⁻¹)
n	— frekvencia otáčania	(s ⁻¹)
ρ	— merná hmotnosť krmiva	(kg · m ⁻³)
ψ	— stupeň zaplnenia závitnice	(1)
k	— koeficient zohľadňujúci zaostávanie materiálu za osovou rýchlosťou bodu závitnice	

Dávka krmiva založená za určitý čas potom je:

$$m = Q_s \cdot t = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} s \cdot n \cdot k \cdot \psi \cdot \rho \cdot t \quad (\text{kg})$$

kde: Q_s	— výkonnosť závitnice	(kg · s ⁻¹)
t	— čas dávkovania krmiva	(s)

Ak analyzujeme tento vzťah, ktorý uvádzajú rôzni autori v spojitosti s dávkovačom alebo závitnicovým dopravníkom (Blažek a Kadlec, 1963; Dražan a i., 1966; Lobotka, 1978), vidíme, že na veľkosť dávky vplývajú tieto parametre závitnicového dávkovača:

- priemer závitnice a hriadeľa,
- stúpanie závitnice,
- frekvencia otáčania závitnice,
- dĺžka zopnutia hnacieho elektromotora.

Zootechnické požiadavky stanovujú presnosť dávkovania koncentrovaných krmív v rozmedzí $\pm 5\%$ (Kolář a i., 1973). Objemové dávkovače takúto presnosť dávky umožňujú (Melnikov a i., 1969). Závitnicový dávkovač pracuje na takomto princípe.

Podľa Lobotku a i. (1975) priemer závitnice dávkovača má byť v rozmedzí 70 až 100 mm a stúpanie k priemeru má byť 0,5 ÷ 0,7 : 1. Ak má byť dosiahnutá vyššia dávka krmiva, treba paralelne umiestniť viac dávkovacích elementov a nevoliť veľké rozmery závitnice. Autori za minimálnu požadovanú dávku jadrového krmiva považujú hmotnosť krmiva 0,8 až 1 kg, čo pri norme spotreby 0,23 kg na liter mlieka zodpovedá jednému nádoju 3,5 až 4,5 l mlieka.

Kolář a i. (1973) uvádzajú, že pre hovädzí dobytok má byť krmivo založené na dĺžke válova 0,4 m.

METODIKA PRÁCE A CIEĽ

Cieľom práce bolo namerať, zhodnotiť a posúdiť vplyv parametrov pojazdného závitnicového dávkovača jadrového krmiva na presnosť dávky sypkého krmiva.

Pri meraniach sme menili tieto parametre závitnicového dávkovača:

- frekvenciu otáčania závitnice v rozsahu 60, 80, 100, 120, 150 min⁻¹,
- stúpanie závitnice v rozsahu 0,04; 0,05 a 0,07 m,
- dĺžku programovacej narážky 0,2 a 0,4 m,
- rýchlosť pojazdu dávkovača v rozsahu 6,8 a 10 m · min⁻¹.

Namerané hodnoty boli dosiahnuté na závitnici o priemere $\varnothing D = 0,1$ m, priemere hriadeľa $\varnothing d = 0,06$ m (obvodová závitnica).

VÝSLEDKY

Model pojazdného dávkovača jadrového krmiva s vyhŕňacou závitnicou umožňoval meniť parametre podľa vpredu uvedených hodnôt, a to tak, aby sa merania opakovali celkom šesťkrát. Namerané hodnoty dávok boli matematicko-štatistickými metódami spracované a vyhodnotené. Pri posudzovaní vplyvu jednotlivých parametrov budeme zhodnocovať vplyv frekvencie otáčania závitnice, jej stúpania, rôznej pojazdovej rýchlosti a rôznej dĺžky programovacej narážky.

Vplyv frekvencie otáčania na veľkosť dávky a jej presnosť

Na základe vzťahu pre hmotnosť dávky jadrového krmiva vyhrnutého závitnicovým dávkovačom je možné uviesť, že hmotnosť dávky je priamo úmerná frekvencii otáčania závitnice. Za predpokladu konštantných ostatných veličín to môžeme vyjadriť vzťahom :

$$m = f_1(n) = k \cdot n \cdot t \quad [\text{kg}]$$

Pre analýzu vplyvu som vybral merania dávky krmiva závitnicovým dávkovačom so stúpaním $s = 0,07$ m, pri dĺžke programovacej lišty dávky $l = 0,4$ m, pri posuvnej rýchlosti $v = 6$ m . min⁻¹. Výsledky sú uvedené v tab. I.

I. Vplyv frekvencie otáčania závitnice na zmenu dávky krmiva $v_p = 6$ m . min⁻¹
— The effect of auger revolutions on the change in feed ration, $v_p = 6$ m per min.

Frekvencia otáčania závitnice (min ⁻¹)	Priemerná hmotnosť dávky (kg)	Smerodajná odchýlka (I)	Variačný koeficient (%)
60	0,978	0,0257	3,03
80	1,224	0,0344	2,81
100	1,503	0,0259	1,73
120	1,843	0,0409	2,22
150	2,321	0,0347	1,49

Pri posuvnej rýchlosti 8 m . min⁻¹ tohoto dávkovača sú výsledky meraní po spracovaní uvedené v tab. II.

Pri posuvnej rýchlosti 10 m . min⁻¹ dávkovača sú výsledky meraní spracované v tab. III.

Výsledky uvedené v tab. I—III ukazujú, že s rastúcou frekvenciou otáčania závitnice dávkovača rastie veľkosť dávky, čo je plne v súlade s princípom práce závitnice. Pri vyšších otáčkach je dávka vyššia, po-

II. Vplyv frekvencie otáčania závitnice na zmenu dávky krmiva pri $v_p = 8$ m. min.⁻¹ — The effect of auger revolutions on the change in feed ration, $v_p = 8$ m per min.

Frekvencia otáčania závitnice (min ⁻¹)	Priemerná hmotnosť dávky (kg)	Smerodajná odchýlka (1)	Variačný koeficient (%)
60	0,786	0,0238	3,03
80	0,956	0,0167	1,75
100	1,108	0,0375	3,38
120	1,422	0,0114	0,80
150	1,681	0,0247	1,43

III. Vplyv frekvencie otáčania závitnice na zmenu dávky krmiva pri $v_p = 10$ m. min.⁻¹ — The effect of auger revolutions on the change in feed ration, $v_p = 10$ m per min.

Frekvencia otáčania závitnice (min ⁻¹)	Priemerná hmotnosť dávky (kg)	Smerodajná odchýlka (1)	Variačný koeficient (%)
60	0,582	0,0297	5,10
80	0,742	0,0247	3,33
100	0,780	0,0853	10,94
120	1,115	0,0234	2,10
150	1,372	0,0255	1,86

dobne ako aj jej presnosť. Je možné súhlasiť so získanými poznatkami, že vyššia presnosť dávky sa dá ľahšie dosiahnuť pri väčšej hmotnosti dávky. Ak sme zhodnocovali výsledky dosiahnuté pri kratšej dobe dávkovania (dĺžka programovacej lišty dávky krmiva bola $l = 0,2$ m), zistili sme, že pri nižšej hmotnosti dávky krmiva je vyššia presnosť. Pre praktické použitie na základe dosiahnutých výsledkov odporúčam použiť frekvenciu otáčania závitnice dávkovača v rozsahu $120 \div 150$ min⁻¹ pri daných ostatných parametroch (s, d, D).

Vplyv stúpania závitnice na veľkosť dávky krmiva a na jej presnosť

V teoretickom vzťahu pre určenie výkonnosti, a tým aj dávky krmiva, je vplyv stúpania závitnice daný priamo úmernou lineárnou závislosťou. Môžeme to vyjadriť vzťahom:

$$m = f_2 \quad (s)$$

Pre posúdenie uvediem výsledky dosiahnuté s tromi rôznymi stúpaniami závitnice pri ostatných konštantných parametroch. V tab. IV. sú výsledky pri konštantnej frekvencii otáčania, priemerach závitnice

IV. Vplyv stúpania závitnice na priebeh dávky krmiva — The effect of auger rise on the curve of feed ration

Stúpanie závitnice (m)	Priemerná hmotnosť dávky (kg)	Smerodajná odchýlka (1)	Variačný koeficient (%)	Frekvencia otáčania min ⁻¹
0,4	0,659	0,0150	2,31	60
0,5	0,776	0,0500	6,45	60
0,7	0,978	0,0257	2,67	60
0,4	0,746	0,0102	1,36	80
0,5	0,952	0,0401	4,21	80
0,7	1,224	0,0344	2,81	80
0,4	0,858	0,0853	9,94	100
0,5	1,345	0,0456	3,39	100
0,7	1,503	0,0259	1,73	100
0,4	1,122	0,0551	4,91	120
0,5	1,562	0,0679	4,35	120
0,7	1,843	0,0409	2,22	120
0,4	1,501	0,0089	0,60	150
0,5	2,104	0,1078	5,12	150
0,7	2,321	0,0347	1,49	150

a dĺžke programovacej lišty $l = 0,4$ m, pri pojazdovej rýchlosti $v_p = 6$ m . min⁻¹.

Všetky uvedené hodnoty ukazujú, že stúpanie závitnice vplyva na veľkosť priemernej dávky krmiva. Variačný koeficient, až na ojedinelý prípad, potvrdzuje dostatočnú presnosť dávky. Pre praktické použitie odporúčam voliť stúpanie $s = 0,07$ m

VPLYV DĹŽKY PROGRAMOVACEJ NARÁŽKY NA VEĽKOSŤ DÁVKY A JEJ PRESNOSŤ

Dĺžkou programovacej nárážky je v závislosti od pojazdovej rýchlosti daný čas dávkovania krmiva. Pre jednotlivé rýchlosti pojazdu $v_p = 6,8$ a 10 m . min⁻¹ pre dĺžku programovacej nárážky $0,2$ m bude čas dávkovania $t = 2$ s, $1,5$ s a $1,2$ s a pre dĺžku nárážky $l = 0,4$ m bude čas dávkovania $t = 4$ s, 3 s a $2,4$ s. Na základe už uvedeného je možné povedať, že na veľkosť dávky a jej presnosť bude vplyvať dávka doby zopnutia hnacieho elektromotora vyhrievacej závitnice dávkovača a že pri väčšej dávke krmiva sa ľahšie dosiahne vyššia presnosť dávkovania. Niektoré výsledky pre porovnanie a zhodnotenie vplyvu stúpania závitnice uvediem v tab. V pre závitnicový dávkovač so stúpaním $s = 0,07$ m.

Výsledky ukazujú, že dĺžka programovacej nárážky jednoznačne vplyva na veľkosť dávky jadrového krmiva, pretože podľa prepočtov sa predĺži čas dávkovania. Pretože pri väčšej dĺžke času dávkovania sa dosiahne vyššia hmotnosť dávky krmiva, prejaví sa to vo zvýšenej pres-

Dĺžka narážky (m)	Pojzdová rýchlosť (m.min ⁻¹)	Frekvencia otáčania (min. ⁻¹)	Priemerná dávka (kg)	Smerodajná odchýlka (l)	Variačný koeficient (%)
0,2	6	60	0,610	0,0413	6,78
0,4	6	60	0,978	0,0257	2,62
0,2	8	60	0,471	0,0254	5,39
0,4	8	60	0,786	0,0238	3,03
0,2	10	60	0,355	0,0294	8,27
0,4	10	60	0,582	0,0297	5,10
0,2	6	100	0,801	0,0252	3,14
0,4	6	100	1,503	0,0259	1,73
0,2	8	100	0,565	0,0394	6,97
0,4	8	100	1,108	0,0375	3,38
0,2	10	100	0,439	0,0189	4,32
0,4	10	100	0,780	0,0853	10,94
0,2	6	150	1,214	0,0230	1,90
0,4	6	150	2,321	0,0347	1,49
0,2	8	150	1,000	0,0176	1,76
0,4	8	150	1,681	0,0247	1,43
0,2	10	150	0,699	0,0197	2,82
0,4	10	150	1,372	0,0255	1,86

nosti dávky krmiva. Hodnoty variačného koeficientu to okrem jediného prípadu potvrdzujú. Toto mohlo byť spôsobené nepresnosťou subjektívne ovplyvnených meraní. Pre dosiahnutie dávky krmiva 0,8 kg a viac je možné odporučiť použitie narážky $l = 0,4$ m a menej, podľa veľkosti dávky krmiva. Táto maximálna dĺžka narážky zodpovedá požiadavke na dávkovanie jadra do válova na dĺžke do 0,4 m.

Vplyv rýchlosti pojazdu dávkovača na veľkosť dávky krmiva a jej presnosť

Výsledky, ktoré boli uvedené v predchádzajúcich častiach, jednoznačne poukázali na vplyv pojazdovej rýchlosti dávkovača na veľkosť dávky v odvolaní sa na čas vyhŕňania krmiva. Teraz pôjde len o posúdenie presnosti dávky krmiva.

V tab. VI sú výsledky pre závitnicu so stúpaním $s = 0,07$ m, dĺžku programovacej narážky $l = 0,2$ m.

Uvedené výsledky potvrdzujú, že s rastúcou rýchlosťou pojazdu sa znižuje dávka krmiva, čo zodpovedá kratšiemu času dávkovania. Pri hodnotení presnosti dávky sa dá uviesť, že pri vyššej rýchlosti je presnosť dávky nižšia, čo je však ovplyvnené znížením dávky krmiva. Ak si všimame detailne hodnôt v tab. VI, vidíme, že pri rastúcej frekvencii otá-

Pojazdová rýchlosť m. min ⁻¹	Frekv. otáč. závitnice (min ⁻¹)	Priemerná dávka (kg)	Smerodajná odchýlka (1)	Variačný koeficient (%)
6	60	0,610	0,04135	6,78
8	60	0,471	0,02540	5,39
10	60	0,355	0,02937	8,27
6	80	0,509	0,0164	4,41
8	80	0,357	0,0224	4,58
10	80	0,268	0,0224	8,37
6	100	0,801	0,0252	3,14
8	100	0,565	0,0394	6,97
10	100	0,439	0,0189	4,32
6	120	0,974	0,0228	2,34
8	120	0,769	0,0264	3,43
10	120	0,565	0,0245	4,33
6	150	1,214	0,0230	1,90
8	150	1,000	0,0176	1,76
10	150	0,699	0,0197	2,82

čania závitnice dávkovača narastá hmotnosť priemernej dávky krmiva, a tým sa zvyšuje presnosť (klesá smerodajná odchýlka, variačný koeficient) a v hodnotení konkrétnych čísiel percentuálnej odchýlky od priemernej dávky krmiva sa táto hodnota znižuje priemerne pod 3 %. Závitnicovým dávkovačom je teda možné dosiahnuť pri voľbe vhodných parametrov presnosť dávky krmiva pod 3 %. Odporučená rýchlosť pojazdu je v rozsahu 6 ÷ 8 m. min⁻¹, ale treba zvažovať aj ostatné parametre.

DISKUSIA

Dosiahnuté výsledky práce ukázali, že je možné súhlasiť s poznatkami, ktoré sú uvedené v literárnych zdrojoch. Na veľkosť dávky jadrového krmiva jednoznačne vplyvajú konštrukčné a exploatačné parametre dávkovacej závitnice, čo je v súlade s výsledkami už citovaných autorov (Blažek a Kadlec, 1963; Dražan a i., 1966; Lobotka, 1978). To sa týka vplyvu frekvencie otáčania, stúpania závitnice a pojazdnej rýchlosti dávkovača, ako aj dĺžky zapnutia hnacieho elektromotora vyhrňacej dávkovacej závitnice a je to v súlade s Lobotkom a i. (1975). Zootechnické požiadavky stanovujú, že dovolená odchýlka pri dávkovaní jadra je ± 5 % (Kolář a i., 1973). Naše výsledky ukázali, že závitnicovým dávkovačom možno pri vhodnej voľbe parametrov závitnicového dávkovača dosiahnuť presnosť do ± 3 %, a to najmä pri celkovej dávke krmiva nad 1 kg. To je nový poznatok oproti Melnikovovi a i.

(1969), kde je len všeobecne povedané, akú presnosť dávky je možné dosiahnuť objemovými dávkovačmi. Presnosť je ovplyvňovaná celkovou dávkou krmiva, ktorú budeme zvieratám dávkovať.

Literatúra

- BLAŽEK, J. — KADLEC, V.: Stroje a zařízení pro živočišnou výrobu. Praha, SZN 1963.
DRAŽAN, F. — KUPKA, L. aj.: Transportní zařízení. Praha, SNTL 1966.
KOLÁŘ, K. aj.: Zootechnické požadavky na stroje a zařízení pro chov skotu. [Dílčí zpráva.] Praha, Výzk. ústav zeměd. techn. 1973.
LOBOTKA, J.: Technika a mechanizácia živočišnej výroby. Skriptum, VŠP Nitra 1978.
LOBOTKA, J. a i.: Funkčné požiadavky na pracovné mechanizmy pre dávkovanie a dopravu krmív. [Záverečná správa.] Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska 1975.
MELNIKOV, S. B. a i.: Mechanizacija životnovodčeskich ferm. Moskva, Kolos 1969.

Došlo dňa 19. 3. 1980

ЛОБОТКА, И. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Влияние параметров передвижного винтового дозировщика концентратов на размер и прочность дозы. Земед. Techn., 26, 1980 (8) : 479-486.

Результаты данной статьи свидетельствуют о хороших параметрах винтового дозировщика сыпучих концентратов. Для данного диаметра 0,1 м отвечает подъем $S = 0,07$ м и частота оборота винта в объеме $120 \div 150$ в мин. Рекомендуемая передвижная скорость винтового (шнекового) дозировщика концентратов находится в диапазоне $6 \div 8$ м/мин, однако необходимо ее связать с общей дачей концентратов и параметрами витков.

винтовой дозировщик сыпучих концентратов; параметры; передвижная скорость

LOBOTKA, J. (University of Agriculture, Nitra): *The Influence of the Parameters of the Mobile Auger Batcher of Concentrates on the Ration Size and Strength.* Zeméd. Techn., 26, 1980 (8) : 479-486.

Fitting parameters of an auger batcher of loose concentrates are given in the present paper. For the given diameter 0.1 m the incline $s = 0.07$ m is suitable and the auger revolutions within the range of $120-150$ rev. per min. The recommended speed of travel of the auger batcher of concentrates ranges from 6 to 8 m per min. but it should be considered in relation with the total concentrate ration and auger parameters.

auger batcher of loose concentrates; parameters; speed of travel

LOBOTKA, J. (Landwirtschaftliche Hochschule, Nitra): *Einfluß der Parameter des fahrbaren Schneckendosierers für Kraftfutter auf die Größe und Festigkeit der Portion.* Zeméd. Techn., 26, 1980 (8) : 479-486.

Die Ergebnisse dieses Aufsatzes deuten auf geeignete Parameter des Schneckendosierers für schüttbares Kraftfutter. Für den gegebenen Durchmesser von 0,1 m ist die Steigung $s = 0,07$ m und die Schneckendrehfrequenz im Bereich von $120 \div 150 \text{ min}^{-1}$ angebracht. Die empfohlene Fahrgeschwindigkeit des Schneckendosierers für Kraftfutter liegt im Bereich von $6 \div 8 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ und sie ist mit der Gesamtportion des Kraftfutters und mit den Parametern der Schnecke zu verbinden.

Schneckendosierer für schüttbares Kraftfutter; Parameter; Fahrgeschwindigkeit

Adresa autora:

Doc. ing. Jozef Lobotka, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Námestie mládeže 1, 949 01 Nitra

J. Novosad, R. Majzlík, G. Vítová

NOVOSAD, J. — MAJZLÍK, R. — VÍTOVÁ, G. (Ústav teoretických základů chemické techniky ČSAV, Praha; Výzkumný ústav krmivářského průmyslu a služeb, Pečky; Pražské pekárny a mlýny, Praha): *Měření pevnosti granulí krmných směsí*. Zeměd. Techn. 26, 1980 (8): 487—496.

Vypracovali jsme metodiku měření a hodnocení měrné pevnosti granulí krmných směsí při zatěžování tlakovou silou. Pro měření měrné pevnosti granulí byl adaptován přístroj používaný pro měření smykové pevnosti sypkých materiálů. Byla uskutečněna rozsáhlá měření na jednom typu granulí a vypracována statistická metoda vyhodnocení měření pevnosti granulí pomocí aritmetického průměru a směrodatné odchylky. Ze znalostí těchto dvou hodnot jsme určili přesnost měření a rozsah výběru určeného k měření. Zkoumali jsme vliv délky granulí a trhlin v nich na měrnou pevnost granulí. Metodika a způsob vyhodnocování vypracované na jednom typu granulí byly ověřeny na několika dalších typech. Uvádíme doporučený postup při odběru vzorků.

granulování krmných směsí; měření pevnosti granulí; statistické vyhodnocování

S rozvojem krmivářského průmyslu roste výroba krmných směsí. Tyto směsi se vyrábějí buď volně ložené, nebo granulované. V posledních letech výroba granulovaných krmných směsí rychle stoupá. Je několik důvodů pro tento vývoj. U granulovaných krmných směsí nedochází k segregaci jednotlivých složek, nevznikají větší problémy se skladováním a transportem a granule jsou také lépe zkrmovány zvířaty.

Důležitou mechanickou vlastností granulí krmných směsí je jejich pevnost, neboť granule by se neměly ve větší míře rozpadávat; pevnost je také určitým faktorem z hlediska příjmu zvířaty. V pevnosti granulí se odráží technologie jejich výroby: např. při použití jemnějších komponentů je granule pevnější, ale jsou větší energetické nároky na rozpojovací proces surovin. Dalším faktorem je míra napaření, vlhčení a přidávání některých pojících látek.

Pevnost granulí lze určovat různými způsoby, jako např. měřením pevnosti v tlaku, v tahu, ve stříhu, odrolem, popř. pádem. Nejběžnějším způsobem je měření pevnosti při zatěžování tlakovou silou.

Účelem této práce je vypracování metodiky měření a hodnocení pevnosti granulí při zatěžování tlakovou silou. Práce by měla sloužit jako podklad pro objasnění problematiky hodnocení pevnosti granulí krmných směsí.

Termín pevnost v tahu, tlaku, střihu se používá pro hodnocení technických materiálů a představuje napětí (v tahu, tlaku, smyku), při kterém dochází ke ztrátě vnitřní stability vzorku většinou při homogenním poli napětí v ploše, ve které se ztráty stability nejdříve projeví. Dokonalejší pojmenování této veličiny je napětí na mezi pevnosti. Při vyšetřování pevnosti granule při zatěžování tlakovou silou tedy nejde o přesně definovanou fyzikální veličinu, neboť granule není namáhána homogenním napětím. Jde o uzanční metodu, která je závislá na druhu měřicí techniky, ale tento přístup je dosti častý, zvláště v oblasti stanovení texturních vlastností potravin.

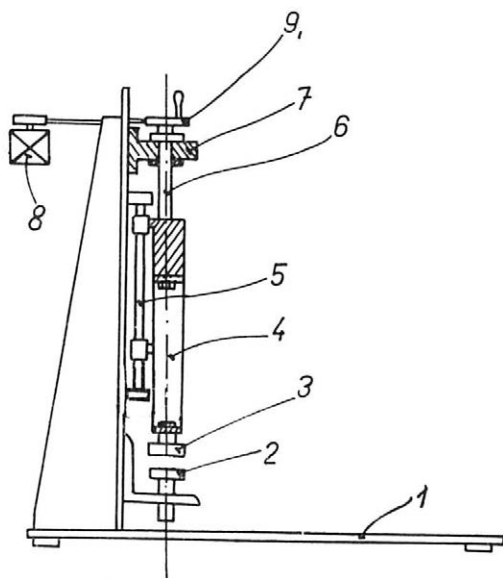
V této práci byla zvolena metoda měření pevnosti granulí při zatěžování tlakovou silou, při které se granule drtí mezi dvěma čelistmi ve tvaru horizontálních destiček, přičemž se granule pokládá mezi destičky tak, že osa granule je souběžná s rovinami destiček. Na destičky se postupně zvyšuje tlaková síla, až dojde ke ztrátě pevnosti granule a k náhlému poklesu působící síly. Za pevnost granule je považována maximální hodnota dosažené síly.

Vzhledem k tomu, že granule krmných směsí mají značně rozdílné délky, byl v této práci zaveden pojem měrná pevnost, což je maximální dosažená síla při uzanční zkoušce vztahovaná na jednotku délky granule.

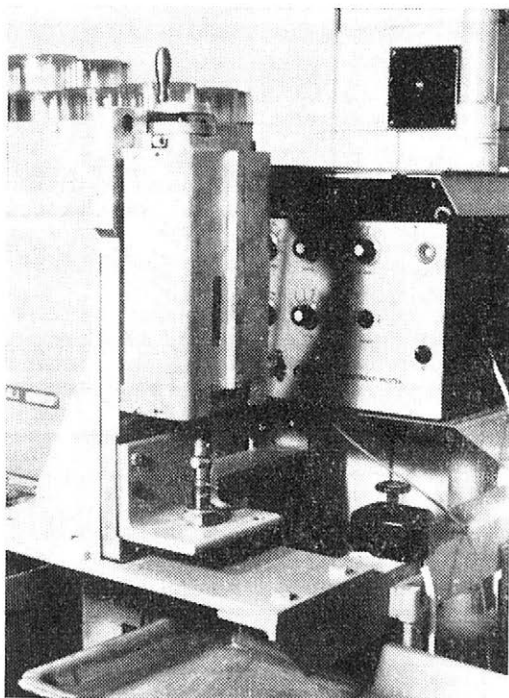
EXPERIMENTÁLNÍ ZAŘÍZENÍ A POSTUP MĚŘENÍ

Pro měření měrné pevnosti granulovaných krmných směsí byl adaptován přístroj používaný pro měření smykové pevnosti sypkých materiálů tím, že horizontální posuv měrného elementu byl převeden na vertikální posuv a přístroj byl opatřen příslušnými čelistmi. Přístroj je schematicky znázorněn na obr. 1 a celkový pohled na aparaturu je patrný z obr. 2.

Přístroj se skládá z rámu (1), na kterém je umístěna pevná čelist (2). Pohyblivá čelist (3) je umístěna na dynamometru (4), který je upevněn na sáních (5). Pohyb sání je



1. Schéma přístroje na měření pevnosti granulí krmných směsí — A diagram of the device measuring the granule strength of feed mixtures



uskutečněn šroubem (6) a maticí (7), která je poháněna elektromotorem (8). Matka (7) je opatřena spojkou, která umožňuje ruční posuv kolečkem (9) pro nastavení a zpětný posuv pohyblivé čelisti. Dynamometr se skládá z ocelového prstence, opatřeného elektrickými odporovými tenzometry. Měřená síla je zapisována na liniovém zapisovači. Rychlost posuvu pohyblivé čelisti byla $1 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. Pevná i pohyblivá čelist měly tvar kruhové desky o průměru 16 mm. Přístroj byl cejchován pomocí pákového mechanismu zavěšováním závaží.

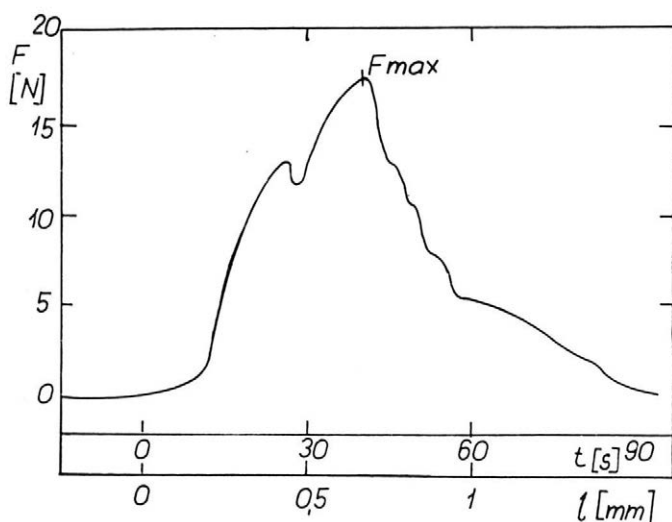
Při měření se postupovalo tak, že se nejprve dostatečně oddělila pohyblivá čelist od čelisti pevné a do středu pevné čelisti se položila granule naležato tak, aby její nejkratší površka směřovala dolů. Ručním posuvem se horní čelist nastavila těsně nad granuli a zapnul se motorický posuv. Po rozdrčení granule se čelisti opět ručně oddělily, vyčistily se a postup se opakoval. U každé granule se před pokusem změřila její nejkratší površka. Ze záznamu průběhu síly při drčení jsme určili maximální hodnotu síly, tu jsme vydělili naměřenou délkou a tak jsme získali měrnou pevnost v $\text{N} \cdot \text{mm}^{-1}$.

Typický průběh síly je znázorněn na obr. 3 pro granuli typu BR II o průměru 4 mm. Vzhledem k tomu, že ocelový prstenec dynamometru je velmi tuhý a působící silou se zdeformuje pouze o několik μm , představuje časový záznam síly závislost síly na posuvu čelisti. Tento posuv je vynesena na obr. 3 na časové souřadnici.

POPIS MĚŘENÝCH VZORKŮ GRANULÍ

Pro výzkum byly vybrány čtyři typy granulí:

A — granule typu BR II pro kuřata a brojlerů o průměru 4 mm. Tyto granule se vyrábějí pomocí středotlakové páry na diskové matici granulárního lisu TMS Pardubice. Na konci výrobního procesu prošly granule chladicí kolonou. Vzorek byl odebrán na výpadu této chladicí kolony. Granule byly proměřovány jeden týden po výrobě.



3. Typický průběh síly pro granulí typu A — A typical plot of the force for a granule of type A

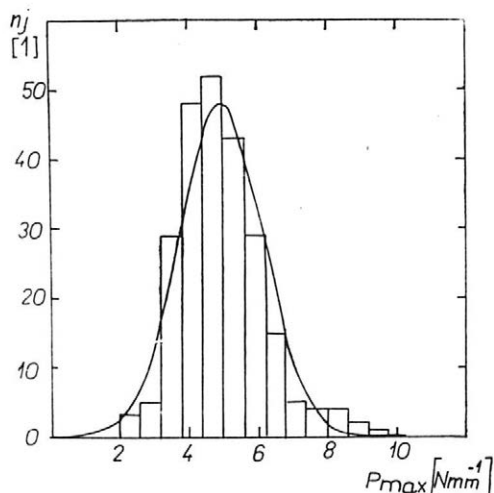
B — granulě typu BR II o průměru 6 mm. Granule byly proměřovány šest týdnů po výrobě.

C — granulě typu SOL o průměru 6 mm. Granule byly proměřovány čtyři měsíce po výrobě.

D — granulě typu KPK - P 38 o průměru 6 mm. Granule byly proměřovány čtyři měsíce po výrobě.

NAMĚŘENÉ HODNOTY A JEJICH VYHODNOCENÍ

Převážnou část měření jsme uskutečnili na granulích typu A. Tento vzorek byl kvartováním zmenšen na reprezentativní vzorek zhruba o 1000 granulích, z nichž bylo pro měření vybráno 240 granulí, které tvořily základní soubor. Na obr. 4 je sestaven histogram četností měrných pevností tohoto základního souboru. Podle tvaru tohoto histogramu se předpokládalo, že soubor má normální rozdělení, a histogramem byla proložena křivka normálního rozdělení.

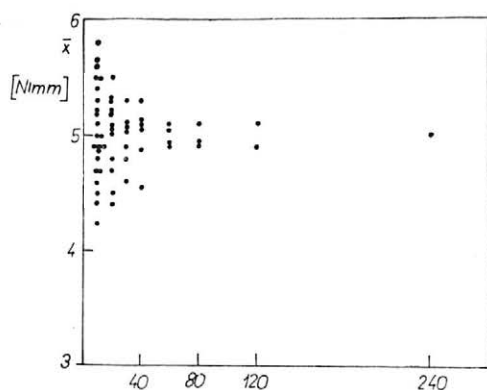


4. Histogram četností základního souboru — Histogram of frequencies of the basic set

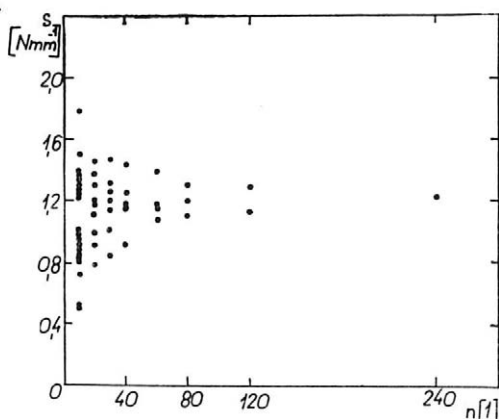
Soubor 240 granulí byl považován za velký. Tento soubor byl statisticky hodnocen podle Reisenauera (1965).

Hodnota průměrné měrné pevnosti granulí činila $5,0075 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$, hodnota směrodatné odchylky činila $1,2224 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$.

Aby se názorně zjistilo, jak se aritmetický průměr a směrodatná odchylka mění s počtem měření, byl základní soubor o 240 granulích rozdělen na 24 soubory po 10 granulích, 12 souborů po 20 granulích, 8 souborů po 30 granulích, 6 souborů po 40 granulích, 4 soubory po 60 granulích, 3 soubory po 80 granulích, 2 soubory po 120 granulích a 1 soubor po 240 granulích. Výsledky jsou znázorněny na obr. 5 a 6, kde je uvedena závislost aritmetických průměrů a směrodatných odchylek v závislosti na rozsahu výběru.



5. Závislost aritmetických průměrů na rozsahu výběru — A dependence of arithmetical means on the sample size



6. Závislost směrodatných odchylek na rozsahu výběru — A dependence of standard deviations on the sample size

Ze znalostí směrodatné odchylky základního souboru byl určen počet nutných měření pro získání určitého požadovaného intervalu spolehlivosti 2Δ . Polovina tohoto intervalu se bude nazývat dále jen přesnost a označovat Δ . Použil se vztah ⁽¹⁾ (podle Reisenauera (1965))

$$\Delta = u_p \cdot \frac{\bar{\sigma}}{\sqrt{n}} = u_p \cdot \frac{s}{\sqrt{n-1}} \quad (1)$$

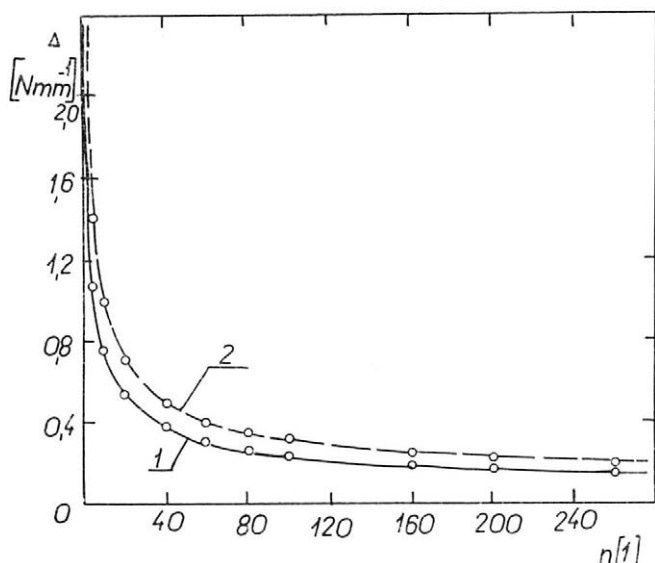
kde: $\bar{\sigma}^2$ — se určí podle vztahu:

$$\bar{\sigma}^2 = s^2 \cdot \frac{n}{n-1} \quad (2)$$

Vztah pro výpočet hledaného rozsahu měření má tedy tvar

$$n = u_p^2 \cdot \frac{\bar{\sigma}^2}{\Delta^2} \quad (3)$$

Na obr. 7 je graficky znázorněna závislost přesnosti měření Δ na počtu měření pro proměřovaný základní soubor 240 granulí pro 95% a 99% hladinu pravděpodobnosti. Z grafu lze jako příklad určit, že např. při měřeních na 95% hladině pravděpodobnosti

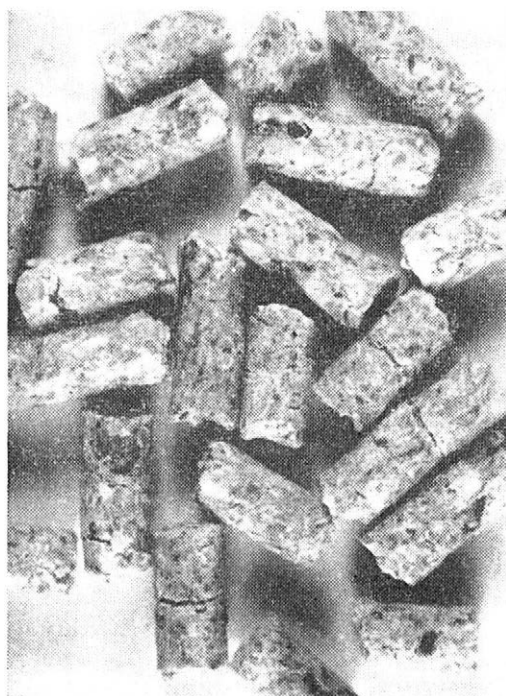


7. Závislost přesnosti měření na počtu měření — A dependence of the accuracy of measurement on the number of measurements

1 — 95% hladina pravděpodobnosti

2 — 99% hladina pravděpodobnosti

bude pro hodnotu směrodatné odchylky základního souboru $s = 1,2224 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ přesnost měření $\Delta = 0,54 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$. To znamená, že stanovíme-li průměr z měření 20 granulí, pak můžeme konstatovat, že skutečný průměr měrné pevnosti celého souboru bude v 95 případech ze 100 ležet v mezích $(x \pm 0,54) \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$. Z obr. 7 lze odhadnout počet nutných měření pro získání dostatečné přesnosti měření pro daný typ granulí. Počet měření by neměl být menší než 20; je-li jich více než 40, přesnost se již příliš nezvyšuje. Jako optimum pro tento typ granulí lze odhadnout 30 měření.



8. Ukázka náhodného výběru granulí typu A — An example of the random sampling of granules of type A

Další práce byly zaměřeny na ověření názoru, že trhliny snižují měrnou pevnost. Ze základního vzorku granulí typu A jsme vybrali dva soubory po 60 granulích, a to tak, že v jednom souboru měly všechny granule viditelné trhliny a ve druhém souboru byly bez viditelných trhlin. Na obr. 8 je uvedena fotografie náhodného výběru granulí s trhlínami a bez nich. Výsledky měření jsou uvedeny v tab. I. Údaje z této tabulky byly testovány na 95% hladině pravděpodobnosti podle Reisenauera (1965). *t*-testem bylo prokázáno, že není rozdíl mezi měrnou pevností granulí s trhlínami a bez trhlin (řádek 1 a 2 z tab. I). Toto zjištění je poněkud překvapující, neboť se předpokládalo, že trhliny budou snižovat měrnou pevnost granulí. Jak je patrné z obr. 8, jsou veškeré trhliny napříč granule, a proto lze usoudit, že trhlina pouze rozdělí granuli na dvě kratší granule o stejné měrné pevnosti, jakou má granule původní.

I. Výsledky měření různých souborů granulí typu A — Results of measurement of different sets of granules of type A

Granule	Počet prvků souborů <i>n</i>	$\bar{x}$ (N . mm ⁻¹)	<i>s</i> (N . mm ⁻¹)	<i>s</i> / $\bar{x}$
1 Bez trhlin	60	5,603	1,208	0,2156
2 S trhlínami	60	5,692	1,791	0,3147
3 Krátké	20	5,095	1,201	0,2357
4 Dlouhé	20	4,647	0,757	0,1629
5 Základní soubor	240	5,008	1,222	0,2440

F-testem bylo dále prokázáno, že mezi směrodatnými odchylkami pro granule s trhlínami a bez nich je statisticky průkazný rozdíl, přičemž granule s trhlínami mají větší rozptyl. Z hlediska hodnocení měrné pevnosti granulí, kde granule s trhlínami tvoří menší část vzorku, není však tento rozdíl podstatný.

Dále jsme *t*-testem stanovili významnost rozdílu mezi dvěma průměry, a to mezi granulemi bez trhlin (řádek 1 z tab. I) a základním souborem (řádek 5 z tab. I) a mezi granulemi s trhlínami (řádek 2 z tab. I) a základním souborem (řádek 5 z tab. I). V obou případech jsme zjistili, že je statisticky průkazný rozdíl. Tento výsledek jsme neočekávali, dá se však pravděpodobně vysvětlit tím, že při výběru granulí s trhlínami a bez nich ze vzorku byly subjektivně vybírány granule pěkného vzhledu a tím se stalo, že všechny měly větší měrnou pevnost. Z histogramu četností na obr. 4 je vidět, že celkový průměr základního souboru spadá do třídy četnosti od 4,48 N . mm⁻¹ do 5,08 N . mm⁻¹, kdežto průměr vybraných granulí s trhlínami i bez nich pro hodnocení vlivu trhlin spadá do třídy četnosti od 5,09 N . mm⁻¹ do 5,69 N . mm⁻¹, tedy do vedlejší třídy četnosti.

Dále byl zkoumán vliv délky granule na měrnou pevnost. Postupovali jsme tak, že z hodnot proměřeného souboru 240 granulí typu A jsme vybrali 20 nejkratších a 20 nejdelších granulí. *t*-testem se prokázalo, že rozdíl průměrů mezi krátkými granulemi, které měly délky od 4,7 mm do 5,9 mm, a dlouhými, které měly délky od 9,9 mm do 12,2 mm, není statisticky průkazný. Tento výsledek potvrzuje správnost volby měřené veličiny, tj. měrné pevnosti v tom, že tato veličina není závislá na délce granule.

Uvedená metodika měření měrné pevnosti granulí krmných směsí byla po dokončení rozsáhlých zkoušek u granulí typu BR II o průměru 4 mm prověřena u dalších tří typů granulí. Výsledky měření jsou uvedeny v tab. II.

Vzorek	n	$\bar{x}$ (N.mm ⁻¹)	s (N.mm ⁻¹)	$s / \bar{x}$
B	40	10,846	2,652	0,2995
C	40	9,023	1,640	0,1818
D	40	13,694	3,121	0,2279

DISKUSE

Z prozkoumaného základního souboru vyplývá, že rozptyl měrných pevností jednotlivých granulí od průměru měrných pevností základního souboru je značný. Např. u granulí typu A měla nejméně pevná granule měrnou pevnost 2,02 N . mm⁻¹, nejpevnější granule 9,59 N . mm⁻¹, tedy 4,5krát větší. Zvážíme-li to, že délka granulí ani trhliny v granulích nemají prokazatelný vliv na měrnou pevnost a že všechny odebrané granule byly vyrobeny stejnou technologií a ze stejné suroviny, pak příčinu tohoto velkého rozptylu lze spatřovat pouze ve funkci granulační matrice a v možnosti určité segregace, ke které by mohlo dojít na cestě mezi míchačkou a granulačním lisem. Pokud by se předpokládalo, že vliv segregace není podstatný, pak by z toho vyplývalo, že na velký rozptyl má v podstatě vliv funkce granulační matrice, a tedy že rozptyl hodnot měrných pevností granulí je mírou funkce matrice, tj. její kvality, způsobu seřízení, konstrukčních vlastností, popř. opotřebení. Z tab. I a II vyplývá, že pro všechny proměřované granule je hodnota ($s / \bar{x}$) přibližně konstantní a lze ji aproximovat číslem 0,25. Z tohoto vztahu lze vypočítat optimální počet měření n pro získání požadované přesnosti.

$$s = 0,25 \bar{x} \quad (4)$$

Ze vztahu (1) vyplývá vztah:

$$n = u_p^2 \cdot \frac{s^2}{\Delta^2} + 1 \quad (5)$$

Dosazením (4) do (5) dostaneme:

$$n = u_p^2 \cdot \frac{0,25^2 \cdot \bar{x}^2}{\Delta^2} + 1 \quad (6)$$

Např. stanovíme-li požadovanou přesnost $\Delta = 0,1 \bar{x}$ a 95% hladinu pravděpodobnosti ($u_p = 1,96$), pak

$$\begin{aligned} n &= u_p^2 \cdot \frac{0,25^2 \cdot \bar{x}^2}{0,1^2 \cdot \bar{x}^2} + 1 = \\ &= 1,96^2 \cdot \frac{0,25^2}{0,1^2} + 1 = 25,01 \approx 25 \end{aligned}$$

Stanovíme-li si tedy, že chceme získat výsledek s přesností $\Delta = 0,1 \bar{x}$, musíme změřit 25 granulí.

Při určování průměrné měrné pevnosti granulí z daného počtu měření je nutné zvážit, k jakému účelu se průměru použije. Je-li předepsána např. určitá limitující hodnota měrné pevnosti, a to maximální nebo minimální, je nutno posoudit, jaké procento granulí může tuto hranici překročit. Uvažujme vzorek A a předepsanou limitující hodnotu měrné pevnosti $5,5 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$. Předpokládáme-li přesnost $0,1 \bar{x}$, potom při hodnocení průměru granulí typu A můžeme konstatovat, že na 95% hladině pravděpodobnosti leží průměr měrné pevnosti vzorku A v rozmezí $5 \pm 0,5 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$, a tedy vyhovuje limitující hodnotě v tom, že je menší než $5,5 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$. Přesto však, jak vyplývá z obr. 4, bude mít zhruba 35 % granulí pevnost větší než $5,5 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$.

ZÁVĚR

Měrné pevnosti granulí krmných směsí vykazují značné směrodatné odchylky. Hodnota směrodatné odchylky může být mírou funkce granulační matrice.

Délka granulí ani případné trhliny v granulích nemají vliv na měrnou pevnost.

Při odebrání vzorků pro měření měrných pevností granulí se doporučuje zamezit subjektivnímu vlivu experimentátora na výběr granulí. Doporučuje se redukovat větší vzorek kvartováním až na počet granulí, který je větší než požadovaný vzorek pro měření o 10 až 20 %. Z tohoto vzorku se odstraní granule zcela nevhodného tvaru a zbytek se proměří. Nedoporučuje se vybírat granule pro měření individuálně přímo z velkého souboru.

Při stanovení počtu granulí, ze kterých se má určovat průměr $\bar{x}$, je nutno vycházet z velikosti směrodatné odchylky, kterou lze přibližně aproximovat hodnotou $0,25 \bar{x}$, z požadované hladiny pravděpodobnosti (95% nebo 99%) a z požadované přesnosti Δ podle vztahu (5).

Seznam použitých symbolů

F	— síla působící na granulí při drcení (N)
F_{max}	— maximální síla působící na granulí při drcení (N)
l	— posuv čelisti (mm)
n	— rozsah souboru (počet měření)
n_j	— absolutní četnost j -té třídy
P_{max}	— maximální měrná pevnost granule ($\text{N} \cdot \text{mm}^{-1}$)
s	— směrodatná odchylka
t	— čas (s)
u_p	— hodnota 1,96 pro 95% spolehlivost nebo 2,58 pro 99% spolehlivost
$\bar{x}$	— aritmetický průměr měrné pevnosti
Δ	— požadovaná přesnost výběrového průměru
σ	— odhad směrodatné odchylky základního souboru

Literatura

REISENAUER, R.: Metody matematické statistiky a jejich aplikace. Praha, SNTL 1965.

Došlo dne 22. 12. 1979

НОВОСАД, Й. — МАЙЗЛИК, Р. — ВИТОВА, Г. (Институт теоретических основ химической техники ЧСАН, Прага; Научно-исследовательский институт кормовой промышленности и услуг, Печки; Пражские хлебопекарные и мукомольные заводы, Прага): Измерение гранул комбикормов. Земед. Techn., 26, 1980 (8): 487-496.

Была разработана методика измерения и оценки удельной прочности гранул комбикормов

при загрузке давлением. Для измерения удельной прочности гранул было приспособлено устройство, применяемое для измерения прочности при скольжении сыпучих материалов. Было проведено обширное измерение на одном типе гранул и был разработан статистический метод обработки удельной прочности гранул при помощи среднего арифметического и стандартного отклонения. По данным этих двух значений определялась прочность измерения и объем выборки, предназначенного для измерения. Изучалось влияние длины гранул и трещин в гранулах на удельную прочность гранул. Методика и способ обработки, разработанные для одного типа гранул, проверялись на нескольких дальнейших типах. Приводится рекомендуемый способ при взятии образцов.

гранулирование комбикормов; измерение прочности гранул; статистическая оценка

NOVOSAD, J. — MAJZLÍK, R. — VÍTOVÁ, G. (Institute of Chemical Process Fundamentals, Czechoslovak Academy of Sciences, Praha; Research Institute for Feedstuff Industry and Services, Pečky; Prague Bakeries and Mills, Praha): *Measuring the Strength of Granules of Feed Mixtures*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (8) : 487-496.

Methods of measuring and evaluating the specific strength of granules of feed mixtures have been proposed for the action of a compressive force. To measure the specific strength of granules a device to measure the shear strength of loose materials was adapted. Extensive measurements with one type of granules were performed, and a statistical method of assessing the specific strength of granules by means of the arithmetical mean and standard deviation was elaborated. These two values having been found, the accuracy of measurement was determined and the sample size to be measured. The effect of granule length and granule cracks on the specific strength of granules was observed. Methods of measuring and evaluating worked out for one type of granules were tested on several other types. A recommended procedure of sampling is presented.

granulation of feed mixtures; measurement of granule strength; statistical assessment

NOVOSAD, J. — MAJZLÍK, R. — VÍTOVÁ, G. (Institut für theoretische Grundlagen der chemischen Technik der ČSAV, Praha; Forschungsinstitut für die Futtermittelindustrie und -dienstleistungen, Pečky; Prager Bäckereien und Mühlen, Praha): *Meßmethodik für Granulate der Futtermischungen*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (8) : 487-496.

Es wurde eine Methodik für die Messung und Bewertung der spezifischen Festigkeit von Futtermischgranulaten bei der Belastung mit einer Druckkraft ausgearbeitet. Für die Messung der spezifischen Festigkeit der Granulate wurde ein für die Messung der Schubfestigkeit von Schüttgütern gebräuchliches Gerät angepasst. Es wurden umfangreiche Messungen an einem Granulatentyp vorgenommen und eine statistische Methode für die Auswertung der spezifischen Granulatenfestigkeit mittels des arithmetischen Mittels und der mittleren Abweichung ausgearbeitet. Anhand der Kenntnis dieser zwei Werte wurde die Meßgenauigkeit und der Umfang der zur Messung benötigten Auswahl festgelegt. Es wurde die Auswirkung der Granulatenlänge und der Risse in den Granulaten auf die spezifische Granulatenfestigkeit untersucht. Die an einem Typ der Granulate ausgearbeitete Methodik und Verfahren der Auswertung wurden an mehreren weiteren Typen überprüft. Es wird ein für die Probenahme zu empfehlendes Verfahren angeführt.

Granulierung der Futtermischungen; Messung der Granulatenfestigkeit; statistische Auswertung

Adresy autorů:

Ing. Jan Novosad, CSc., Ústav teoretických základů chemické techniky ČSAV, 160 00 Praha 6

Ing. Ratibor Majzlík, Výzkumný ústav krmivářského průmyslu a služeb, Chraňovická 471, 289 11 Pečky

Ing. Gabriela Vítová, Pražské pekárny a mlýny, 190 00 Praha 9

HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ RŮZNÝCH ZPŮSOBŮ MĚŘENÍ PEVNOSTI GRANULÍ KRMNÝCH SMĚSÍ

J. Novosad, R. Majzlík, G. Vítová

NOVOSAD, J. — MAJZLÍK, R. — VÍTOVÁ, G. (Ústav teoretických základů chemické techniky ČSAV, Praha; Výzkumný ústav krmivářského průmyslu a služeb, Pečky; Pražské pekárny a mlýny, Praha): *Hodnocení výsledků různých způsobů měření pevnosti granulí krmných směsí*. Zeměd. Techn., 26, 1980 (8) : 497-507.

Pevnost granulí byla měřena na dvou různých přístrojích. Prvním přístrojem byl upravený přístroj pro měření smykové pevnosti sypkých materiálů, druhým byl nově vyvinutý přístroj pro měření pevnosti granulí krmných směsí. Výsledky získané na obou těchto přístrojích byly porovnávány a tak byla dokázána správnost přístroje nově vyvinutého. Jeden z přístrojů byl opatřen dvěma druhy čelistí, a to čelistmi, které umožňují drtit granule v celé jejich délce, a čelistmi, které mají šířku 4,5 mm a drtí granule jen v tom místě, kam tato čelist dosedne. Na obou přístrojích byl zkoumán vliv délky granulí na jejich pevnost a vliv trhlin v granulích na jejich pevnost. Byla uskutečněna rozsáhlá měření na jednom typu granulí a metodika měření pak byla ověřena na několika dalších typech granulí. Výsledky byly konfrontovány s požadavky normy. Zjistilo se, že požadavky normy, týkající se tvaru a velikosti čelistí, rychlosti nárůstu působící síly i potřebného počtu měření, vyhovují. Údaje předepisující maximální pevnost granulí by bylo možné doplnit o hodnotu udávající jaké procento granulí může překročit pevnost udávanou normou.

granulování krmných směsí; měření pevnosti granulí; normy

S rozvojem krmivářského průmyslu se zvyšuje podíl granulovaných krmných směsí z celkového objemu krmných směsí vyráběných v ČSSR. V této souvislosti vzniká potřeba hodnotit vlastnosti vyráběných granulí jak z hlediska výživné hodnoty, tak z hlediska mechanických vlastností. Jednou z hlavních mechanických vlastností je pevnost granulí. Touto problematikou se zabývá norma (ČSN 46 7013), která předepisuje základní požadavky na přístroj na měření pevnosti granulí a základní požadavky na způsob měření, a to:

1. délka zkušební plochy (čelisti) má být 14 až 30 mm, šířka zkušební plochy má být 4,5 mm;
2. granule se vkládá mezi čelisti tak, aby její podélná osa byla kolmá na podélnou osu čelistí;

3. stlačování granule musí probíhat plynule tak, aby nárůst síly byl nejvýše $5 \text{ N} \cdot \text{s}^{-1}$;
4. pevnost granulí se počítá jako aritmetický průměr z 20 měření a udává se v N.

V práci Novosada aj. (1980) byla rozpracována metodika měření měrné pevnosti granulí krmných směsí, v práci Majzlík aj. (1980) je uveden popis přístroje na měření pevnosti v tlaku, který byl vyvinut ve Výzkumném ústavu krmivářského průmyslu a služeb v Pečkách.

Tato práce si klade za úkol porovnat výsledky měření na přístroji na měření pevnosti granulí s čelistmi umožňujícími drtit granule v celé jejich délce, který byl popsán v práci Novosada aj. (1980), a na přístroji popsáném v práci Majzlík aj. (1980) a všechna tato měření vzájemně srovnat a vyhodnotit.

DEFINICE PEVNOSTI GRANULE

Z práce Novosada aj. (1980) vyplývá, že pod pojmem měrné pevnosti granule při zatěžování tlakovou silou se jedná o maximální dosaženou sílu při uzanční zkoušce, vztaženou na jednotku délky granule. Na přístroji popsáném v práci Majzlík aj. (1980) se měří pevnost, tj. maximální dosažená síla při zatěžování tlakovou silou při uzanční zkoušce, vztažená na jednotnou šířku čelistí $4,5 \text{ mm}$.

Aby bylo možné srovnávat měrné pevnosti z obou prací a další pokusné výsledky, byly veškeré experimentální hodnoty prací přepočteny na měrné pevnosti, tj. experimentální hodnoty z práce Majzlík aj. (1980) s jednotkou N byly vyděleny šířkou čelistí $4,5 \text{ mm}$ a převedeny na měrnou pevnost, s jednotkou $\text{N} \cdot \text{mm}^{-1}$.

Z tohoto hlediska je rovněž nutno hodnotit veličinu pevnosti v tlaku, udávanou v ČSN 46 7013 tak, že se jedná o maximální hodnotu dosažené síly při uzanční zkoušce a nikoliv o přesně definované napětí v tlaku, při kterém se ztrácí vnitřní stabilita vzorku v homogenním napjatostním poli.

EXPERIMENTÁLNÍ VÝSLEDKY

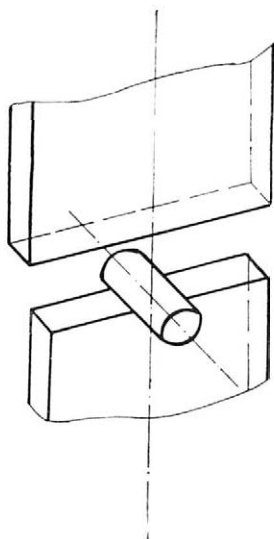
Přehled experimentálních výsledků, které jsou v této práci hodnoceny, je uveden v tab. I. Některé výsledky uvedené v této tabulce byly převzaty z práce Novosada aj. (1980).

Ve sloupci 1 je uveden typ materiálu a průměr granule, ve sloupci 2 typ přístroje, na kterém jsme měřili. „VÚKPS“ označuje přístroj vyvinutý ve Výzkumném ústavu krmivářského průmyslu a služeb v Pečkách (Majzlík aj., 1980). Tento přístroj je opatřen čelistmi podle ČSN 46 7013 (obr. 1), přičemž působící síla se měří prostřednictvím dynamometrického prstence s ručičkovým úchylkoměrem. „ÚTZCHT“ označuje přístroj, který je používán v Ústavu teoretických základů chemické techniky ČSAV v Praze a který je popsán v práci Novosada aj. (1980). Působící síla se měří dynamometrickým prstencem opatřeným tenzome-

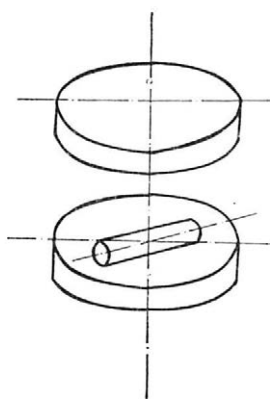
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Typ granulí	Přístroj	Čelisti	Číslo měře- ní	Počet měře- ní	Průměr $\bar{x}$ (N · mm ⁻¹)	Směrodat- ná od- chylka s (N · mm ⁻¹)	$s / \bar{x}$	Rychlost nárůstu síly v (N · s ⁻¹)
BR II Ø 4 mm	ÚTZCHT	ČSN	1	100	5,401	1,590	0,2388	0,9
			2	50	5,472	1,333	0,2436	
			3	60	5,691	1,570	0,2759	
			4	60	6,463	1,382	0,2138	
		DESKA	5	240	5,008	1,222	0,2440	
			6	60	5,692	1,791	0,3147	
			7	60	5,603	1,208	0,2156	
	VÚKPS	ČSN	8	100	5,444	1,555	0,2856	2,0
			9	50	5,167	1,166	0,2257	
BR II Ø 6 mm	ÚTZCHT	ČSN DESKA	10	100	12,404	2,759	0,2224	2,7
			11	40	10,846	2,652	0,2445	
	VÚKPS	ČSN	12	100	12,277	3,222	0,2624	3,3
SOL Ø 6 mm	ÚTZCHT	ČSN DESKA	13	50	10,009	1,730	0,1728	2,6
			14	40	9,023	1,640	0,1818	
	VÚKPS	ČSN	15	100	9,444	1,777	0,1882	3,3
			16	50	10,222	2,000	0,1957	
KPK-P3B Ø 6 mm	ÚTZCHT	ČSN DESKA	17	100	10,507	2,218	0,2111	0,8
			18	40	13,694	3,121	0,2279	
	VÚKPS	ČSN	19	100	11,333	2,666	0,2352	1,5
DOS-2b Ø 11 mm	ÚTZCHT	ČSN	20	80	28,691	4,824	0,1681	3,3
	VÚKPS	ČSN	21	90	28,111	4,111	0,1462	3,5

trickými snímači, přičemž je zaznamenáván na zapisovači průběh působící síly v závislosti na posuvu čelisti. Přístroj „ÚTZCHT“ byl opatřen dvojím druhem čelistí, které jsou vyznačeny ve sloupci 3. Čelisti podle ČSN 46 7013 jsou označeny „ČSN“. Dále byly použity čelisti ve tvaru dvou plochých destiček (obr. 2), které jsou ve sloupci 3 označeny slovem „DESKA“. Ve sloupci 4 je uvedeno číslo měření a ve sloupci 5 počet granulí použitých pro dané měření. Ve sloupci 6 je uvedena průměrná hodnota pevnosti granulí vztažená na 1 mm délky daného souboru n měření. U čelistí typu „DESKA“ se postupovalo tak, že se před měřením změřila délka každé granule a naměřená pevnost se vydělila touto délkou. U čelistí typu „ČSN“ se délka granulí neměřila a naměřená hodnota pevnosti se vydělila šířkou čelisti, tj. 4,5 mm. Na čelistech typu „ČSN“ se měřily pouze takové granule, jejichž délka byla větší než 4,5 mm. Ve sloupci 7 je uvedena směrodatná odchylka měření, která byla určena podle Reisenauera (1965) ze vztahu:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j^2 - \bar{x}^2}$$



1. Čelisti typu „ČSN“ — Jaws of the type „ČSN“ (“Czechoslovak State Standard”)



2. Čelisti typu „Deska“ — Jaws of the type „Plate”

Ve sloupci 8 je uveden podíl $s/\bar{x}$, ve sloupci 9 rychlost nárůstu působící síly v $\text{N} \cdot \text{s}^{-1}$.

Mezi jednotlivými měřeními, uvedenými v tab. I, byly podle Reisenauera (1965) provedeny statistické testy významnosti rozdílu mezi dvěma rozptyly (F -test) a dvěma průměry (t -test), a to na 95% a 99% hladině pravděpodobnosti. Výsledky jsou uvedeny v tab. II.

HODNOCENÍ EXPERIMENTÁLNÍCH VÝSLEDKŮ

Nejprve jsme věnovali pozornost tomu, aby se prokázalo, zda má typ čelistí vliv na naměřené hodnoty měrné pevnosti granulí. Proto jsme u jednoho typu granulí (BR II o průměru 4 mm) udělali větší soubory měření (číslo 1 a 5 z tab. I) a pro obě měření jsme sestrojili histogramy četností. Byly sestrojeny křivky normálního rozdělení, které jsou pro oba tyto soubory uvedeny na obr. 3. Z obrázku je vidět, že obě křivky jsou podobné a vyznačují se velkým rozptylem.

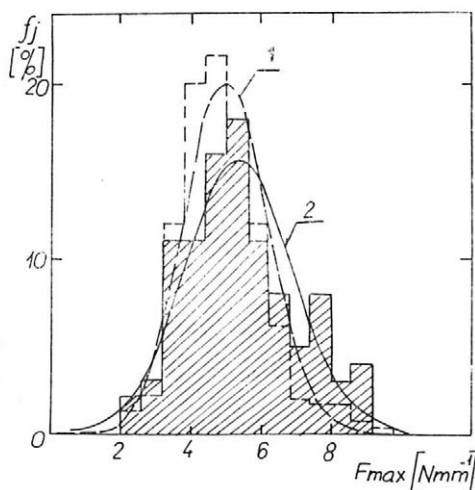
Porovnáme-li měření 1 a 5, je vidět, že čelist typu „DESKA“ poskytuje menší měrné pevnosti než čelist typu „ČSN“. Toto je prokázáno i statisticky v tab. II. Rozdíl činí zhruba 8 %. Vysvětlení lze hledat ve způsobu měření měrné pevnosti granulí na přístroji s čelistmi „DESKA“. Je pravděpodobné, že konce granulí mají menší pevnost než jejich střední části a tím se vysvětluje menší měrná pevnost u čelistí typu „DESKA“. Tento jev byl pozorován rovněž u granulí typu BR II o průměru 6 mm a typu SOL o průměru 6 mm a byl potvrzen testy mezi měřeními 10, 11, 13, 14 (tab. II). Tomuto tvrzení se vymyká měření 17 a 18 u granulí typu KPK-P 3B. Tyto granule však

mají zcela jinou strukturu, neboť nejsou křehké jako ostatní proměřované granule, ale vykazují značnou pružnost a houževnatost a po dosažení maxima síly se nerozpadnou a ani síla prudce nepoklesne. Na obr. 4—7 jsou znázorněny průběhy působících sil pro granuli křehkou (typu SOL) a pro granuli KPK-P 3B. Vzhledem k složitému chování těchto granulí nelze prozatím zaujmout stanovisko k tomu, proč je rozdílné u čelistí „ČSN“ a u čelistí „DESKA“.

Srovnáme-li výsledky na přístroji „ÚTZCHT“ s čelistmi „ČSN“ a „VÚKPS“ s čelistmi „ČSN“, lze konstatovat, že rozdíly nejsou podstatné, jak o tom svědčí testy provedené mezi měřeními 1 a 8, 10 a 12,

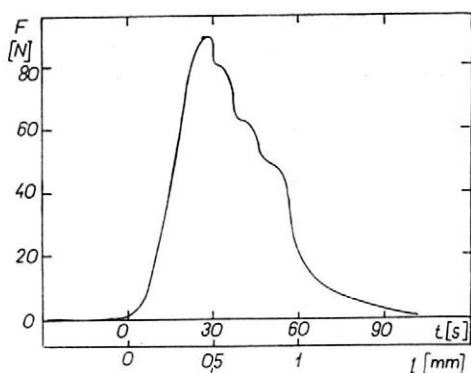
II. Statistické testy významnosti rozdílů průměrů a směrodatných odchylek — Statistical tests of the significance of differences of the means and standard deviations

Číslo měření		Hladina pravděpodobnosti			
		95 %		99 %	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	2	ne	ne	ne	ne
1	3	ne	ne	ne	ne
1	4	ano	ne	ano	ne
3	4	ano	ne	ano	ne
5	6	ano	ano	ano	ano
5	7	ano	ne	ano	ne
6	7	ne	ano	ne	ano
2	9	ne	ne	ne	ne
8	9	ne	ano	ne	ne
1	8	ne	ne	ne	ne
10	12	ne	ne	ne	ne
13	15	ano	ne	ne	ne
13	16	ne	ne	ne	ne
17	19	ano	ne	ne	ne
20	21	ne	ne	ne	ne
1	5	ano	ano	ne	ano
10	11	ano	ne	ano	ne
13	14	ano	ne	ano	ne

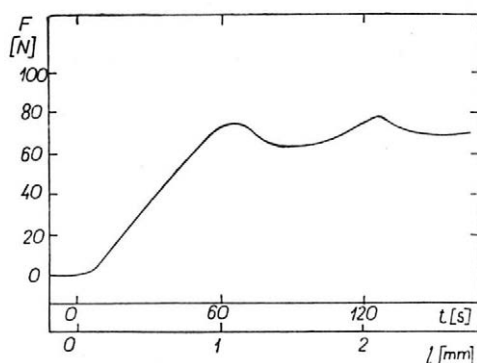


3. Histogramy četností a křivky normálního rozdělení pro měření 1 a 5 — Histograms of frequencies and curves of normal distribution for measurements 1 and 5

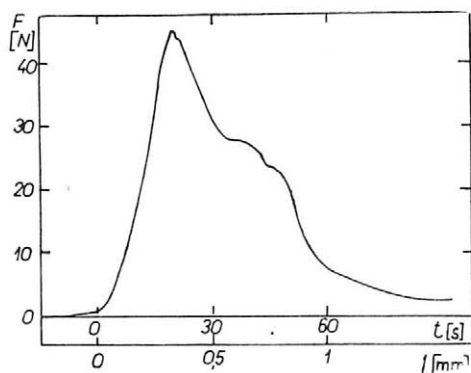
1 — čelisti „Deska“ 2 — čelisti „ČSN“



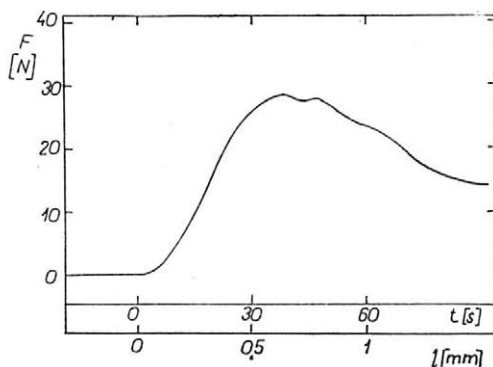
4. Typický průběh síly pro granuli typu SOL na přístroji „ÚTZCHT“ s čelistmi „deska“ — A typical plot of the force for a granule of the type SOL on the apparatus „ÚTZCHT“ (‘‘Institute of Chemical Process Fundamentals’’) with the jaws ‘‘Plate’’



5. Typický průběh síly pro granuli typu KPK-P 3B na přístroji „ÚTZCHT“ s čelistmi „Deska“ — A typical plot of the force for a granule of the type KPK-P 3B on the apparatus „ÚTZCHT“ with the jaws ‘‘Plate’’



6. Typický průběh síly pro granuli typu SOL na přístroji „ÚTZCHT“ s čelistmi „ČSN“ — A typical plot of the force for a granule of the type SOL on the apparatus „ÚTZCHT“ with the jaws ‘‘ČSN’’



7. Typický průběh síly pro granuli typu KPK-P 3B na přístroji „ÚTZCHT“ s čelistmi „ČSN“ — A typical plot of the force for a granule of the type KPK-P 3B on the apparatus „ÚTZCHT“ with the jaws ‘‘ČSN’’

13 a 16, 20 a 21. Mezi měřeními 13 a 15, 17 a 19 byl prokázán rozdíl, ale pouze na 95% hladině pravděpodobnosti. Souhrnně z těchto poznatků vyplývá, že typ přístroje nemá na měrnou pevnost granulí vliv; tím se potvrzuje, že přístroj „VÚKPS“ nevykazuje průkaznou systematickou chybu při měření.

Na přístroj „ÚTZCHT“ s čelistmi „ČSN“ a s čelistmi „DESKA“ (měření 3, 4, 6, 7) byl sledován vliv trhlin v granulích, a to tak, že byly vybrány granule s trhlinami (měření 3, 6) a bez trhlin (měření 4, 7). U čelistí typu „DESKA“ se vliv trhlin neprokával (viz tab. II a práce Novosada aj., 1980). Prokazatelná větší měrná pevnost vybraných granulí pro měření 6 a 7 vzhledem k základnímu souboru (měření 5)

se vysvětluje subjektivním postupem při výběru granulí s trhlami a bez nich. Při výběru těchto granulí se subjektivně zřejmě vybírají granule vzhledově lepší, a tím i pevnější. U čelistí typu „ČSN“ se vliv trhlin prokázal, a to v tom smyslu, že granule s trhlami mají měrnou pevnost menší než granule bez trhlin, jak vyplývá z tab. II z měření 3 a 4. Trhliny v granulích jsou téměř vždy kolmé k podélné ose granule. Vloží-li se granule mezi čelisti „ČSN“ tak, že trhlinka je mezi plochami čelistí, pak z toho vyplývá, že účinná délka granule je menší než 4,5 mm, a to se projeví nižší hodnotou měrné pevnosti v daleko větší míře než u čelistí typu „DESKA“. Významný rozdíl mezi měřeními 4 bez trhlin a měřeními 1 základního souboru lze opět vysvětlit subjektivním výběrem jakostních granulí.

Výskyt trhlin u granulí je nepravidelný. Tak např. u granulí typu BR II o průměru 4 mm měla většina granulí trhliny, kdežto u granulí typu SOL se trhliny téměř nevyskytovaly. Při měření proto nelze brát ohled na trhliny. To se projeví ve zvětšené směrodatné odchylce. Průkazně je to patrné na hodnotě $s/\bar{x}$ v tab. I ve sloupci 8. U granulí s trhlami, tj. u typu BR II o průměru 4 mm i 6 mm, se pohybovala hodnota $s/\bar{x}$ kolem 0,25, kdežto u granulí typu SOL a DOS-2b, tedy u granulí bez trhlin, se tato hodnota pohybovala kolem 0,18.

V práci Novosada aj. [1980] bylo prokázáno, že u čelistí typu „DESKA“ nemá délka granule vliv na její měrnou pevnost. U čelistí typu „ČSN“ byl vliv délky granulí hodnocen na souboru s číslem měření 1 a ani zde nebyl prokázán vliv délky granulí na jejich měrnou pevnost.

U všech měření uvedených v tab. I byla rychlost nárůstu síly v rozmezí od $1 \text{ N} \cdot \text{s}^{-1}$ do $4 \text{ N} \cdot \text{s}^{-1}$. V tomto rozmezí ještě patrně rychlost nárůstu síly nemá vliv na velikost naměřené hodnoty. Tento nárůst síly je vyhovující jak u přístroje „ÚTZCHT“, tak u přístroje „VŮKPS“, na kterém se může ještě pohodlně vizuálně sledovat pohyb ručičky úchylkoměru, aniž by musel být opatřen unášenou ručičkou. Lze konstatovat, že rychlost nárůstu síly podle ČSN 46 7013 je vyhovující a není účelné ji zvyšovat.

DISKUSE

V rámci diskuse lze konfrontovat některé požadavky kladené ČSN 46 7013 s výsledky získanými v této práci.

Podle ČSN 46 7013 má být šířka čelistí 4,5 mm. Tato hodnota byla náhodně zvolena, aby vyhovovala hlavně granulím o průměru 4 mm a 6 mm. Z měření popsanych v této práci vyplynulo, že šířka čelistí 4,5 mm je vyhovující, patrně by však mohla být i 4 mm. Šířka menší než 4,5 mm, popř. 4 mm, by však byla nevyhovující, jelikož by se granule obtížně umísťovaly na spodní čelisti. Rovněž šířka větší než 4,5 mm by byla nevyhovující, neboť délka granule nesmí být menší než šířka čelistí a vzorky granulí o průřezu 4 mm často obsahují granule okolo 4,5 mm.

Při určování pevnosti podle ČSN 46 7013 se má proměřovat 20 granulí a určit jejich aritmetický průměr. Ze znalostí směrodatných odchylek uvedených v tab. I lze určit interval spolehlivosti (označený 2Δ)

naměřených hodnot měrných pevností granulí. Polovina tohoto intervalu se nadále bude nazývat přesnost a bude se označovat Δ (podle Reissnera, 1965)

$$\Delta = u_p \cdot \frac{s}{\sqrt{n-1}} \quad (2)$$

Dosadíme-li za u_p hodnotu 1,96 pro 95% hladinu pravděpodobnosti, za $n = 20$ podle ČSN 46 7013 a za s hodnotu směrodatné odchylky z tab. I, můžeme vypočítat přesnost stanovení pro jednotlivá měření. Výsledky jsou uvedeny v tab. III ve sloupci 1. Tak např. pro granule typu BR II o průměru 4 mm (měření 1) činí $\Delta = 0,715 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$. Hodnota aritmetického průměru tohoto měření činí $5,401 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ a hodnota Δ udává, že v 95 % leží naměřená hodnota pevnosti v rozmezí $(5,401 \pm 0,715) \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$, tj. v rozmezí $\pm 13,24 \%$. Hodnota Δ' v procentech se určí podle vztahu:

III. Přesnost měření — Accuracy of measurement

Číslo měření	1	2	3	4
	n = 20		n = 30	
	$\Delta \text{ (N} \cdot \text{mm}^{-1})$	$\Delta' \text{ (%)}$	$\Delta \text{ (N} \cdot \text{mm}^{-1})$	$\Delta' \text{ (%)}$
1	0,715	13,24	0,578	10,70
2	0,599	10,95	0,484	8,85
3	0,706	12,41	0,570	10,02
4	0,621	9,61	0,502	7,77
5	0,549	11,00	0,444	8,87
6	0,805	14,14	0,651	11,44
7	0,543	9,69	0,439	7,84
8	0,699	12,84	0,565	10,38
9	0,524	10,14	0,424	8,21
10	1,241	10,00	1,002	8,08
11	1,192	11,00	0,963	8,88
12	1,449	11,80	1,171	9,54
13	0,778	7,77	0,628	6,27
14	0,737	8,17	0,596	6,61
15	0,799	8,46	0,646	6,84
16	0,899	8,80	0,727	7,11
17	0,997	9,49	0,806	7,67
18	1,403	10,25	1,134	8,28
19	1,199	10,58	0,969	8,55
20	2,169	7,56	1,753	6,11
21	1,849	6,58	1,493	5,31
Ø		10,21		8,25

$$\Delta' = \frac{\Delta}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (3)$$

Hodnota přesnosti Δ' je uvedena pro všechna měření v tab. III ve sloupci 2 a pohybuje se v rozmezí od 6 % do 14 % pro hodnoty Δ od 0,5 do 2,2 N . mm⁻¹. Průměrná hodnota činí 10 %, takže lze přijmout určitou hypotézu, že přesnost měření pro proměřované granule nebude horší než zhruba 15 %. Bereme hodnotu poněkud vyšší, aby výsledky byly bezpečnější.

Je problematické hodnotit, do jaké míry je tato přesnost vyhovující. Např. stanoví-li ČSN 46 7013, že granule o průměru 4 mm nemají mít větší pevnost než 50 N (při měření s čelistmi o šířce 4,5 mm), pak tomu odpovídá měrná pevnost $\bar{x}_N = 50/4,5 = 11,11$ N . mm⁻¹. To znamená, že má-li pevnost granulí F_{max} být z 95 % menší než 11,11 N . mm⁻¹, pak nesmí naměřená hodnota průměru $\bar{x}$ překročit hodnotu

$$A = \left(11,11 - \frac{15 \cdot 11,11}{100} \right) = 9,44 \text{ N . mm}^{-1}$$

Ovšem i v tomto případě je nutné si uvědomit, že značná část granulí bude mít pevnost vyšší než 11,11 N . mm⁻¹ vzhledem k značně velkému rozptylu pevností jednotlivých granulí kolem průměrné hodnoty. Množství těchto granulí lze určit z rovnice pro normované normální rozdělení podle Reisenauera (1965) a činí 27 % (přičemž pro výpočet byly učiněny tyto předpoklady: $s = 0,25 \bar{x}$ a $\Delta = 0,15 \bar{x}$).

Z této úvahy vyplývá, že hodnota $\bar{x}$ je poměrně neurčitá veličina a nedává jasnou představu o skutečném rozdělení pevnosti granulí ve zkoumaném souboru. K tomu, aby bylo možné určit, zda proměřované granule skutečně odpovídají normě či nikoliv, by bylo třeba, aby norma současně s maximální hodnotou pevnosti uváděla i procentuální podíl těch granulí z daného souboru, které mohou mít větší pevnost, než je udaná hodnota.

Tento požadavek lze zdůvodnit např. příkladem, kdy naměřené hodnoty dávají průměr $\bar{x}$, který je stejně velký jako hodnota požadovaná normou. V takovém případě průměrná pevnost vyhovuje normě, ale ve skutečnosti polovina granulí má větší pevnost, než norma udává.

ZÁVĚR

Při konfrontaci požadavků uváděných v normách (ČSN 46 7013, 46 7006) s výsledky uvedenými v této práci jsme dospěli k těmto závěrům:

1. Čelisti o šířce 4,5 mm a délce 20 mm jsou podle normy vyhovující.
2. Maximální rychlost nárůstu síly při měření pevnosti granulí 5 N . s⁻¹ je vyhovující.
3. Počet měření (20) stanovený normou je vcelku vyhovující, ale vzhledem ke značnému rozptylu by bylo výhodnější zvýšit počet proměřovaných granulí na 30; při 30 měřeních lze odhadnout, že přesnost měření nebude horší než 12 %.

4. Norma předepisuje, že průměrná hodnota pevnosti granulí nemá překročit stanovenou hodnotu. Tento údaj nevystihuje dostatečně přesně požadavky na pevnost, a proto by norma měla být doplněna o údaj, kolik procent granulí může v proměřovaném souboru tuto normovanou hodnotu překročit.

5. Bylo prokázáno, že délka granulí nemá vliv na pevnost, trhliny však na ni jistý vliv mají.

Seznam použitých symbolů

F	— síla působící na granuli při drcení (N)
F_{max}	— maximální měrná síla působící na granuli při drcení (N/mm)
f_j	— relativní četnost ($\%$)
l	— posuv čelisti (mm)
n	— počet měření
s	— směrodatná odchylka ($N \cdot mm^{-1}$)
t	— čas (s)
u_p	— hodnota 1,96 pro 95% spolehlivost nebo 2,58 pro 99% spolehlivost
v	— rychlost nárůstu síly ($N \cdot s^{-1}$)
x_j	— hodnota měrné pevnosti pro j -tou granuli, kde $j = 1, \dots, n$, ($N \cdot mm^{-1}$)
$\bar{x}$	— průměrná hodnota měrné pevnosti granulí určená měřením ($N \cdot mm^{-1}$)
$\bar{x}_N$	— měrná pevnost granulí požadovaná normou ($N \cdot mm^{-1}$)
Δ	— přesnost měření ($N \cdot mm^{-1}$)
Δ'	— relativní přesnost měření ($\%$)

Literatura

- ČSN 46 7013: Metody zkoušení krmných směsí. Praha 1978.
 ČSN 46 7006: Společná ustanovení pro krmné směsi. Praha 1977.
 NOVOSAD, J. — MAJZLÍK, R. — VÍTOVÁ, G.: Měření pevnosti granulí krmných směsí. Zeměd. Techn., 26, 1980, č. 8, s. 487-496.
 MAJZLÍK, R. — NOVOSAD, J. — VÍTOVÁ, G.: Přístroj na měření pevnosti granulí. Krmivářství a služby, 1980, č. 2, s. 48.
 REISENAUER, R.: Metody matematické statistiky a jejich aplikace. Praha, SNTL 1965.

Došlo dne 22. 12. 1979

НОВОСАД, Й. — МАЙЗЛИК, Р. — ВИТОВА, Г. (Институт теоретических основ химической техники ЧСАН, Прага; Научно-исследовательский институт кормовой промышленности и услуг, Печки; Пражские хлебопекарные и мукомольные заводы, Прага): Оценка результатов разных способов измерения прочности гранул. Земед. Techn., 26, 1980 (8): 497-507.

Прочность гранул измерялась на двух разных приборах. На первом приспособленном приборе измерялась прочность при скольжении сыпучих материалов, на втором, вновь разработанном, измерялась прочность гранул комбикормов. Результаты обоих приборов взаимно сравнивались, в результате чего была доказана правильность вновь сконструированного прибора. Один из приборов был снабжен двумя видами дробящих плит, а именно дробящими плитами, которые позволяют дробить гранулы по всей ее длине, и дробящими плитами с шириной 4,5 мм, которые дробят гранулы лишь в том месте, куда они прикаснутся. На обоих приборах изучалось влияние гранул на их прочность и влияние трещин в гранулах на их прочность. Проводилось обширное измерение на одном типе гранул; методика измерения потом проверялась на нескольких других типах гранул. Результаты, полученные при этих измерениях, сопоставлялись с требованиями стандарта. Оказалось, что требования стандарта, касающиеся формы и размера дробящих плит, скорости увеличения действующей силы и необходимого числа измерений, удовлетворяют. Данные, предписывающие максимальную прочность гранул, можно было бы дополнить значением, показывающим, на сколько гранулы могут превзойти прочность, рекомендуемую стандартом.

гранулирование комбикорма; измерение прочности гранул; стандарты

NOVOSAD, J. — MAJZLÍK, R. — VÍTOVÁ, G. (Institute of Chemical Process Fundamentals, Czechoslovak Academy of Sciences, Praha; Research Institute for Feedstuff Industry and Services, Pečky; Prague Bakeries and Mills Praha): *Evaluation of the Results of Various Methods of Measuring Granule Strength*, Zeměd. Techn., 26, 1980 (8) : 497-507.

Granule strength was measured on two different devices. One of the devices was an apparatus adapted for measuring the shear strength of loose materials, the other was a newly developed apparatus for measuring the granule strength of feed mixtures. The results obtained on these two devices were compared: the proper construction of the developed apparatus was demonstrated in this way. One of the apparatuses possessed two types of jaws: jaws crushing the granules lengthwise and jaws 4.5 mm in width crushing the granules at the place of incidence. On both apparatuses the effect of granule length on their strength was observed, and the effect of granule cracks on their strength. Extensive measurements were performed with one type of granules, and the methods of measurement were then tested on several other types of granules. The results obtained from these measurements were confronted with the requirements of the standard. It was found out that the requirements of the standard as to the shape and size of the jaws, rate of force increase and the necessary number of measurements were in compliance. The data indicating the maximum granule strength could be complemented with the per cent of granules that can surpass the strength given by the standard.

granulation of feed mixtures; measurement of granule strength; standards

NOVOSAD, J. — MAJZLÍK, R. — VÍTOVÁ, G. (Institut für theoretische Grundlagen der chemischen Technik der ČSAV, Praha; Forschungsinstitut für die Futtermittelindustrie und -dienstleistungen, Pečky; Prager Bäckereien und Mühlen, Praha): *Bewertung der Ergebnisse verschiedener Verfahren der Messung der Granulatfestigkeit*, Zeměd. Techn., 26, 1980 (8) : 497-507.

Die Granulatfestigkeit wurde auf zwei verschiedenen Geräten gemessen. Das erste Gerät war ein für die Messung der Schubfestigkeit von Schüttgütern angepaßtes Gerät, das andere wurde für die Messung der Festigkeit von gekörnten Futtermischungen neuentwickelt. Die Ergebnisse auf beiden diesen Geräten wurden verglichen und auf diese Weise die Funktionsgerechtigkeit des entwickelten Gerätes nachgewiesen. Eines der Geräte wurde mit zwei Arten von Backen versehen, und zwar mit Backen, die die Zerkleinerung der Granulate in deren ganzer Länge ermöglicht, sowie mit Backen die 4,5 mm breit sind und die die Granulate nur in der Stelle zerkleinern, wo diese Backe aufsitzt. An beiden Geräten wurde der Einfluß der Granulatenlänge auf deren Festigkeit und Einfluß der Risse in den Granulaten auf deren Festigkeit untersucht. Es wurden umfassende Messungen an einem Typ von Granulaten vorgenommen und die Meßmethodik dann an mehreren weiteren Typen der Granulate überprüft. Die bei diesen Messungen erzielten Ergebnisse wurden den Anforderungen der gültigen Normen gegenübergestellt. Es wurde festgestellt, daß die Normenforderungen in bezug auf Gestalt und Größe der Backen, Zuwachsgeschwindigkeit der einwirkenden Kraft, und die erforderliche Meßanzahl erfüllt sind. Die die Höchstfestigkeit der Granulate vorschreibende Angaben könnten durch einen Wert vervollständigt werden, der angibt, welcher Prozentanteil der Granulate die durch die Norm angegebene Festigkeit überschreiten darf.

Granulierung der Futtermischungen; Messung der Granulatenfestigkeit; Standards

Adresy autorů:

Ing. Jan Novosad, CSc., Ústav teoretických základů chemické techniky ČSAV, 160 00 Praha 6

Ing. Ratibor Majzlík, Výzkumný ústav krmivářského průmyslu a služeb, Chraňovická 471, 289 11 Pečky

Ing. Gabriela Vítová, Pražské pekárny a mlýny, 190 00 Praha 9

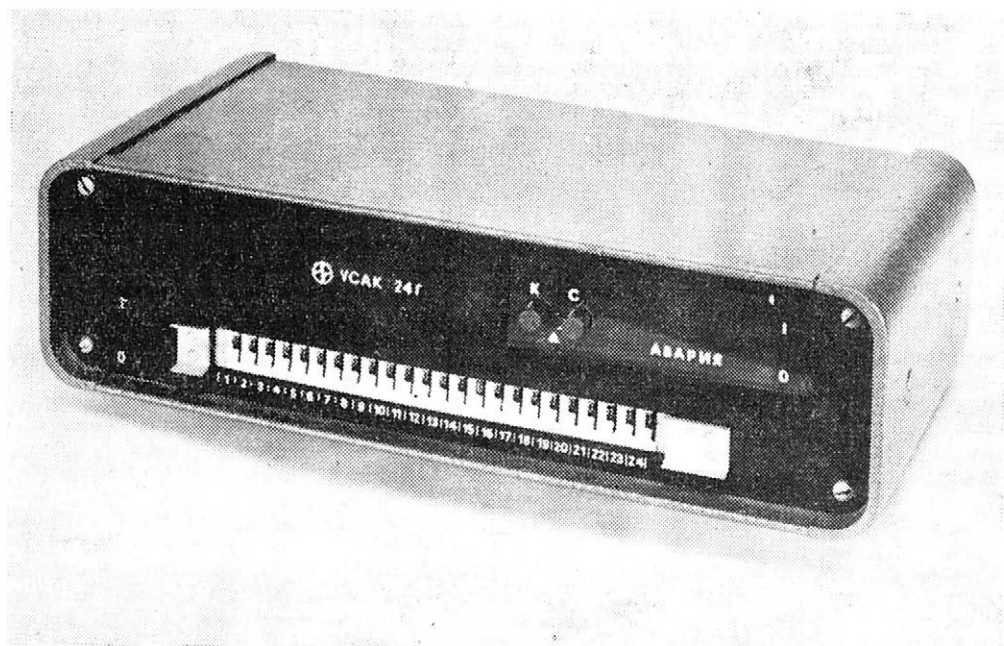
ELEKTRONIKA pro zemědělské stroje

Systémy: USAK 6V, 13V, 13K, 13G, 24G — automaticky kontrolují chod periodicky se pohybujících součástí a dílů zemědělských strojů

Systémy: KEDR 1, 2 — automaticky kontrolují práci přesných secích strojů

Systém: SAV — automaticky navádí samohybné kombajny na řádky

Systém: SEAC — řídí a kontroluje práci automatického stroje na jednocení řepy PSA-2,7



Agromachinaimpex

Vývozce: Sdružení pro zahraniční obchod
Agromachinaimpex
Sofia, Bulharsko
tř. St. Lepoeva č. 1
telefon: 23 03 91
dálnopis: 022 563

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA V PRAXI

PROBLEMATIKA VÝSTAVBY ZÁVODŮ PRO ŽIVOČIŠNOU VÝROBU

Neustálé zvyšování intenzity zemědělské výroby se stává celosvětovým problémem. V průmyslově vyspělých státech, jakým je ČSSR, rychle ubývá zemědělská půda zábořem pro výstavbu účelových zařízení výrobních odvětví, pro bytovou a občanskou výstavbu, pro dopravu, rekreaci aj. Již dnes připadá v ČSSR méně než 0,5 ha zemědělské půdy na jednoho obyvatele, přičemž počet obyvatel dále vzrůstá.

Intenzifikace rostlinné produkce, a tím i celé zemědělské výroby, včetně produkce živočišné, se zatím řeší hlavně cestou zúrodnování půdy melioracemi a intenzifikací hnojením. Tyto prostředky, které využívají důležitou část ze soustavy optimálních ekologických podmínek, představují ještě velké rezervy pro zvyšování zemědělské výroby. I tyto možnosti budou však vyčerpány a bude třeba uplatňovat další cesty, nutné pro existenci lidské společnosti a jejich zvyšujících se potřeb a požadavků výživy.

Úbytky půdy signalizují nutnost pečlivě hospodařit zvláště se zemědělskou půdou, která je základnou pro zemědělskou výrobu. Je třeba vycházet z dlouhodobé perspektivy vývoje společnosti a její ekonomiky, která musí respektovat potřeby výživy předpokládaného počtu obyvatel a potřeby surovin pro průmysl v maximální míře z vlastních zdrojů.

Dosud je zábor půdy omezován a regulován hodnotami finančních náhrad, odpovídajících zemědělské produkci ze zastavěné plochy. Tento systém je pro budoucí regulaci úbytku zemědělské půdy — jako výrobní základny — nedostačující. Skutečná hodnota půdy z celospolečenského hlediska je téměř nevyjádřitelná. Kdybychom i nadále ztráceli ročně tolik zemědělské půdy jako dosud, nebylo by cca za 500 let na území republiky na čem hospodařit.

Je tedy nezbytné, s ohledem na příští generace, regulovat další zábory půdy nejen jako výrobní základny, ale i jako základního faktoru pro tvorbu životního prostředí budoucích generací. Již dnes tedy by mělo jít o to stanovit konkrétní rozsah zastavitelné a nezastavitelné půdy a celkového půdního fondu ČSSR. Přitom by zastavitelné plochy měly být limitovány orientačním časovým harmonogramem pro jednotlivé fáze vývoje v rámci dlouhodobé (staleté) perspektivy pro jednotlivé kraje, okresy i obce.

Vypracování těchto limitů bude vysoce náročnou prací, která musí zahrnovat hlediska biologická, ekologická, sociologická, technická, kulturně-společenská a ekonomická. Nezbytnost řešení této problematiky je životním zájmem příštích generací a jestliže je dnes aktuální ve vyspělých průmyslových a zemědělských státech, jako je ČSSR, stane se v budoucnosti naléhavou potřebou ve světovém měřítku. Ani s rezervami půdy ve státech zaostalých a rozvojových nelze perspektivně počítat, jelikož u nich růst počtu obyvatel je velmi rychlý a vývoj výrobních sil i u nich bude postupně zvyšovat nároky na zábor zemědělské půdy.

Požadavky tvorby a ochrany životního prostředí, zvyšování počtu obyvatel, rostoucí požadavky na produkci zemědělské výroby, rostoucí

potřeby nezávadné vody a zdravého ovzduší a s tím související snahy po omezení dalšího záboru půdy — to vše se střetává s nutností realizace nové výstavby. Dosud jsou určité rezervy plošné, zejména pro novou bytovou a občanskou výstavbu, v intravilánech venkovských obcí, ze kterých byla vyčleněna roztržštěná zemědělská výroba. Další rezervy pro veškerou výstavbu jsou ve svažitých pozemcích, nevhodných pro mechanizaci zemědělských prací, a v pozemcích o nízké bonitě. Tyto rezervy jsou však omezené.

Z těchto základních pohledů vyplývá, že je nutné zabývat se problematikou budoucí výstavby jak v plné šíři, tak i v sektoru zemědělství.

Je třeba si uvědomit, že vlastní výstavba je pouze prostředkem k dosažení cílů vytyčených prognózou a koncepcí zemědělského sektoru jako celku. Jaká bude výstavba zemědělských objektů, o tom rozhodnou hlavně požadavky funkční a uživatelské, při reálném respektování skutečnosti, že žijeme a budeme žít v době limitujících možností energetické a ekonomické hospodárnosti, které zůstávají hlavním rozhodujícím faktorem, ovlivňujícím reálnost perspektivního řešení.

Rozvoj a další vývoj zemědělských účelových staveb je nutné rozdělit na problematiku

a) krátkodobou — zahrnující reálnou přípravu výstavby na období 5 až 10 let dopředu a vycházející hlavně ze současných potřeb, z dosažených zkušeností a ekonomických možností;

b) dlouhodobou — zahrnující období výstavby v předstihu 10 až 20 (30) let;

c) perspektivní — zahrnující prognózu vývoje zemědělské výroby s problémy výstavby v předstihu zhruba stoletím.

Práce prognostické je nutné chápat jako činnost kontinuální, která bude zdokonalována, doplňována a korigována průběžně podle stupně nových poznání. Na výzkumnou základnu, na projektové a realizátorské organizace klade příprava nové generace staveb velké úkoly. Prognóza vývoje technologických linek pro ucelené soubory účelových staveb musí řešit problematiku nejméně na dobu životnosti jedné generace staveb.

Protože fyzická životnost vlastní stavby je podstatně vyšší než životnost strojnětechnologických linek, musí se během jedné generace staveb tyto linky několikrát obnovovat a v souvislosti s technickým pokrokem nahrazovat modernějším a progresivnějším zařízením. Rovněž vlastní technologie může být na základě nových poznatků měněna.

Tato skutečnost vede již dnes k tomu, že současná stavební výroba zakládá svůj vývoj na vytváření podmínek pro nezávislé řešení technologicko-provozních linek na vlastní konstrukci stavby. Zředěním svislých podpor uvnitř prostorů se přechází na větší rozpony, popřípadě na haly bez vnitřních podpor, což umožňuje prostorovou vůli pro inovace, modernizace a nová řešení vnitřního provozu, aniž by bylo třeba nákladných stavebních rekonstrukcí.

Budoucí zemědělské specializované celky by měly být rozmísťovány a kapacitně určovány tak, aby vytvářely ucelené soubory s optimální provozní vazbou. V nové výstavbě se zvýšeným tlakem na úsporu půdy pro zástavbu — hlavně kvalitní půdy orné — se bude uplatňovat, zejména pro užitkové chovy, zahuštěná zástavba monoblokovým a halovým způsobem a podle možností i zástavba vícepodlažní.

V objektech s velkou koncentrací slepic ve snáškových halách a ve výkrmnách brojlerů je již dnes vícepodlažní řešení ustájení jasně progresivní. Pro další varianty řešení je možné čerpat zkušenosti z dosavadní výstavby.

Pro ustájení prasat jsou vícepodlažní objekty nesporně perspektivní, což prokazují mnohé studijní a soutěžní práce i menší počet realizací u nás i v cizině. Předpokládáme, že hlavně při vícepodlažních stavbách pro prasata je možné řešit i různé problémy související se zlepšováním pracovního a životního prostředí, a to lépe, než při pavilónové a monoblokové zástavbě.

Pro skot je řešení vícepodlažních stájí podstatně obtížnější než pro prasata a drůbež. Lze předpokládat, že ve vícepodlažních stájích se v širším měřítku uplatní nejdříve výkrm skotu a odchovu telat. Pro dojnice je řešení obtížnější jak z hlediska provozně dispozičního, tak i konstrukčního, hlavně v souvislosti s linkou dojení.

Přechod na víceetážovou zástavbu je jednou z cest šetření zemědělskou půdou omezováním zastavěné plochy. Vícepodlažní zástavba však není ani v dlouhodobé perspektivě výhodná pro všechny druhy chovu hospodářských zvířat. Proto bude nutné u velkokapacitních horizontálně řešených souborů staveb pro živočišnou výrobu hledat další možnosti eliminace záborů větších ploch zemědělské půdy.

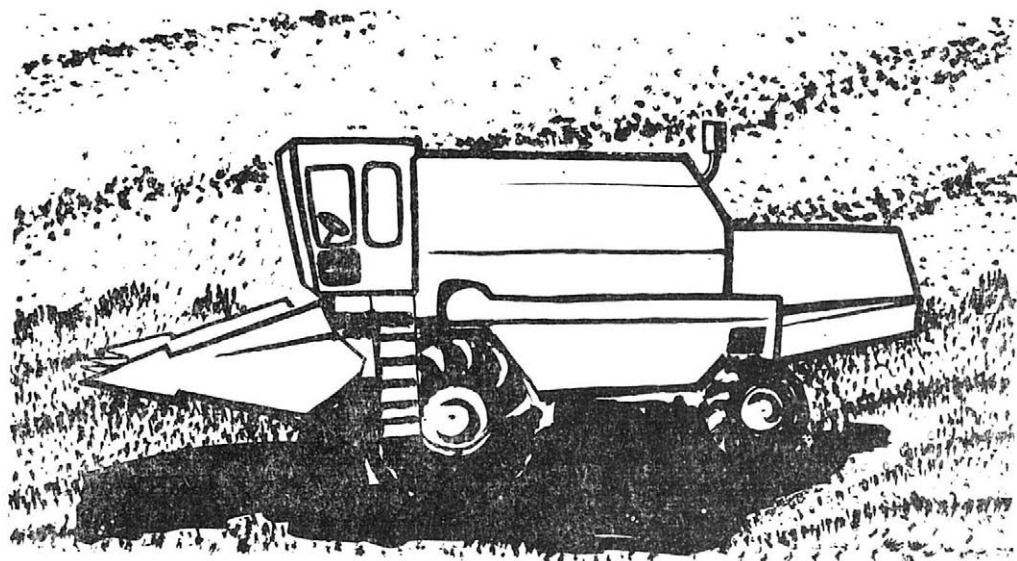
Naznačené perspektivní způsoby zemědělské účelové výstavby umožňují nejen progresivně řešit zemědělský provoz, ale i využít progresivních stavebních technologií a zrychlit realizaci staveb.

Optimální koncentrace hospodářských zvířat současně umožňují dokonalejší technické vybavení, které omezuje negativní vlivy na okolí a krajinné prostředí.

Předpokládám, že naznačené formy výstavby zemědělských velkovýrobních zařízení se budou v široké míře uplatňovat již po roce 1985; je proto třeba už v současné době řešit v předstihu všechny důležité provozně technologické, technické a ekonomické problémy, které budoucí koncepce výstavby bude vyžadovat. Na bázi výzkumu a vývoje jde zejména o otázky zpracování exkrementů a jejich využití, o zamezení škodlivého působení provozu staveb na čistotu ovzduší a vod a další. Proto je nutné již dnes zařadit do plánů komplexní výzkumné úkoly, ve kterých se budou muset respektovat odlišnosti krajinných oblastí ČSSR a diferencovat řešení staveb a jejich souborů podle specifických podmínek.

Doc. ing. arch. dr. Karel F. Souček, CSc.

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy



AGROMET — MOTOIMPORT

Podnik zahraničního obchodu
Varšava, Polsko
poštovní schránka 990
telegramy: Motorim Warszawa
dálnopis: 813 665, 813 511
telefon: 28 50 71

Vývoz a dovoz:

- traktorů,
- zemědělských strojů a nářadí
- kompletních sušiček a výkrmů spolu se speciálními zařízeními
- průmyslová spolupráce při výrobě traktorů, zemědělských strojů a jejich podskupin, součástí a prvků
- náhradní díly pro traktory a veškeré zemědělské stroje

Zveme Vás k návštěvě našeho stánku na Mezinárodním strojírenském veletrhu Brno 80

Maleř J.: Zdvojování řádků a úprava slámy mobilním štípačem . . .	449
Ruml M., Staněk Z., Křížová L.: Triboelektrický jev jako stimulační faktor při předsejové úpravě osiva . . .	463
Lobotka J.: Vplyv parametrov pojazdného závitnicového dávkovača jadrového krmiva na veľkosť a presnosť dávky . . .	479
Novosad J., Majzlík R., Vítová G.: Měření pevnosti granulí krmných směsí . . .	487
Novosad J., Majzlík R., Vítová G.: Hodnocení výsledků různých způsobů měření pevnosti granulí krmných směsí . . .	497
Zemědělská technika v praxi . . .	
Souček F.: Problematika výstavby závodů pro živočišnou výrobu . . .	509

СОДЕРЖАНИЕ

Малерж Й.: Удвоение рядков и обработка соломы мобильной щипальной машиной . . .	460
Румл М., Станек З., Кржижова Л.: Трибоэлектрическое явление, как фактор стимуляции при обработке посевного материала перед посевом . . .	476
Лоботка Й.: Влияние параметров передвижного винтового дозатора концентратов на размер и прочность дозы . . .	486
Новосад Й., Майзлик Р., Витова Г.: Измерение гранул комбикормов . . .	495
Новосад Й., Майзлик Р., Витова Г.: Оценка результатов разных способов измерения прочности гранул . . .	506

CONTENTS

Maleř J.: Row Doubling and Straw Treatment by a Mobile Straw Cutter . . .	460
Ruml M., Staněk Z., Křížová L.: The Triboelectric Effect as a Stimulative Factor in the Pre-Seeding Treatment of Seed . . .	476
Lobotka J.: The Influence of the Parameters of the Mobile Auger Batcher of Concentrates on the Ration Size and Strength . . .	486
Novosad J., Majzlík R., Vítová G.: Measuring the Strength of Granules of Feed Mixtures . . .	496
Novosad J., Majzlík R., Vítová G.: Evaluation of the Results of Various Methods of Measuring Granule Strength . . .	507

INHALT

Maleř J.: Schwadverdoppelung und Strohaufbereitung mit ortsbeweglicher Strohspoltmaschine . . .	461
Ruml M., Staněk Z., Křížová L.: Triboelektrische Erscheinung als Stimulationsfaktor bei der Voraussaataufbereitung vom Saatgut . . .	476
Lobotka J.: Einfluß der Parameter des fahrbaren Schneekendosierers für Kraftfutter auf die Größe und Festigkeit der Portion . . .	486
Novosad J., Majzlík R., Vítová G.: Meßmethodik für Granulate der Futtermischungen . . .	496
Novosad J., Majzlík R., Vítová G.: Bewertung der Ergebnisse verschiedener Verfahren der Messung der Granulatfestigkeit . . .	507

Rukopis odevzdán k tisku 21. 5. 1980 — Podepsáno k tisku 7. 8. 1980

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS - ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS - ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.