

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

12

ROČNÍK 34 (LXI)
PRAHA
PROSINEC 1988
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Rídí redakční rada: prof. ing. Miloslav Velebil, DrSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc., ing. Vladimír Dufek, CSc., prof. ing. Marko Ďuriš, CSc., ing. Jiří Fiala, DrSc., ing. František Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Dušan Hutla, doc. ing. Ján Jech, CSc., ing. Zdeněk Pastorek, CSc., ing. Miroslav Posekaný, ing. Bohumil Studeník, CSc., prof. ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing. Zdeněk Štefl, DrSc., Josef Višínský, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá prof. ing. Miloslav Velebil, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

OBSAH

Příhoda Z.: Secí stroj pro přesný výsev semen řepy a kukuřice . . .	705
Hartman E., Dolejší F.: Řešení seřizovacího ústrojí pluhu v závislosti na agregaci s traktorem . . .	715
Haš S., Štefánik F., Macháčková M.: Efektivnost seníků s různými typy slunečních kolektorů . . .	723
Blahovec J., Houška M., Pokorný D., Patočka K., Kubešová A., Bareš J.: Mechanické vlastnosti plodů rajčat a jejich určování . . .	739

AKTUALITY

Janál R., Havránek T.: Číslicový měřič konduktivity mléka . . .	752
---	-----

СОДЕРЖАНИЕ

Пржигода З.: Сеялка для точного высева семян свеклы и кукурузы . . .	712
Гартман Е., Дольши Ф.: Решение регулировочного устройства плуга в зависимости от агрегатирования с трактором . . .	721
Гаш С., Штефаник Ф., Махачкова М.: Эффективность сенников с различными типами солнечных коллекторов . . .	736
Благовец Й., Гоушка М., Покорны Д., Паточка К., Кубешова А., Бареш Й.: Механические свойства плодов томатов и их определение . . .	750

CONTENTS

Příhoda Z.: A Precision Drill for Beet Maize Seed . . .	713
Hartman E., Dolejší F.: Plough Adjustment Mechanism: its Design with respect to Aggregation with Tractor . . .	722
Haš S., Štefánik F., Macháčková M.: Effectiveness of Haylofts Equipped with Various Types of Solar Collectors . . .	737
Blahovec J., Houška M., Pokorný D., Patočka K., Kubešová A., Bareš J.: Mechanical Properties of Tomato Fruits and their Determination . . .	750

INHALT

Příhoda Z.: Präzisionsdrillmaschine für Rüben- und Maissamen . . .	713
Hartman E., Dolejší F.: Lösung des Pflugeinstellwerkes in Abhängigkeit von der Koppolung mit Traktor . . .	722
Haš S., Štefánik F., Macháčková M.: Effektivität der Heuschuppen mit Sonnenkollektoren verschiedener Typen . . .	737
Blahovec J., Houška M., Pokorný D., Patočka K., Kubešová A., Bareš J.: Mechanische Eigenschaften der Tomatenfrüchte und ihre Ermittlung . . .	751

SECÍ STROJ PRO PŘESNÝ VÝSEV SEMEN ŘEPY A KUKUŘICE

Z. Příhoda

PŘÍHODA, Z. (AGROZET, koncernový Výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha-Chodov): *Secí stroj pro přesný výsev semen řepy a kukuřice*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (12) : 705-713.

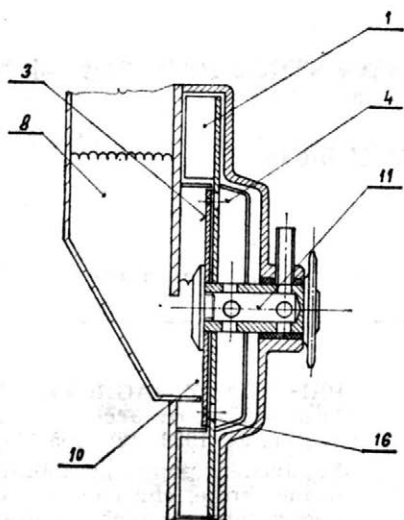
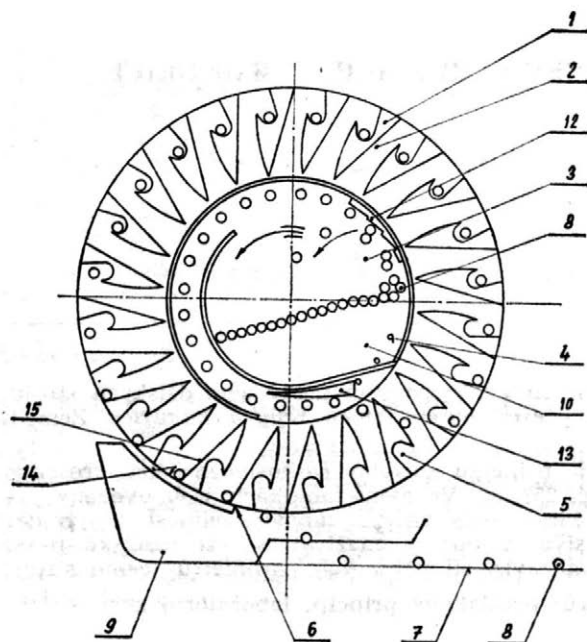
Je uveden popis podtlakového principu nového československého přesného secího stroje, chráněného AO č. 253.780. Ve dvou tabulkách jsou uvedeny výsledky laboratorních zkoušek, které měly za cíl stanovit velikost sacích děr pro osiva cukrovky a pro osiva kukuřice, používaná v zemědělské praxi v ČSSR. Je připojen nomogram závislosti některých parametrů secího stroje optimální velikosti sacích otvorů; podtlakový princip; laboratorní zkoušky

Začátkem roku 1985 jsme v Agrozetu, k. VÚZS Praha-Chodov, poprvé zkoušeli model nového řešení výsevního ústrojí pro jednozrnkový přesný výsev a kukuřičných semen. Toto ústrojí pracuje na pneumaticko-mechanickém principu. Je na ně uděleno autorské osvědčení č. 253.780.

POPIS ZAŘÍZENÍ A JEHO FUNKCE

Na obr. 1 je schematicky znázorněno výsevní ústrojí; skládá se z vertikálního výsevního kotouče (1) s kanály (2), k němuž ve střední části přiléhá tenký sací kotouč (3) s 24 sacími otvory (4). Výsevní kotouč (1) má 24 kanály (2) s komůrkami (5). Před dolní úvratí je ústí výpadu (6). Lůžko (7) pro semeno (8) vytváří botka (9).

Do nabíracího prostoru (10) přicházejí z čelní strany výsevního ústrojí semena (8) otvorem, který je pro malá semena částečně zakryt hradítkem, pro velká semena je volně průchozí. V horní části pravého dolního kvadrantu jsou k otvorům (4) přisávána semena vzduchovým proudem o podtlaku v rozmezí 4 až 9 kPa, který působí v zadní části sacího kotouče (3) a je sem přiváděn dušním hřídelem (11). Průměr sacích otvorů umožňuje přisátí jednoho i více semen. V místě pravého horního kvadrantu se k přisátým semenům přibližují hrany setřásače (12), jehož poloha se podle velikosti, tvaru a množství přisátých semen může měnit tak, aby na konci dotyku setřásače (12) se semena zůstalo k otvoru přisáté pouze jedno semeno. Částečně lze množství semen regulovat také velikostí podtlaku (těžší a nepravidelná semena vyžadují vyšší podtlak, lehčí a kulatá semena nižší podtlak). Sací kotouč unáší přisátá semena za údolní úvrať, kde jsou mechanicky přesouvačem (13) přemísťována do ústí kanálů. Tam svou energií přecházejí na vnější obvod výsevního kotouče. Ještě v horní části dolního pravého kvadran-



1. Výsevní ústrojí pneumático-mechanického principu (1 — výsevní kotouč; 2 — kanál; 3 — sací kotouč; 4 — sací otvor; 5 — komůrka; 6 — ústí výpadu; 7 — lůžko; 8 — semeno; 9 — secí botka; 10 — nabírací prostor; 11 — dutý hřídel; 12 — setřásač; 13 — přesouvač; 14 — skluz; 15 — přední stěna kanálu; 16 — vložka z PVC) — Sowing mechanism of the pneumatic-mechanical principle (1 — drill disk; 2 — tube; 3 — suction disk; 4 — suction hole; 5 — chamber; 6 — drop outlet; 7 — bed; 8 — seed; 9 — drill shoe; 10 — gathering space; 11 — hollow shaft; 12 — jogger; 13 — shifter; 14 — slide; 15 — front wall of tube; 16 — PVC liner)

tu se semeno uloží do komůrky (5) a je v ní unášeno vzhůru. V dolní části levého horního kvadrantu nebo v horní části levého dolního kvadrantu opouští semeno komůrku, dostává se na obvod a po něm jako po skluzu (14) klouže nebo se kutálí a dosáhne přední stěny (15) kanálu (2). Přilehnutí semene k této stěně zaručuje při konstantních otáčkách konstantní dobu výpadu semene z ústrojí, čili z ústí výpadu (6). Tím je zaručeno, že při dobře upraveném lůžku (7) je vzdálenost semen v něm stále stejná.

Mezi vertikální výsevní kotouč (1) a sací kotouč (3) je vložena odnímatelná vložka z PVC (16). Podle počtu jejich děr lze měnit počet aktivních sacích otvorů, a tím i rozteč semen na zemi. Základní počet děr je 24; při průměru výsevního kotouče (resp. stěny skříně) 305,6 mm je vzdálenost sousedních kanálů 40 mm. Znamená to, že pro případ, kdy obvodová rychlost v_o výsevního kotouče je rovna velikosti pojezdové rychlosti v_n stroje, ale má opačný smysl, je rozteč semen na zemi 4 cm.

Pro dvojnásobnou rozteč se použije fólie s 12 otvory; pro trojnásobnou rozteč je možné použít fólii s osmi otvory atd. Vždy, pro pravidelnou rozteč, musí součin počtu nezakrytých děr a celého čísla být roven 24. Využití této přednosti umožní pro požadovaný počet roztečí semen v řádku snížit počet stupňů převodů na stroji.

Vhodnou volbou rozteče aktivních sacích otvorů, při zachování stále stejné, pravidelné rozteče děr na sacím kotouči, je dále také možné získat opakovatelné nepravidelné rozteče.

Při rovnosti obvodové rychlosti v_o a pojezdové rychlosti v_p lze získat různé kombinace násobků 4 cm v rozmístění semen v brázdě:

4,	20,	4,	20,	4,	20..... cm
4,	4,	16,	4,	4,	16..... cm
8,	16,	8,	16.....		cm a podobně.

Zařazením převodu mezi hnací kolo a výsevní ústrojí lze uvedené rozteče libovolně zvětšit nebo zmenšit.

SACÍ OTVORY

Sací otvory [4] jsou jednou z nejdůležitějších součástí podtlakového výsevního ústrojí. Na začátku výzkumných prací byly pro cukrovku zvoleny různé velikosti otvorů v rozmezí průměrů od 1,5 mm do 2,7 mm. U malých sacích otvorů se přidržovala malá semena; velká semena odpadávala a otvory zůstávaly prázdné. U velkých otvorů, které byly vhodnější pro velká semena, docházelo k zakliňování malých semen. Pro kalibraci semen cukrovky u nás používanou, tj. 3,0 až 5,5 mm, byly pro konečné stanovení velikosti otvoru vybrány průměry otvorů 2,0, 2,3 a 2,5 mm.

V tab. I je uvedeno zhodnocení nabírací schopnosti výsevního ústrojí přesného secího stroje SE 4-042 u osiva řepy. Při zkouškách bylo použito tří velikostí přírodního osiva, dvou velikostí obalovaného osiva, 24 sacích otvorů, dvou velikostí otáček sacího kotouče a různých hodnot podtlaku vzduchového proudu. Protože přírodní osivo je lehčí než osivo obalované, postačil pro ně ve většině případů nižší podtlak.

Vynechávka znamená prázdný, nezaplněný sací otvor; dvoják znamená, že sací otvor byl obsazen dvěma semeny. Jestliže budeme vynechávku a dvoják považovat za rovnocennou chybu, potom velikost součtu chyb a průměrné hrubé poškození osiva poukazuje na univerzálnost — pro všechny tři druhy přírodního osiva a dva druhy obalovaného osiva — sacího otvoru o průměru 2,3 mm a rozsah podtlaku pracovního vzduchu od 4,5 do 7,5 kPa.

Z tab. I je také vidět, že nižší otáčky sacího kotouče způsobují vyšší procento dvojáků.

Pro názornost, jaké parametry výsevního ústrojí (popř. celého stroje) představují zkušební podmínky uvedené v tab. I, je dále uvedeno několik vztahů mezi otáčkami výsevního kotouče, nabíracími rychlostmi, frekvencí výsevu při zvolené rozteči semen v řádku a při počtu činných sacích otvorů:

$$f = n \cdot M \quad (1)$$

kde: f — frekvence výsevu semen za minutu
 n — otáčky výsevního kotouče [$1 \cdot \text{min}^{-1}$]
 M — počet činných sacích otvorů

$$v_n = \frac{\pi \cdot D \cdot f}{60 \cdot M} \quad (2)$$

kde: v_n — nabírací rychlost sacích otvorů [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]
 D — průměr roztečné kružnice, na níž leží středy sacích otvorů; pro daný případ $D = 0,15 \text{ m}$

I. Zhodnocení nabírací schopnosti výsevního ústrojí SE 4-042 — řepa (n — počet otáček výsevního kotouče, v_n — nabírací rychlost sacích otvorů, a_o — rozteč semen v řádku, v_p — pojezdová rychlost stroje) — Evaluation of the gathering capacity of the SE 4-042 sowing mechanism — sugar beet (n — revolutions of the drill disk, v_n — gathering speed of suction holes, a_o — spacing of seeds in row, v_p — travelling speed of the machine)

Osivo řepa	Velikost zrna [mm]	Počet sacích otvorů [1]	Počet otáček [min ⁻¹] nabírací rychlost [m.s ⁻¹] rozteč zrn [cm] pojezdová rychlost [km.h ⁻¹]	Průměr děr sacího kotouče [mm]									
				2			2,3			2,5			
				podtlak [kPa]	vyne- chávka [%]	dvoják [%]	podtlak [kPa]	vyne- chávka [%]	dvoják [%]	podtlak [kPa]	vyne- chávka [%]	dvoják [%]	
Přírodní	3 ÷ 4	24	$n = 29$	3,9	0,4	0,6	4,5	1,0	0,8	7,5	0,8	1,3	
Přírodní	3,5 ÷ 4,5		$v_n = 0,23$	4,5	0,2	0,4	4,5	0,6	1,0	4,2	0,2	1,0	
Obalované	3,75 ÷ 4,75		$a_o = 12$	7,5	0,4	0,8	6,0	0,4	0,8	6,0	0,2	2,5	
Přírodní	4,5 ÷ 5,5		$v_p = 5$	4,5	3,1	2,1	6,0	0,8	1,0	6,0	0,4	2,1	
Obalované	4,5 ÷ 5,5			7,5	0,8	0,8	6,0	0,8	0,6	7,5	0,4	0,2	
Přírodní	3 ÷ 4		$n = 43$	5,3	0,8	0,8	4,5	1,3	0,6	4,5	1,5	0,2	
Přírodní	3,5 ÷ 4,5		$v_n = 0,34$	4,5	0,8	0,2	4,5	0,2	0,4	4,5	0,4	0,2	
Obalované	3,75 ÷ 4,75		$a_o = 12$	7,5	3,5	0,8	6,0	0,4	0,6	6,0	0,6	2,7	
Přírodní	4,5 ÷ 5,5		$v_p = 7,4$	7,5	10,0	0,0	7,5	0,2	0,4	4,5	0,6	0,0	
Obalované	4,5 ÷ 5,5			7,5	5,6	1,0	7,5	1,6	0,8	7,5	0,6	0,0	
			Průměrné hodnoty	6,0	2,56	0,75	5,7	0,73	0,7	5,85	0,57	1,1	
			Σ chyb [%]	3,31			1,43			1,67			
			Průměrné hrubé poškození [%]	6,625			3,8			4,215			
			Průměrný počet bez obalu [%]	0,277			0,6			0,8			

$$v_p = \frac{f \cdot a_o \cdot 6}{10\,000} \quad (3)$$

kde: v_p — pojezdová rychlost stroje [$\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$]
 a_o — rozteč semen v řádku [cm]

Pro podmínky uvedené v tab. I a pro zvolenou rozteč
 $a_o = 12$ cm vychází

$$\text{pro } n = 29 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$v_n = 0,23 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_p = 5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$\text{a pro } n = 43 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$v_n = 0,34 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_p = 7,4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

Jestliže zevšeobecníme vztahy (1), (2) a (3) a dosadíme rozsahy hodnot v_n a M použitelných z hlediska konstrukce stroje a hodnot a_o a v_r používaných v praxi, získáme nomogram, uvedený na obr. 2.

Při laboratorních měřeních bylo zjištěno, že nabírací rychlosti v_n , které překračují hodnotu $0,55 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, nezajišťují dokonalý náběr semen sacími otvory. Pak se častěji vyskytují nezaplňené sací otvory — vynechávky.

Pomocí PVC fólie vložené mezi sací kotouč a výsevní kotouč lze jednoduše změnit počet otvorů z 24 na 12, 8 a 6 (event. 4).

Rozteč semen v řádku a_o je uvedena v rozmezí od 3 do 33 cm, což představuje používané rozteče různých semen v praxi. Pokud se týká pojezdové rychlosti v_r , není vhodné — zvláště z hlediska ergonomického a z hlediska ochrany zdraví při práci — počítat s rychlostí vyšší než $8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Příklad 1 — $v_p = 6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
 $a_o = 12$ cm (používáno u cukrovky)
 $M = 24$ otvorů

Dosazením do uvedených vztahů nebo zakreslením hodnot do nomogramu zjistíme, že nabírací rychlost $v_n = 0,273 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Protože vysazovací rychlost v_v je 2,04krát větší než nabírací rychlost v_n (semeno opouští díky kanálům — obr. 1 — výsevní ústrojí na průměru $D_1 = 305,6$ mm), je potom poměr

$$\frac{v_v}{v_p} = \frac{0,557}{1,67} = 0,335$$

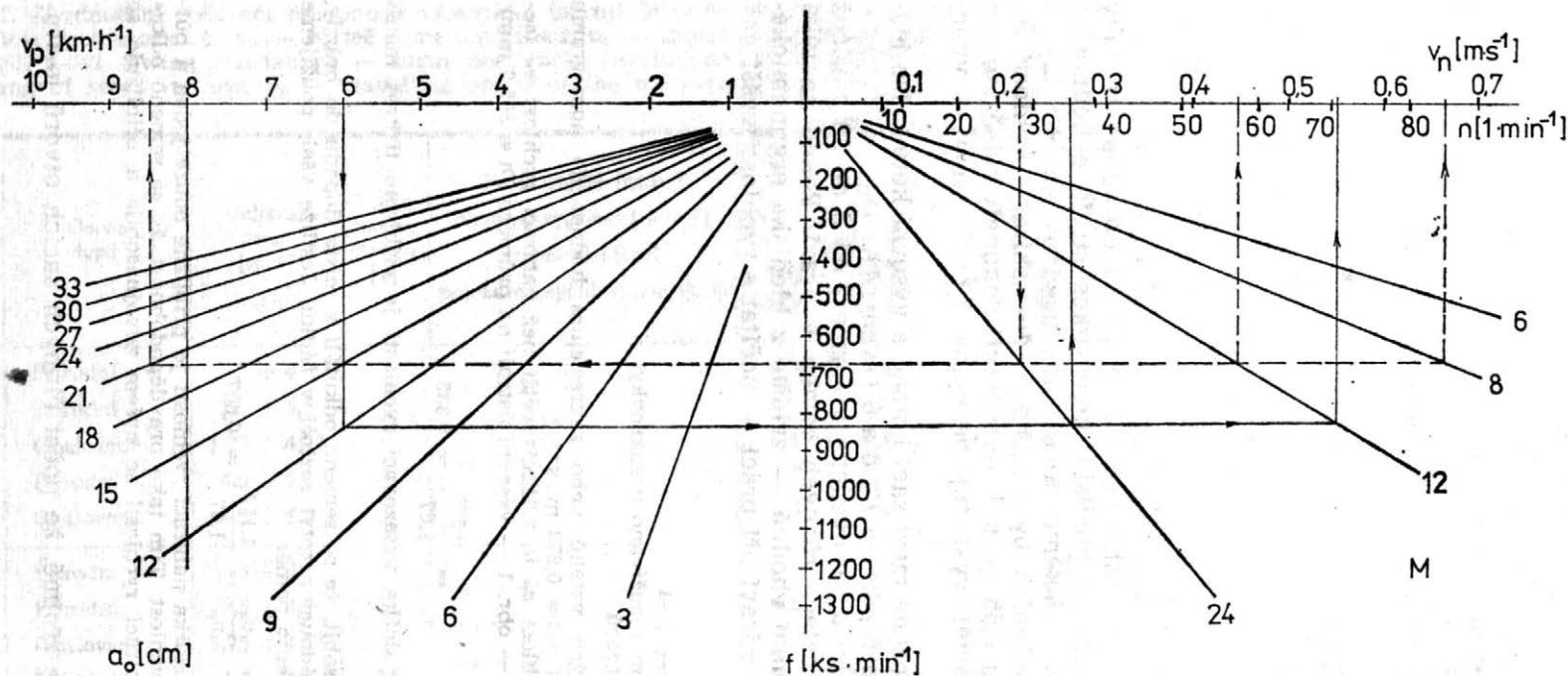
což znamená, že vodorovná složka vysazovací rychlosti je přibližně třikrát menší než pojezdová rychlost.

Tento rozdíl může způsobit, že se semeno odkutálí z místa dopadu do brázdy, čímž může vzniknout i nežádoucí rozptýl roztečí v řádku. Jestliže však použijeme jen 12 sacích otvorů, bude tento poměr

$$\frac{v_v}{v_p} = \frac{1,114}{1,67} = 0,667$$

což znamená, že vodorovná složka nabírací rychlosti je přibližně pouze jeden a půlkrát menší než pojezdová rychlost. Tím také pravděpodobnost, že se semeno odkutálí, je menší. Hodnota nabírací rychlosti se ovšem zdvojnásobila a přibližuje se krajní mezi.

Z tohoto příkladu je zřejmé, že počet činných sacích otvorů je třeba volit uváženě.



2. Nomogram vztahu mezi pojezdovou rychlostí stroje v_p ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$), roztečí semen v řádku a_o (cm), frekvencí výsevu f ($\text{ks} \cdot \text{min}^{-1}$), počtem činných sacích otvorů M (ks), nabírací rychlostí sacích otvorů v_n ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) a počtem otáček výsevního kotouče n ($\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$) — Nomogramme of the relationship between the travelling speed of the machine v_p (km per h), spacing of seeds in row a_o (cm), sowing frequency f (grains per min), number of active suction holes M , gathering rate of the suction holes v_n (m per sec), and number of revolutions of the drill disk n (r. p. m.)

II. Zhodnocení nabírací schopnosti výsevního ústrojí SE 4-042 — kukuřice (n — počet otáček výsevního kotouče, v_n — nabírací rychlost sacích otvorů, a_o — rozteč semen v řádku, v_p — pojezdová rychlost stroje) — Evaluation of the gathering capacity of the SE 4-042 sowing mechanism — maize (n — revolutions of the drill disk, v_n — gathering speed of suction holes, a_o — spacing of seeds in row, v_p — travelling speed of the machine)

Osivo kukuřice	Hmot- nost 1000 zrn [g]	Objem 1000 zrn [l]	Počet sacích otvorů [l]	Počet otáček [min ⁻¹] nabírací rychlost [m.s ⁻¹] rozteč zrn [cm] pojezdová rychlost [km.h ⁻¹]	Průměr děr sacího kotouče [mm]								
					4			4,4			5		
					podtlak [kPa]	vyne- chávka [%]	dvoják [%]	podtlak [kPa]	vyne- chávka [%]	dvoják [%]	podtlak [kPa]	vyne- chávka [%]	dvoják [%]
LG 5	198	0,255	24	$n = 29$	9	0,0	5,6	7	0,0	4,0	7	0,0	2,5
Pea 8-11	251	0,350		$v_n = 0,228$	9	1,5	2,7	9	0,0	1,9	9	0,0	1,7
CE 205H 8-9,5	348	0,440		$a_o = 16$	10	12,1	0,6	10	1,7	0,8	9	0,6	0,4
BEKE	350	0,420		$v_p = 6,7$	9	3,5	1,9	10	2,3	1,3	9	1,0	2,9
				průměrné hodnoty	9,25	4,28	2,7	9	1,0	2,0	8,5	0,4	1,88
				Σ chyb [%]	6,98			3			2,28		
LG 5	198	0,255	12	$n = 43$	9	2,5	2,7	9	0,8	3,1	5	2,5	0,6
BEA 8-11	251	0,350		$v_n = 0,338$	9	2,7	4,4	9	0,2	0,8	7	0,0	1,3
CE 205 H 8-9,5	348	0,440		$a_o = 16$	10	8,3	1,3	10	2,1	1,5	9	1,3	2,5
BEKE	350	0,420		$v_p = 5$	10	15,0	0,0	9	2,9	6,0	9	0,6	5,4
				průměrné hodnoty	9,5	7,13	2,1	9,25	1,5	2,83	7,5	1,1	2,45
				Σ chyb [%]	9,23			4,33			3,55		

Také pro kukuřici byla na začátku výzkumných prací volena celá škála velikostí sacích otvorů. Do užšího výběru byly zařazeny velikosti o průměru 4, 4,4 a 5 mm. V tab. II je uvedeno zhodnocení nabírací schopnosti výsevního ústrojí stroje SE 4-042 u osiva kukuřice. Při zkouškách byly použity čtyři druhy osiva lišícího se jednak hmotností, jednak tvarem. Ze zkoušek vyplynulo, že pro použitá semena kukuřice o hmotnosti 1000 zrn zhruba od 200 do 350 g mohou být použity sací otvory o velikosti 5 mm.

V tab. II jsou také uvedeny praktické hodnoty nabírací rychlosti v_n a pojezdové rychlosti v_p při rozteči semen v řádku $a_o = 16$ cm, aplikované na podmínky provedených zkoušek.

Také pro výsev kukuřice lze pomocí nomogramu uvedeného na obr. 2 rychle hodnotit volbu parametrů pro praktické využití.

Příklad 2 — $a_o = 21$ cm
 $M = 24$ otvorů
 $v_n = 0,22$ m.s⁻¹

Zakreslením hodnot [event. výpočtem pomocí vztahů (2) a (3)] do nomogramu zjistíme, že při uvedených hodnotách pojezdová rychlost již přesahuje doporučenou krajní mez hodnotou $v_p = 8,5$ km.h⁻¹.

Z hlediska nabírací rychlosti je tento případ vhodný, ale z hlediska nebezpečí, že se osivo odkutálí z místa dopadu, již tak příznivý není, neboť poměr

$$\frac{v_v}{v_p} = \frac{0,449}{2,36} = 0,190$$

znamená, že vodorovná složka vysazovací rychlosti je přibližně 5,3násobně menší než pojezdová rychlost v_p . Jestliže však použijeme jen 12 sacích otvorů, bude tento poměr

$$\frac{v_v}{v_p} = \frac{0,898}{2,36} = 0,38$$

což znamená, že se snížila možnost, že se semeno odkutálí od místa dopadu (vodorovná složka výpadové rychlosti v_v je pouze 2,65krát menší než pojezdová rychlost). Pro lepší uložení semene v rýze by bylo možné použít jen osmi sacích otvorů, neboť potom by složka výpadové rychlosti v_n byla pouze 1,77krát menší než pojezdová rychlost; nabírací rychlost by však dosáhla hodnoty $v_n = 0,66$ m.s⁻¹, což přesahuje povolenou mez.

ZÁVĚR

Z některých konstrukčních a funkčních parametrů zjištěných při výzkumných pracích vyplývá, že jejich hodnoty je třeba v praktickém využití přesného secího stroje volit velmi uvážlivě. Zvláště se to týká vzájemné vazby požadované rozteče ukládaných semen v řádku a pojezdové rychlosti, kdy nepřiměřené požadavky mohou zhoršit vlastní funkci stroje.

Došlo dne 1. 6. 1988

ПРЖИГОДА, З. (АГРОЗЕТ, Научно-исследовательский институт сельскохозяйственных машин, Прага-Ходов): Сеялка для точного высева семян свеклы и кукурузы. Земед. Techn., 34, 1988 (12) : 705-713.

Приводится описание принципа разряжения новой чехословацкой сеялки точного высева, защищаемой А. св. № 253.780. В двух таблицах приводятся результаты лабораторных испытаний, которые ставили себе целью определить величину всасывающих отверстий для семян сахарной свеклы и для семян кукурузы, которые используются

на сельскохозяйственной практике в ЧССР. Также приводят номограмму зависимости некоторых параметров сеялки.

оптимальные величины всасывающих отверстий; принцип разряжения; лабораторные испытания

PRÍHODA, Z. (AGROZET, Concern Research Institute of Agricultural Machinery, Praha-Chodov): *A Precision Drill for Beet and Maize Seed*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (12) : 705-713.

There is a description of the vacuum principle of a new Czechoslovak precision drill (patented as AO No. 253.780). Two tables contain the results of laboratory tests aimed at determining the size of suction holes for the seeds of sugar beet and for the seeds of maize, as used on Czechoslovak farms. A nomogramme of the dependences of some parameters of the drill is added.

optimum size of suction holes; vacuum principle; laboratory tests

PRÍHODA, Z. (AGROZET, Konzernforschungsinstitut für Landmaschinen, Praha-Chodov): *Präzisionsdrillmaschine für Rüben- und Maissamen*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (12) : 705-713.

Die vorliegende Arbeit beschreibt das Unterdruckprinzip der neuen tschechoslowakischen Präzisionsdrillmaschine, die mit dem Autorenzeugnis Nr. 253.780 geschützt ist. In zwei Tabellen sind Ergebnisse der Laborprüfungen wiedergegeben, die die Grösse der Söffnungen für das Zuckerrüben- und Maissaatgut, das in der CSSR benutzt wird, festlegen. Die Arbeit führt auch ein Nomogramm der Abhängigkeit einiger Parameter der Drillmaschine an.

optimale Grösse der Söffnungen; Unterdruckprinzip; Laborprüfungen

Adresa autora:

Ing. Zdeněk Příhoda, AGROZET, koncernový Výzkumný ústav zemědělských strojů, 140 03 Praha 4 - Chodov

Upozorňujeme čtenáře, že v čísle 1/1989 časopisu

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

mají být uveřejněny tyto příspěvky:

M. Velebil: Vědecké práce mechanizační fakulty Vysoké školy zemědělské v Praze, nositelky Řádu republiky

J. Roth: Mlátičí mechanismus s upraveným mlátičím košem

M. Kavka, J. Vraný, B. Janoušek, L. Dlouhá: Systém sledování a vyhodnocování aktivity pracovníků a provozu mobilních energetických prostředků na základě přepočtených hektarů a kilometrů

J. Havlíček: Optimalizace jakosti techniky pro zemědělství

P. Kic: Stájové mikroklima v objektech pro chov skotu

A. Dajchl: Zvyšování trvanlivosti plužních čepelů

ŘEŠENÍ SEŘIZOVACÍHO ÚSTROJÍ PLUHU V ZÁVISLOSTI NA AGREGACI S TRAKTOREM

E. Hartman, F. Dolejší

HARTMAN, E. – DOLEJŠÍ, F. (AGROZET, koncernový Výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha-Chodov): *Řešení seřizovacího ústrojí pluhu v závislosti na agregaci s traktorem*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (12): 715–722.

Článek se zabývá problematikou zajištění řiditelnosti traktoru při orbě. Základem je úvaha o silách mezi pluhem a traktorem. Vychází z podmínky, jak má působit odpor pluhu na traktor, aby traktor nebyl stáčen do strany z přímého směru orby. V návaznosti je popsáno takové seřízení pluhu, aby jeho celkový odpor této podmínce vyhověl. Pro zjištěnou polohu nositelky odporu pluhu je výpočtem zjištěna poloha spodních táhel traktoru, a tím i přední části pluhu. Seřizovací mechanismus pluhu musí zajistit spojení této polohy přední části pluhu s jeho rámem. Pro práci s pluhem je výhodné, aby seřizování jeho správného tahu vůči traktoru neovlivnilo seřízení záběru pracovní radlice a naopak. Navrhli jsme mechanismus pro nesený oboustranný pluh, který uvedené požadavky splňuje. V závěru je popsána funkce nového mechanismu.

řiditelnost traktoru při orbě; nesený oboustranný pluh; síla mezi pluhem a traktorem; seřizovací mechanismus pluhu; správný tah pluhu vůči traktoru; záběr první radlice

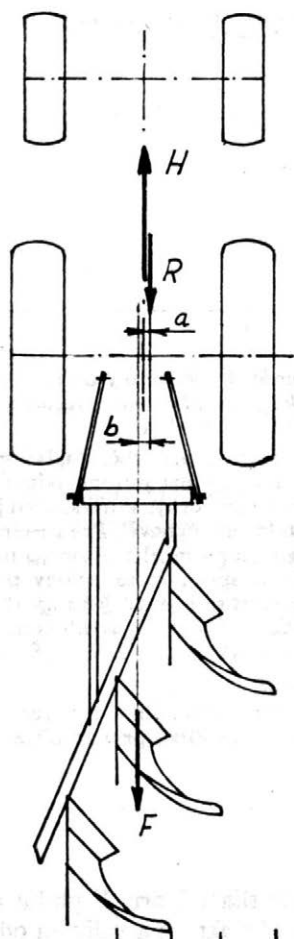
Hnací síla traktoru je nejúčinněji využita, jestliže síla odporu F pluhu je rovnoběžná se směrem jízdy a je v rovnováze s hnací silou H traktoru a valivým odporem R traktoru (obr. 1).

Vyšší výkonnosti vyráběných traktorů umožnily použití pluhů o velkém záběru. Naproti tomu však šířka traktorů je omezena. Při záběru pluhu větším, než je vnitřní světlost mezi koly traktoru, je těžiště odporu pluhu posunuto do strany od podélné roviny souměrnosti traktoru a celkový odpor pluhu je představován vektorem síly šikmým k této rovině (při pohledu na půdorys). Jestliže je pluh špatně seřízen, pak tato síla způsobuje, že se traktor natáčí a sjíždí do zoraného pole nebo do nezorané části. Řidič je nucen traktor udržovat v požadovaném směru tím, že natočí řídící kola do opačného směru. Tím se však zmenšuje využití hnací síly traktoru, zvyšuje se opotřebení pneumatik, práce řidiče je obtížnější.

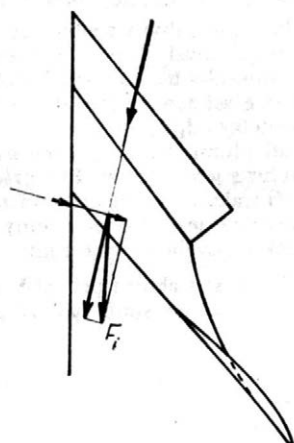
Pluh je třeba seřídit tak, aby jeho celkový odpor nezpůsobil natáčení traktoru ze směru orby. Předpokládáme orbu v brázdě, traktor je nakloněn. Pluh je připojen na spodních táhlech, příčné volných. Je použito pevné hydrauliky. Jestliže odpor pluhu při velkém záběru, vzhledem ke světlosti mezi koly traktoru, je šikmý vůči traktoru a směru jízdy, budou na kola traktoru působit boční síly zachycující příčnou složku odporu pluhu. Nemá-li se traktor vlivem této příčné složky otáčet doprava nebo doleva, je třeba, aby nositelka odporu procházela středem zadní nápravy. Obdobně to platí i pro malý záběr pluhu.

ZÍSKÁNÍ ŽÁDANÉHO SMĚRU NOSITELKY ODPORU PLUHU

Pluh je třeba seřídit tak, aby nositelka síly odporu pluhu měla požadovanou polohu. Poloha nositelky síly odporu pluhu vzhledem k pluhu a traktoru je dána především celkovým záběrem pluhu. Na obr. 2 jsou síly působící na jednu radlici. Celkový odpor

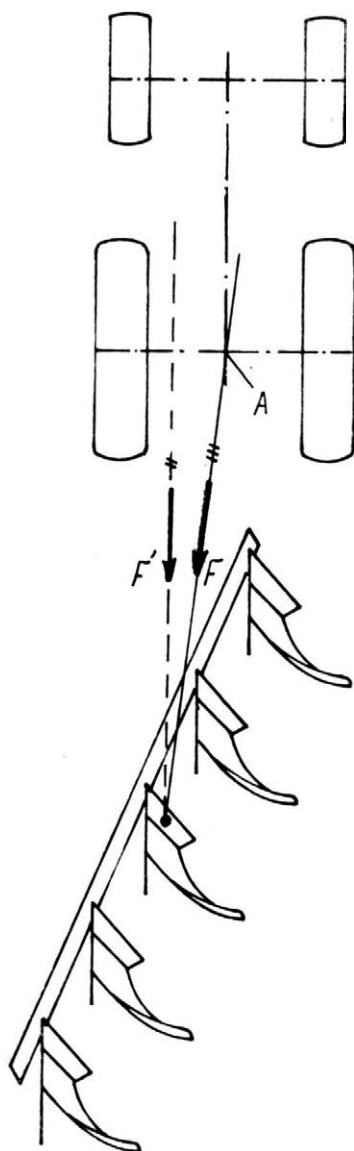


1. Síla odporu F pluhu rovnoběžná se směrem jízdy — Resistance force F of the plough parallel to the riding direction

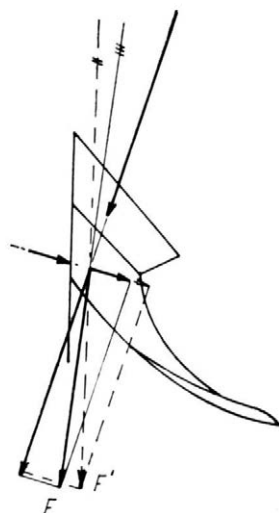


2. Síly působící na radlici — Forces acting on the share

pluhu je dán vektorovým součtem sil působících na všechny radlice a sil působících na opěrná kola. Rozhodující vliv mají síly působící na radlice. Pro jednoduchost a názornost je na obr. 3 a 4 celkový počet radlic pluhu nahrazen radlicí jedinou a síly působící na opěrná kola pluhu jsou zanedbány. Jestliže nositelka síly odporu pluhu neprochází středem zadní nápravy A , pak je traktor stáčen do zorané nebo nezorané části pozemku. Nositelku síly odporu je třeba směřovat do požadované polohy. Toho dosáhneme vhodným natočením pluhu tak, aby vznikla vhodná kombinace síly působící na plaz a síly působící na ostří a odhrnovačku radlic (obr. 3 a 4). Jestliže nositelka síly odporu pluhu míjí střed zadní nápravy A po straně nezoraného pole, pak je třeba zmenšit sílu na plaz. Natočíme pluh proti směru hodinových ručiček, účinek plazů se zmenší. O kolik se zmenší příčná složka síly na plazech, o tolik se zvětší příčná složka celkového odporu pluhu F , kterou musí zachytit kola traktoru. Účinek plazů ovšem zmenšíme natolik, aby nositelka síly celkového odporu pluhu procházela středem zadní nápravy A . Kdyby účinek plazů nebyl takto přenášen na kola traktoru, pak by se pluh posunul do strany a změnil by se záběr první radlice. V opačném případě, kdy nositelka síly celkového odporu pluhu míjí střed zadní nápravy A po straně zoraného pole, je třeba natočit pluh opačně, tedy ve směru hodinových ručiček. Účinek plazů stoupá.



3. Žádaný směr nositelky odporu F pluhu — The required direction of the carrier of plough resistance F

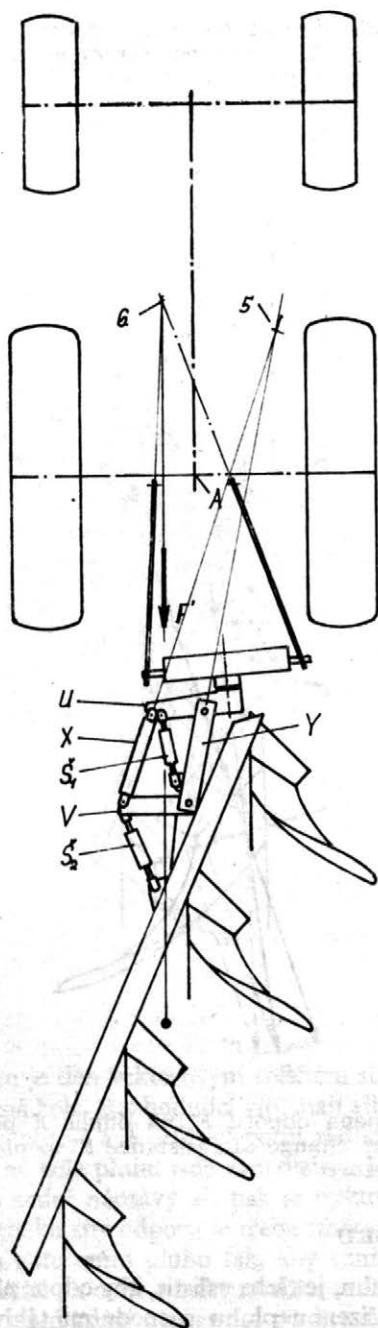


4. Změna odporu F' na odpor F pluhu — The change of resistance F' to plough resistance F

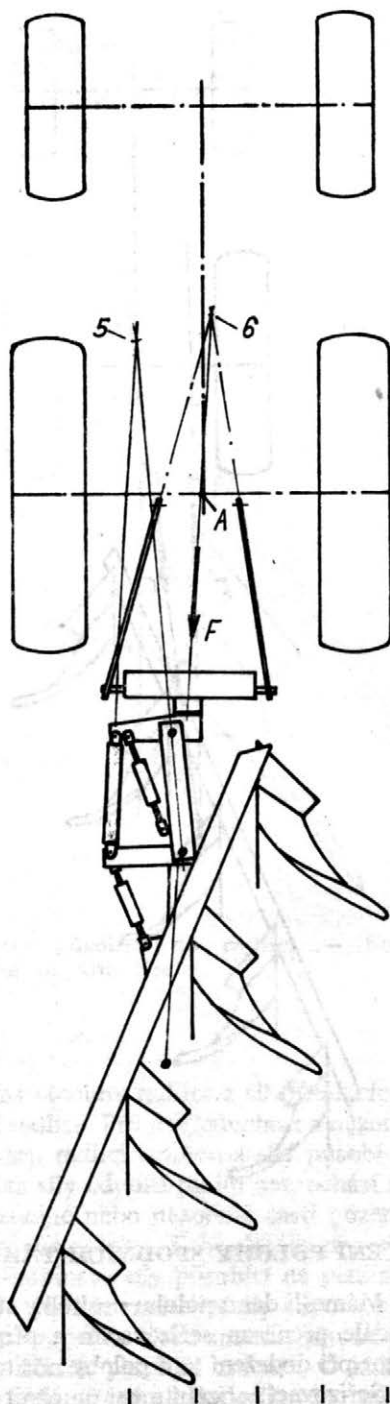
URČENÍ POLOHY SPODNÍCH TÁHEL TRAKTORU

Máme-li dānu polohu nositelky sily odporu pluhu, je třeba zajistit, aby odpor pluhu byl dāle přenesen seřizovacím a p̑ipojovacím zařizováním pluhu a spodními táhly na traktor při dodržení této polohy nositelky sily.

Seřizovací zařizení musí umožnit natočení spodních táhel vůči traktoru a pluhu tak, aby se průsečík myšleného prodloužení obou táhel (6) (obr. 5, 6) dostal na požadovanou nositelku sily odporu pluhu, neboť vektorový součet sil ve spodních táhlech musí být roven celkovému odporu pluhu. Danému těžišti odporu pluhu a určitému traktoru odpovídāá určitā nositelka sily odporu. Tím je dāna poloha spodních táhel traktoru i poloha (kóta n , obr. 7) a natočení (úhel ψ , obr. 8) otočného hříděle pluhu. Z rovnic (2) až (6) určíme neznámé m , l , α , β , δ . Po dosazení do vztahů (7) a (8) získāme vzdālenost n otoč-

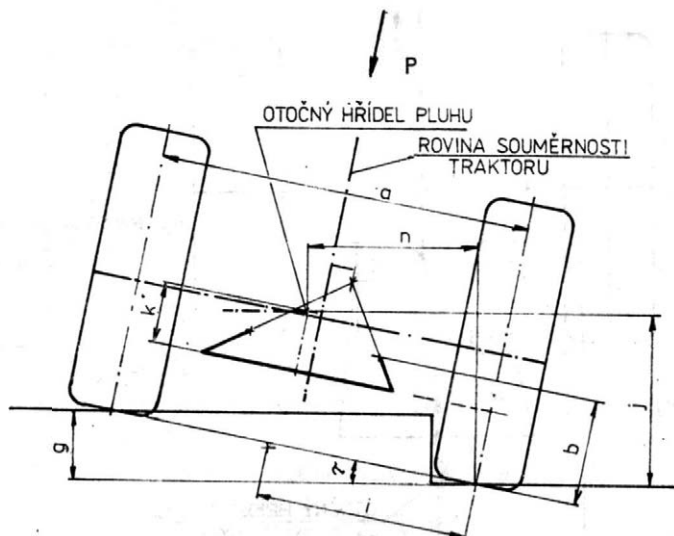


5. Seřizovací mechanismus pluhu — traktor je stáčen do nezoraného pásu — Adjusting mechanism of the plough — the tractor tends to turn to the unploughed zone



6. Seřizovací mechanismus pluhu — tah pluhu je seřizován správně, traktor jede rovně — Adjusting mechanism of the plough — the plough pull is well adjusted, the tractor goes in a straight direction

7. Schéma zadní nápravy a spodních táhel traktoru — Diagram of the rear axle and the lower draw bars of the tractor



ného hřídele od osy stopy kol a jeho natočení ψ od směru jízdy (obojí v půsorysu — rovině pole). Uvedený výpočet je určen pro nesený oboustranný pluh. Seřizovací mechanismus musí zajistit seřízení v určitém rozsahu poloh těžiště odporu pluhu, neboť poloha těžiště odporu pluhu se může měnit podle druhu půdy, sklonu pozemku apod.

Je výhodné, aby se při seřizování správného tahu pluhu vůči traktoru neměnil nastavený záběr první radlice a opačně, aby se při seřizování záběru první radlice neměnilo seřízení správného tahu pluhu vůči traktoru.

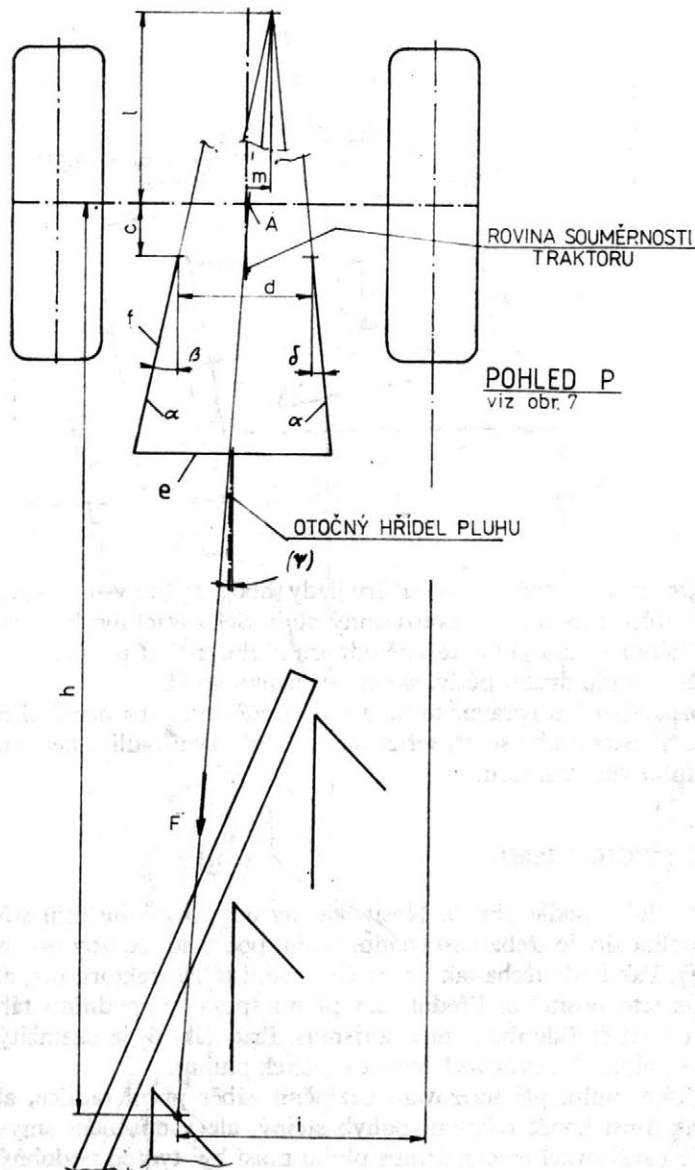
NÁVRH SEŘIZOVACÍHO MECHANISMU

Mějme počáteční stav pluhu podle obr. 5. Nositelka síly odporu pluhu má střed zadní nápravy vlevo. Nositelku síly je třeba nastavením pluhu pootočit tak, aby procházela středem zadní nápravy. Pak bude třeba také pootočit spodní táhla traktoru tak, aby jejich průsečík (6) ležel na této nositelce. Přední část pluhu spolu se spodními táhly traktoru a rámem traktoru tvoří čtyřkloubový mechanismus. Průsečík (6) je okamžitým středem otáčení přední části pluhu (upevňovací čepy a stojánek pluhu).

Jestliže chceme, aby rám pluhu při seřizování nezměnil záběr první radlice, aby nezměnil svou polohu, pak musí konat relativní pohyb stejný, ale v opačném smyslu otáčení. Z toho vyplývá, že i seřizovací mechanismus pluhu musí být tvořen podobným čtyřkloubovým mechanismem se stejně položeným okamžitým středem otáčení (5), jako je okamžitý střed otáčení (6) spodních táhel. Protože však potřebujeme nepatrné pootočení rámu pluhu pro upravení polohy plazů, je třeba, aby relativní pootočení rámu pluhu kolem okamžitého středu otáčení (5) bylo nepatrné větší. Toho dosáhneme posunutím okamžitého středu otáčení (5) dozadu za okamžitý střed otáčení (6). Na obr. 5 a 6 je takovýto seřizovací zařízení znázorněno. Čtyřkloubový mechanismus je tvořen rameny U , V a táhly X , Y , která se protínají v myšleném prodloužení v bodě (5). Tento mechanismus umožní nezávislé seřizování záběru první radlice a správného tahu pluhu vůči traktoru. Záběr první radlice se seřizuje šroubem δ_2 , správný tah pluhu šroubem δ_1 . Určuje relativní pohyb ramene V a rámu pluhu vůči ramenu U a přední části pluhu. Spodní táhla se natočí samočinně při orbě po nastavení šroubu δ_1 vlivem sil působících na pluh.

Takovýto mechanismus seřizování byl použit u prototypu neseného oboustranného pluhu PH 1-442 a u funkčního modelu neseného oboustranného pluhu PH 1-534. Oba pluhové byly řešeny v k. VÚZS a při jejich návrhu bylo použito popsání metody řešení.

8. Schéma zadní nápravy a pluhu při pohledu ve směru P — Diagram of the rear axle and the plough viewed in the P direction



Konkrétní podoba mechanismu je diktována konstrukčními požadavky. Těžiště hmoty pluhu musí být co nejbližší k traktoru, neboť nosnost traktoru a hydraulického zvedacího zařízení je omezená a poměrně malá. Tím je dána potřeba umístit rám pluhu co nejbližší k traktoru; z tohoto hlediska musí být navržen mechanismus seřizování.

Některé pluhu (např. pluhu vyráběné firmou Rabewerk) mají seřizování pomocí příčné posuvných sání a na nich je umístěn otočný rám pluhu. U tohoto mechanismu je třeba po seřízení správného tahu pluhu korigovat záběr na první radlici, což však může způsobit znatelnou změnu seřízení tahu pluhu vůči traktoru.

Výpočet polohy spodních táhel traktoru, polohy otočného hřídele pluhu (n , ψ) pro nesený oboustranný pluh

$$\tau = \arcsin(g/a) \quad (1)$$

$$\frac{m}{l} = \frac{i - \frac{a}{2}}{h} = \operatorname{tg} \varphi \quad (2)$$

$$\frac{m + \frac{d}{2}}{l + c} = \operatorname{tg} \beta \quad (3)$$

$$\frac{\frac{d}{2} - m}{l + c} = \operatorname{tg} \delta \quad (4)$$

$$d + f \cos \alpha (\sin \delta + \sin \beta) = \sqrt{e^2 - f^2 \cos^2 \alpha (\cos \delta - \cos \beta)^2} \quad (5)$$

$$k - \left(\frac{j - b \cos \tau}{\sin \tau} - \frac{a + d}{2} \right) + f \cdot \operatorname{tg} \tau \cdot \cos \alpha \cdot \sin \beta - \frac{1}{2} \operatorname{tg} \tau \sqrt{e^2 - f^2 \cos^2 \alpha (\cos \delta - \cos \beta)^2} = f \cdot \sin \alpha \quad (6)$$

$$n = \frac{a + d}{2} \cdot \cos \tau - b \cdot \sin \tau + f \cdot \cos \alpha \sin \beta \cdot \cos \tau + f \cdot \sin \alpha \sin \tau - \cos \tau \cdot \frac{\sqrt{e^2 - f^2 \cdot \cos^2 \alpha (\cos \delta - \cos \beta)^2}}{2} - k \cdot \sin \tau \quad (7)$$

$$\psi = \arctg \left[\frac{f \cdot \cos \alpha (\cos \delta - \cos \beta)}{\sqrt{e^2 - f^2 \cdot \cos^2 \alpha (\cos \delta - \cos \beta)^2} \cdot \cos \tau} \right] \quad (8)$$

Označení použitá ve výpočtu

- a* — rozchod traktoru
- b* — výška předních čepů spodních táhel
- c* — vzdálenost předních kloubů spodních táhel od osy zadní nápravy
- d* — vzdálenost předních kloubů spodních táhel
- e* — vzdálenost zadních kloubů spodních táhel
- f* — délka spodních táhel
- g* — hloubka orby
- h* — vzdálenost těžiště odporu pluhu od zadní nápravy
- i* — vzdálenost těžiště odporu pluhu od osy stopy kol
- j* — výšky osy rámu pluhu
- k* — výška osy rámu pluhu (otočného hřídele) nad závěsnými čepy pluhu
- l* — vzdálenost průsečíku myšleného prodloužení spodních táhel od zadní osy
- m* — vzdálenost průsečíku myšleného prodloužení spodních táhel od roviny souměrnosti traktoru
- τ — sklon traktoru při orbě
- β, δ — úhly spodních táhel a směru jízdy
- α — sklon spodních táhel k opěrné rovině kol traktoru
- n* — vzdálenost otočného hřídele od osy stopy kol
- ψ — sklon otočného hřídele k směru jízdy
- φ — sklon nositelky síly odporu pluhu k směru jízdy

Došlo dne 10. 6. 1988

ГАРТМАН, Е. — ДОЛЕЙШИ, Ф. (АГРОЗЕТ, концерновый научно-исследовательский институт сельскохозяйственных машин, Прага-Ходов): **Решение регулировочного устройства плуга в зависимости от агрегатирования с трактором.** *Zeměd. Techn.*, 34, 1988 (12) : 715-722.

Статья занимается проблематикой обеспечения управляемости трактора во время вспашки. Основой является соображение о силах между плугом и трактором. Исходит из условия, каким образом должно действовать сопротивление плуга на трактор, чтобы трактор не был сворачиван в сторону из прямого направления вспашки. В соприкосновении описывается такая регулировка плуга, чтобы его общее сопротивление этому условию отвечало. Для определенного положения подложки сопротивления плуга благодаря расчету было определено положение нижних тяг трактора, а тем и передней части плуга. Регулировочное устройство плуга должно обеспечить соединение этого положения передней части плуга с его рамой. Для работы с плугом необходимо,

чтобы регулирование его правильной тяги относительно трактора не повлияло на регулировку захвата рабочего лемеха и наоборот. Мы предложили механизм для навесного плуга с попеременно действующими корпусами, который приведенным требованиям отвечает. В заключении описана функция нового механизма.

управляемость трактора во время вспашки; навесной плуг с попеременно действующими корпусами; сила между плугом и трактором; регулировочный механизм плуга; правильная тяга плуга относительно трактора; захват первого лемеха

HARTMAN, E. — DOLEJŠÍ, F. (AGROZET, Concern Research Institute of Farm Machinery, Praha-Chodov): *Plough Adjustment Mechanism: its Design with respect to Aggregation with Tractor*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (12) : 715-722.

The problem of securing the controllability of the tractor during tillage is investigated on the basis of a consideration of the forces acting between the plough and the tractor. The primary question is what should be the action of the resistance of the plough on the tractor to prevent its side deviation from the straight direction of ploughing. In this context, a plough adjustment is described with respect to the over-all resistance that the side deviation of the plough during tillage is prevented. For the determined position of the carrier of plough resistance, the position of the lower draw bars of the tractor, and thereby the position of the front part of the plough, is determined by calculation. The adjusting mechanism of the plough should secure the connection of this position of the front part of the plough with its frame. It is advantageous for work with the plough to prevent influencing the adjustment of the width of furrow slice cut by the first share by adjusting the correct pull in relation to the tractor and vice versa. A mechanism was proposed for a mounted reversible plough which meets the above-mentioned requirements. The function of the new mechanism is described in the conclusion.

controllability of tractor during tillage; mounted reversible plough; forces between plough and tractor; adjustment mechanism of plough; correct pull of plough in relation to tractor; furrow slice cut by the first share

HARTMAN, E. — DOLEJŠÍ, F. (AGROZET, Konzernforschungsinstitut für Landmaschinen, Praha-Chodov): *Lösung des Pflugeinstellwerkes in Abhängigkeit von der Koppolung mit Traktor*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (12) : 715-722.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Problematik der Lenkbarkeit der Traktoren beim Pflügen. Sie geht dabei von Erwägungen über die zwischen Pflug und Traktor bestehenden Kräfte aus. Sie geht ferner von der Bedingung aus, wie der Widerstand des Pfluges auf den Traktor wirken soll, damit der Traktor nicht seitwärts von der Direktrichtung des Pflügens gerissen würde. Im Anschluss daran wird eine solche Einstellung des Pfluges beschrieben, die sicherstellt, dass sein Gesamtwiderstand diesen Bedingungen entspricht. Für die ermittelte Lage der Pflugwiderstandsträgerin wurde die notwendige Lage der unteren Zugstangen des Traktors und damit auch des Vorderteiles des Pfluges berechnet. Der Einstellmechanismus des Pfluges muss die Verbindung dieser Lage des Vorderteiles des Pfluges mit seinem Rahmen sicherstellen. Für die Arbeit mit dem Pflug ist vorteilhaft, wenn die Einstellung des richtigen Zuges dem Traktor gegenüber die Einstellung der Eingriffsbreite der Arbeitsschar und umgekehrt nicht beeinflusst. Wir entwarfen einen Mechanismus für den Anbauwendepflug, der den erwähnten Anforderungen vollkommen entspricht. Zum Schluss wird die Funktion des neuen Mechanismus beschrieben.

Lenkbarkeit des Traktors beim Pflügen; Anbauwendepflug; Kraft zwischen Pflug und Traktor; Einstellmechanismus des Pfluges; richtiger Pflugzug dem Traktor gegenüber; Angriffsbreite der ersten Schar

Adresa autorů:

Ing. Evžen Hartman, F. Dolejší, Agrozet, koncernový Výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha 4-Chodov

EFEKTIVNOST SENÍKŮ S RŮZNÝMI TYPY SLUNEČNÍCH KOLEKTORŮ

S. Haš, F. Štefánik, M. Macháčková

HAŠ, S. — ŠTEFÁNIK, F. — MACHÁČKOVÁ, M. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy; Výzkumný ústav poľnohospodárskej techniky, Rovinka): *Efektivnost seníků s různými typy slunečních kolektorů*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (12): 723—738.

Na základě dříve zpracovaného modelu procesu sušení v halových senících jsme studovali průběh sušení při použití různých typů slunečních kolektorů (otevřených, uzavřených s transparentním krytem), při různých konstrukčních parametrech, různé rychlosti větru, orientaci kolektorů, při různém vstupním podílu vlhkosti naskladňované píce, při různé denní době naskladňování. Analýzou byl zjištěn i z hlediska využití kolektorů příznivý vliv aktivního sušení, to je sušení ohřátým vzduchem jen na části sušící plochy celého seníku. Na tuto část se soustředí ohřátý vzduch z celé plochy střešního i stěnového kolektoru. Tím se zvýší teplota sušícího vzduchu a výrazně se zkracuje doba sušení. Tím, že se sníží relativní vlhkost sušícího vzduchu, je možné usušit píci na požadovaný skladovací podíl vlhkosti i ve dnech se zataženou oblohou. Na základě ocenění krmiva peněžní hodnotou (v závislosti na celkové době sušení) jsme vyjádřili ekonomický přínos dosoušení ohřátým vzduchem v senících s různými kolektory. Ekonomický přínos se značně mění podle klimatických i povětrnostních podmínek, kvality sklizené píce a způsobu dosoušení. V hodnocených případech jsme prokázali efektivnost slunečních seníků i při nepříznivém počasí, ale nenalezli jsme prokazatelný rozdíl mezi jednotlivými hodnocenými kolektory.

sluneční vzduchové kolektory; rychlost sušení; peněžní hodnota krmiva; ekonomická efektivnost

Zpracované matematické modely ohřevu vzduchu v kolektorech (Haš aj., 1987) a průběhu sušení v halových senících (Haš aj., 1988) umožnily řešit různé režimy dosoušení píce v halových senících s různými typy kolektorů, za různých podnebních podmínek, při různém podílu vlhkosti naskladňované píce a při různém uspořádání a velikosti aktivních ploch s intenzivním dosoušením. Podle stanovených dob dosoušení byla na základě prací autorů Kosař a Dolejš (1980) a Dolejš (1986) stanovena peněžní hodnota usušeného sena a zjištěna ekonomická efektivnost dosoušení píce ve slunečních senících.

METODA

MODELOVÁ ANALÝZA SUŠENÍ SENA VZDUCHEM OHŘÁTÝM SLUNEČNÍMI KOLEKTORY

Pro porovnání vlivu typu kolektorů, jejich konstrukčního řešení, vlivu venkovních podmínek, počátečního podílu vlhkosti materiálu a doby zahájení sušení byl zvolen model slunečního seníku o rozměrech podle typu MSP SOLAR z Mostárny Hustopeče. Jeho střešní kolektor má plochu 1170 m², sklon obou částí střechy je 7,5° (ve výpočtech považujeme za vodorovnou plochu). Stěnový kolektor má plochu 540 m², délku vzduchového kanálu 9 m, azimut 90°. V seníku je deset suši-

I. Denní průběhy teploty (t_e), relativní vlhkosti venkovního vzduchu (φ_e), intenzity ozáření (E_{GH}) na vodorovné ploše v červnu a září v lokalitě Hradec Králové — The diurnal patterns of temperature (t_e), relative outdoor temperature (φ_e), intensity of irradiation (E_{GH}) on horizontal surface in June and September in Hradec Králové

Čas	Červen						Září					
	jasno			zataženo			jasno			zataženo		
	t_e	φ_e	E_{GH}	t_e	φ_e	E_{GH}	t_e	φ_e	E_{GH}	t_e	φ_e	E_{GH}
2	11,7	98	0	13,3	81	0	8,9	99	0	10,4	90	0
4	11,7	98	0	13,3	81	0	8,9	99	0	10,4	90	0
6	13,5	84	223	13,8	78	77	10,6	92	107	11,0	87	37
8	16,8	70	590	14,7	74	202	13,5	78	364	11,9	82	123
10	20,6	56	872	15,8	69	298	16,9	64	599	12,9	76	200
12	23,8	46	972	16,7	65	331	19,9	53	694	13,8	72	231
14	25,7	41	858	17,2	63	293	21,6	48	607	14,3	69	201
16	25,7	41	568	17,2	63	194	21,6	48	377	14,3	69	124
18	23,8	46	200	16,7	65	69	19,9	53	117	13,8	72	38
20	20,6	56	0	15,8	69	0	16,9	64	0	12,9	76	0
22	16,8	71	0	14,7	74	0	13,5	79	0	11,9	82	0
24	13,5	88	0	13,8	78	0	10,6	96	0	11,0	87	0

cích polí, každé o ploše 108 m². Průtok vzduchu každým sušicím polem při naskladnění vrstvy píce o výšce jeden metr je 10,05 m³.s⁻¹. Seník je umístěn v lokalitě Hradec Králové (zeměpisná šířka 50,18° s. š., zeměpisná délka 15,8° v. d., nadmořská výška 280 m). Průběh teplot a relativních vlhkostí venkovního vzduchu je zaznamenán v tab. I. Předpokládá se, že sušení probíhá jen při chodu ventilátorů a že v době, kdy jsou vypnuty, ve večerních hodinách, je dosaženo dokonale rovnovážného stavu. Ten se udržuje po celou dobu nečinnosti ventilátorů až do doby, kdy je opět splněna podmínka $\varphi_r > \varphi_{ef}$. Při modelování vlivu počtu aktivních sušicích polí se vycházelo z úvahy, že vzduch je ohříván vždy celým střešním kolektorem a částí kolektoru stěnového a je nasáván daným počtem ventilátorů.

Plocha stěnového kolektoru přitom byla korigována tak, aby se vyjádřil vliv nedokonalého zatékání vzduchu k omezenému počtu sušicích polí (a), způsobeného kontrakcí proudu vzduchu. Korigovaná svislá plocha kolektoru byla počítána vztahem

$$S'_v = \frac{S_v + a \cdot b}{2} \quad (1)$$

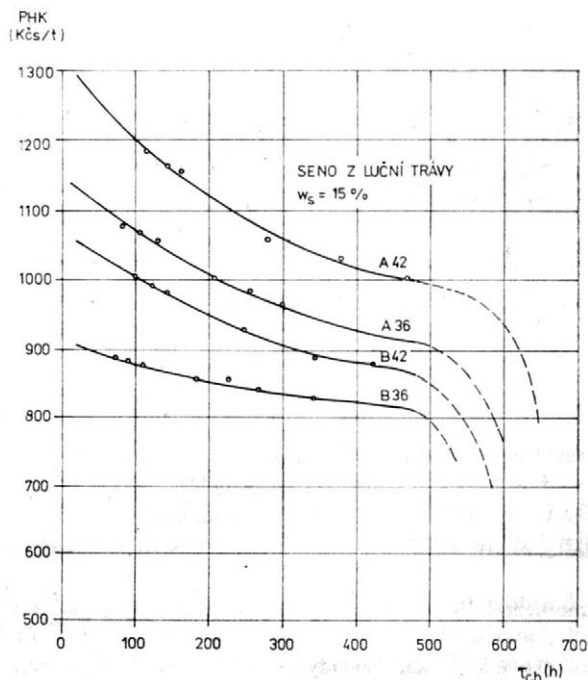
Korigovaná plocha S'_v byla používána pro výpočet oteplení vzduchu v kolektoru podle dříve uvedeného postupu (Haš aj., 1987).

Průběh sušení byl vypočítáván pro jasné a zatažené dny měsíců červen až září. Pro vzájemné porovnávání byl ve všech případech vypočítáván i průběh sušení neupraveným venkovním vzduchem (bez slunečních kolektorů).

Tak jako v dřívějších pracích, i zde se analyzovaly čtyři základní typy kolektorů: A — dvouvrstvý otevřený, bez transparentního krytu, se vzduchovým kanálem pod absorbérem; B — trojvrstvý, s transparentním krytem, vzduchovým kanálem pod absorbérem; C — dvouvrstvý uzavřený, s transparentním krytem a vzduchovým kanálem mezi krytem a absorbérem; C — trojvrstvý jako typ B, ale uspořádaný tak, že vzduch proudí jak pod absorbérem, tak i nad ním.

Hlavními sledovanými veličinami jsou doby aktivního sušení a celkové doby sušení. Celková doba sušení je pak hlavním měřítkem pro hodnocení kvality sena. Podle metody aplikované na základě mnohaletého sledování dosoušení sena byla v pokusech, které popisují Kosař aj. (1980), hodnocena tzv. produkční hodnota krmiv (PHK). Na základě práce, kterou uvedl Dolejš (1986), bylo možné zpracovat závislosti PHK na celkové době dosoušení, a to jak pro píci různé kvality, tak pro píci o různém podílu vlhkosti při sklizni a naskladňování (obr. 1).

1. Závislost peněžní hodnoty jedné tuny sena z luční trávy (skladovací podíl vlhkosti $w_s = 15\%$) PHK na celkové době sušení τ_{ch} (A, B — jakost sušené zelené píce; 36, 42 — podíly vlhkosti naskladňované píce v procentech, podle Dolejš, 1986) — Dependence of the pecuniary value of one ton of meadow grass hay (storage moisture content $w_s = 15\%$) on the total time of drying τ_{ch} (A, B — quality of the green forage being dried; 36, 42 — moisture contents $[\%]$, after Dolejš, 1986) of the forage put in the store



Kvalita píce je hodnocena podle botanické zralosti v době kosení a podle manipulace od pokosení do naskladnění v halovém seníku. V modelových úvahách počítáme s lučním senem kvality A (porost sklizen při květu převážné většiny trav a předsušen při slunečním počasí) a kvality B (porost pokosen až za sedm dní po optimální době, seno více než třikrát obráceno, popřípadě volně ležící pokosená hmota i krátkodobě promoklá). Jestliže se dosoušelo v jasných dnech, počítáme s píčí kvality A, v zatažených dnech volíme píčí kvality B.

Produkční hodnotu krmiv používáme k hodnocení kvality sena dosoušeného v halovém seníku na skladovací podíl vlhkosti 15 %. Protože v našem modelu předpokládáme, že se sušily vrstvy o výšce 1,0 až 1,2 m, a výsledky prací autorů Kosař a Dolejš (1980) se vztahují na naplněný seník a na dosoušení při vyšších průměrných teplotách vzduchu (o 2 až 8 K), byla porovnána celková doba sušení v jasných dnech, a tak stanoven přepočít na celkovou dobu sušení úplně naplněného seníku. Přepočítávací činitel je 4,2. Modelově zjištěné celkové doby sušení jsou tedy vždy vynásobeny uvedeným činitelem a pro takto stanovenou celkovou dobu sušení je z obr. 1 zjištěna produkční hodnota krmiva.

EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST DOSOUŠENÍ PÍCE S POUŽITÍM SLUNEČNÍCH KOLEKTORŮ

K hodnocení ekonomické efektivity porovnáváme výrobu sena z luční trávy dosoušené v halových senících typu A a D s výrobou sena dosoušeného v seníku s aktivním větráním bez ohřevu vzduchu. Kvalitu tohoto sena posuzujeme opět podle závislosti uvedené na obr. 1. Suší-li se seno neupraveným vzduchem (bez ohřevu) v jasných dnech, je jeho kvalita úměrná celkové době sušení. Při sušení ve dnech, kdy je zataženo, se seno obvykle nedosouší na požadovaný skladovací podíl vlhkosti a pak plesniví a znehodnocuje se. Takto znehodnocené seno je podle Dolejš (1986) oceněno na 44,— až 184,— Kčs. t^{-1} . V našich výpočtech bereme v úvahu hodnotu 170,— Kčs. t^{-1} .

Ekonomickou efektivnost hodnotíme podle rozdílů průměrných celkových ročních ekonomických přínosů (přírůstek zisku) Z_z a lhůty splacení dodatkových nákladů na vybavení halového seníku slunečními kolektory (T_{ps}).

Přírůstek zisku je rozdíl mezi změnou produkční hodnoty sena (ΔV) a změnou celkových nákladů na provozování seníků s kolektory a bez nich. V nákladových položkách se hodnotí změna průměrných ročních nákladů za nakupovanou energii (C), změna nákladů na materiál a služby pro opravy a údržbu (U), změna nákladů na mzdy (M) a průměrná roční odpisová hodnota. U všech nákladů se počítá s jejich stálým nárůstem, buď tím, že se zvyšují ceny a mzdy, nebo vlivem stárnutí zařízení. Hodnota odpisů není normativní, ale je stanovená podle dané ekonomické životnosti a s přihlédnutím k úročení investice.

Pro celý výpočet ekonomické efektivity platí tento soubor vzorců:

$$\text{přepočtená doba celkového sušení:} \quad t_c = 4,2 \tau_{ch} \quad (2)$$

$$\text{přepočtená doba aktivního sušení:} \quad t_s = 4,2 \tau_s \quad (3)$$

$$\text{spotřeba elektrické energie:} \quad W_e = n \cdot p_v \cdot t_s \quad (4)$$

$$\text{průměrné roční náklady na energii:} \quad C_{2,1} = \frac{c}{T} \frac{(1 + c'/100)^T - 1}{c'/100} \cdot W_e \quad (5)$$

průměrné roční náklady na materiál a služby pro údržbu:

$$U_{2,1} = \frac{u}{T} \frac{(1 + u'/100)^T - 1}{u'/100}$$

pro $u' = 0$ je $U_{2,1} = u$ (6)

$$\text{průměrné roční náklady na mzdy:} \quad M_{2,1} = \frac{m}{T} \frac{(1 + m'/100)^T - 1}{m'/100} \cdot t_c \quad (7)$$

$$\text{činitel času:} \quad r = 1 + p/100 \quad (8)$$

$$\text{umořovatel:} \quad K_{a2,1} = r^T \frac{r - 1}{r^T - 1} \quad (9)$$

$$\text{dodatkové investiční náklady:} \quad \Delta N_i = N_2 - N_{i1} \quad (10)$$

$$\text{změna anuity:} \quad \Delta(N_i K_a) = N_2 K_{a2} - N_{i1} K_{a1} \quad (11)$$

$$\text{změna produkce:} \quad \Delta V = Q_s (PHK_2 - PHK_1) \quad (12)$$

$$\text{změna zisku:} \quad Z_z = \Delta V - \Delta(N_i K_a) - (U_2 - U_1) - (M_2 - M_1) - (C_2 - C_1) \quad (13)$$

lhůta splacení dodatkových investičních nákladů:

$$T_{ps} = \frac{-\log \left[1 - \frac{\Delta N_i (r - 1)}{\Delta V - (U_2 - U_1) - (M_2 - M_1) - (C_2 - C_1)} \right]}{\log r} \quad (14)$$

VÝSLEDKY

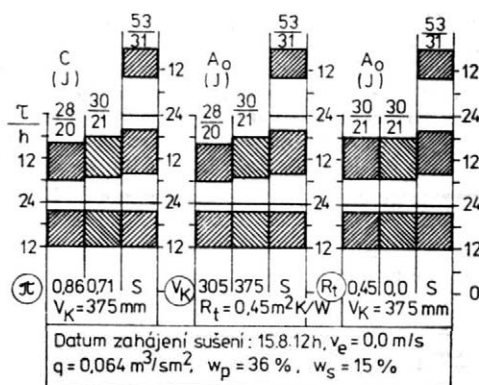
VLIV TECHNICKÝCH, PODNEBNÍCH, FYZIKÁLNÍCH A ORGANIZAČNÍCH FAKTORŮ NA DOBU DOSOUŠENÍ

Nejprve byl studován vliv technického uspořádání kolektorů na dobu sušení. Na obr. 2 je šrafovaně zobrazeno období aktivního sušení s použitím kolektorů typu C a typu A. U každého případu je také uvedeno období sušení bez kolektorů (označeno S). Čísla nad jednotlivými sloupci značí: celková doba sušení v hodinách τ_{ch} /doba aktivního sušení τ_s . U kolektoru typu C je uveden případ s různými činiteli prostupu slunečního záření transparentním krytem ($\pi = 0,86$, $\pi = 0,71$ — po jednoročním provozu).

U kolektorů typu A je uveden vliv výšky vzduchového kanálu V_K při stejné tepelné izolaci dna kanálu a vliv tepelně izolovaného a neizolovaného dna kanálu při stejném $V_K = 375$ mm. Závislosti platí pro bezvětrí a zcela jasné dny s teplotami a vlhkostí vzduchu podle tab. I.

■ Vliv větru je zřejmý z tab. II jak pro kolektory typu A a C, tak pro kolektory typu B a D. Vliv větru u kolektorů s transparentním krytem je zcela zanedbatelný. Mění se sice poněkud účinnost kolektorů a nepatrně ohřátí vzduchu, ale na době sušení se tyto změny neprojeví. Jiná je situace u kolektorů typu A, u kterých se při rychlosti větru

2. Vliv součinitele prostupu záření π , výšky vzduchového kanálu V_K a tepelného odporu R_t kolektorů typu A a C za jasného počasí na průběh, celkovou dobu a dobu aktivního sušení vojtěšky — The effect of the radiation transmission coefficient π , height of the air duct V_K and thermal resistance R_t of the collectors of types A and C on the course, total time and active drying time (lucerne dried in clear weather)



$2,3 \text{ m.s}^{-1}$ prodlužuje aktivní — a tím i celková — doba sušení. V uvedeném případě se dokonce sušení prodlužuje ze dvou na tři dny (třetí den se ovšem suší již jen do 11.00 hodin). Ve srovnání s nejúčinnějším kolektorem typu D je celková doba sušení při stejné rychlosti větru 1,7krát delší.

V tab. III je uveden vliv orientace svislého kolektoru na průběh sušení materiálu o počátečním podílu vlhkosti 42 % po zahájení sušení ve 12.00 hodin. Je zřejmé, že u kolektoru orientovaného na západ ($\gamma = 90^\circ$) se jen posouvá maximální ohřátí vzduchu zhruba na 14.00 hodin, ale na době sušení u kolektoru typu D s vysoce propustným transparentním krytem se vliv neprojevuje.

Zajímavý vliv má doba zahájení dosušení na celkovou dobu sušení. Na obr. 3 jsou uvedeny případy pro seníky, do nichž se naskladňuje píce o počátečním podílu vlhkosti 36 % a sušení se zahajuje v 9.00, 12.00 a 16.00 hodin. Příklad je pro seníky a kolektory typu A a D za jasného počasí. U seníku s kolektory typu A při bezvětří i za větrného počasí je aktivní i celková doba sušení nejkratší při naskladnění v dopoledních hodinách.

II. Závislost maximálního oteplení vzduchu $\Delta T_{\max}$, doby aktivního sušení (τ_s), celkové doby sušení (τ_{ch}) a dnech (τ_{cd}) na rychlosti větru pro jednotlivé typy kolektorů při zahájení sušení dne 15. 8. ve 12.00 h, s počátečním podílem vlhkosti vojtěšky $w_p = 36\%$ na skladovací podíl vlhkosti $w_s = 15\%$, všechny dny jasno — Dependence of the maximum warming of the air $\Delta T_{\max}$, time of active drying (τ_s), total drying time (τ_{ch}) and days (τ_{cd}) on windspeed for different types of collectors. Drying from the starting moisture content of $w_p = 36\%$ to the storage moisture of $w_s = 15\%$ was started at noon on the 15th of August, weather clear for all the days of drying

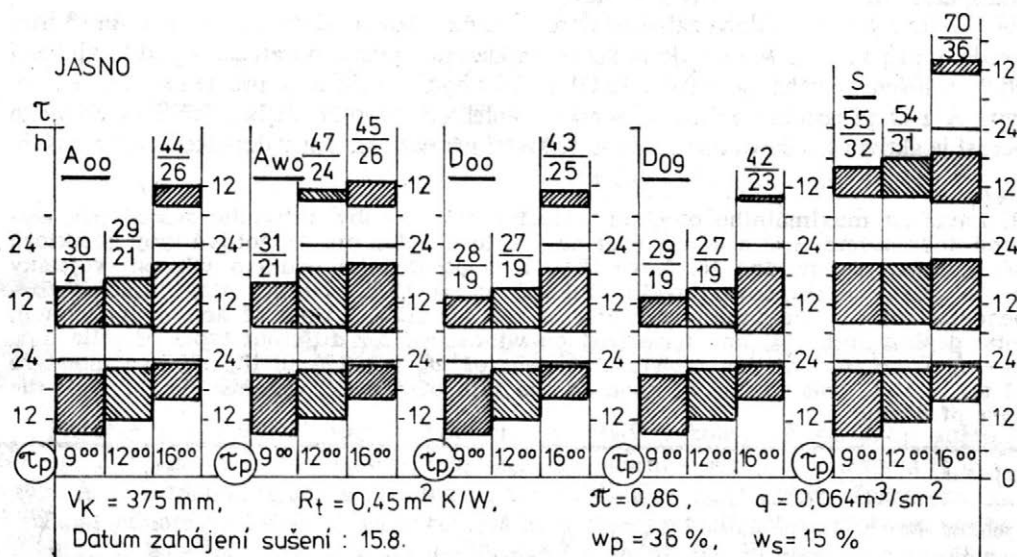
Kolektor	A		B		C		D ₈₆		Bez kolektoru
Rychlost větru [m.s ⁻¹]	0	2,3	0	2,3	0	2,3	0	2,3	
Účinnost [%]	57–67	47–53	64–68	62–65	69–72	66–68	73–74	70–71	
$\Delta T_{\max}$ [K]	5,6	4,7	6,6	6,4	7,1	6,8	7,5	7,2	
τ_s [h]	21	24	20	20	20	20	19	19	31
τ_{ch} [h]	30	46	28	28	28	28	27	27	53
τ_{cd} [dny]	2	3	2	2	2	2	2	2	3

$V_K = 375 \text{ mm}$, $R_t = 0,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$, $\pi = 0,86$, $\alpha = 0,93$, $q = 0,064 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$, $S_H = 1170 \text{ m}^2$, $S_V = 540 \text{ m}^2$, $\gamma = 0^\circ$

III. Závislost polední účinnosti η_{12} , oteplení vzduchu ve 12.00 h (ΔT_{12}) a ve 14.00 h (ΔT_{14}), doby sušení (τ_s , τ_{ch} , τ_{cd}) v solárním seníku s kolektory typu D₈₆ na orientaci stěnového kolektoru (sušení zahájeno 15. 6. a 25. 8. ve 12.00 h, $w_p = 42 \text{ ‰}$, $w_s = 15 \text{ ‰}$) — The dependence of the noon effectiveness η_{12} , warming of the air at noon (ΔT_{12}) and at 14.00 h (ΔT_{14}), time of drying (τ_s , τ_{ch} , τ_{cd}) in the solar hayloft with D₈₆ type collectors on the orientation of the wall collector (drying started on the 15th of June and 25th of August at 12.00 h, $w_p = 42 \text{ ‰}$, $w_s = 15 \text{ ‰}$)

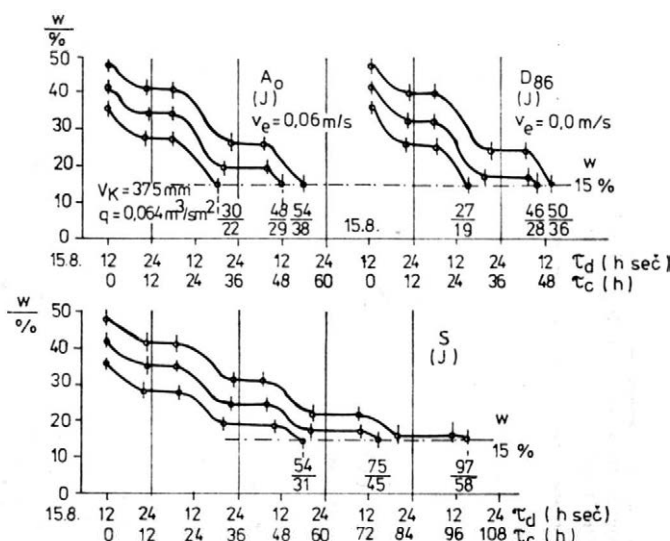
Měsíc	Červen		Srpen	
Azimut	0°	90°	0°	90°
η_{12}	72	72	72	72
ΔT_{12}	9,7	7,8	8,1	6,8
ΔT_{14}	8,4	8,6	7,0	7,3
τ_s	23	23	31	31
τ_{ch}	29	29	48	48
τ_{cd}	2	2	3	3

$V_K = 375 \text{ mm}$, $R_t = 0,45 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$, $\pi = 0,86$, $\alpha = 0,93$, $q = 0,058 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$,
 $S_H = 1170 \text{ m}^2$, $S_v = 540 \text{ m}^2$



3. Vliv doby zahájení sušení τ_p v seníku s kolektory typu A a D a v seníku bez kolektorů (S) za jasného počasí na průběh, celkovou dobu a dobu aktivního sušení vojtěšky (A_{00} — kolektor typu A, bezvětří, azimut 0°; A_{wo} — kolektor typu A při rychlosti větru $2,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, azimut 0°; D_{00} — kolektor typu D při bezvětří, azimut 0°; D_{09} — kolektor typu D při bezvětří, azimut 90°) — Effect of the time when drying was started τ_p in a hayloft with A and D type collectors and in a hayloft with no collectors (S) in clear weather upon the course, total time and the time of active drying of lucerne (A_{00} — A type collector, calm, azimuth 0°; A_{wo} — A type collector, at windspeed of $2,3 \text{ m per s}$, azimuth 0°; D_{00} — D type collector, calm, azimuth 0°; D_{09} — D type collector, calm, azimuth 90°)

4. Průběh sušení voj-
těšky v seníku s kolek-
tory typu A a D a v se-
níku bez kolektorů (S)
za jasného počasí při
různém počátečním po-
dílu vlhkosti (36 ‰,
42 ‰, 48 ‰) na sklado-
vací podíl vlhkosti 15 ‰
(čísla ve zlomcích: cel-
ková doba sušení τ_{ch} /
doba aktivního sušení
 τ_s) — The course of
drying to the storage
moisture content of
15 ‰ in a hayloft with
A and D type collectors
and in a hayloft without
collectors (S) in clear
weather, at different
initial moisture contents
(36 ‰, 42 ‰, 48 ‰) (fi-
gures in fractions: total
drying time τ_{ch} /active
drying time τ_s)



Seno se usuší za dva dny. Jestliže je dosoušení zahájeno v poledne nebo odpoledne, sušení se ve větrném počasí prodlužuje až do poledne třetího dne. Jinak je tomu u kolektoru A při bezvětří a u kolektoru D s vyšší účinností, kde se i seno dosoušené od 12.00 hodin usuší do 17.00, resp. 15.00 hodin druhého dne. Zahájí-li se dosoušení v 16.00 hodin, musí se již ve všech případech sušit tři dny. Doby sušení jsou v tomto případě jen málo závislé na účinnosti kolektoru: celková doba sušení s kolektorem A při rychlosti větru $2,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ je 45 hodin, při bezvětří 44 hodiny a s kolektorem D 43 hodiny.

Uvedená čísla platí pro seníky se svislým kolektorem orientovaným k jihu. Při orientaci k západu se doby sušení neliší, pokud se seno naskládá dopoledne nebo v poledne. Při naskládání v odpoledních hodinách se doby sušení ve všech případech zkracují asi o jednu až dvě hodiny.

Doba sušení je samozřejmě závislá na počátečním podílu vlhkosti. Na obr. 4 je uveden průběh sušení materiálu s počátečním podílem vlhkosti 36, 42 a 48 ‰. Především je zřejmé, že čím má materiál vyšší podíl vlhkosti, tím kratší jsou noční přestávky v aktivním větrání. Doba aktivního větrání se prodlužuje úměrně s podílem vlhkosti, ale celkovou dobu sušení navíc ovlivňuje nutnost prodlužovat sušení do dalšího dne. Nastane-li tato nutnost, doba sušení se značně prodlužuje se zvýšením počátečního podílu vlhkosti. Jestliže k takovému případu nedojde a vlhčí materiál se usuší ve stejném dni jako materiál suší, je prodloužení celkové doby sušení relativně malé.

Z uvedených příkladů vyplývá, že při zvoleném průběhu relativních vlhkostí venkovního vzduchu se v seníku se slunečními kolektory při provozu všech ventilátorů najednou doba sušení zkracuje asi o 40 až 45 ‰. Takový případ se ovšem zpravidla nevyskytuje. Píce se naskládá postupně a dosouší se jen na části seníkové plochy. V každém případě je výhodné dosušet ohřátým vzduchem jen v části seníku, tzv. aktivní zóně. Pro takový případ je výhodné, aby celá plocha slunečních kolektorů měla společný vzduchový kanál, aby bylo možné ohřívát vzduch po celé (nebo téměř celé) ploše kolektoru při chodu libovolného počtu ventilátorů. Tím se dosáhne, že při chodu jen malého počtu ventilátorů se výrazně zvýší ohřátí vzduchu a zkrátí se doba sušení. Je to zřejmé z tab. IV. Zkrácení celkové doby sušení je významné především tam, kde se sníží počet dnů sušení. Toho se dosáhne v každém případě při sušení v zatažených dnech. Za pozor-

IV. Účinnost a doba sušení při použití různých typů kolektorů v závislosti na počtu provozovaných sušících polí — Efficiency and time of drying with the use of different types of collectors, as depending on the number of drying fields in operation

Červen — jasno		Kolektor, $\gamma = 90^\circ$											
		A_o		A_w		B		C		D_{86}		D_{71}	
Počet polí [l]		2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10
Měrný průtok kolektory [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$]		0,012	0,059	0,012	0,059	0,012	0,059	0,012	0,059	0,012	0,059	0,012	0,059
Účinnost kolektorů [%]		25–30	54–60	18–21	45–49	38–44	63–66	42–48	68–71	52–58	72–75	43–48	56–58
Celková doba sušení při: $w_p = 42\%$ $w_s = 15\%$	[hodiny]	25	46	28	49	23	31	22	30	21	29	22	45
	[dny]	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3
Červen — zataženo		Kolektor											
		A_o		A_w		B		C		D_{86}		D_{71}	
Počet polí [l]		2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10
Účinnost kolektorů [%]		29–31	59–60	21–25	44–45	43–49	66–68	48–52	70–72	56–59	73–75	46–49	61–62
Celková doba sušení při: $w_p = 42\%$ $w_s = 15\%$	[hodiny]	75	262	100	286	68	218	51	170	49	170	51	242
	[dny]	4	16 %	5	17 %	4	10	3	8	3	8	3	16 %

Typy kolektorů: A — při provozu za bezvětří (A_o) a při větru (A_w) o rychlosti $2,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
 B, C, D — při provozu za bezvětří
 D — s transparentním krytem o prostupu 86 % (D_{86}) a 71 % (D_{71})

V. Ohřátí vzduchu a doba sušení při použití kolektorů A a D a bez kolektorů (S) v závislosti na počtu provozovaných sušících polí ($w_p = 42 \%$, $\tau_p = 12$ hodin, $w_s = 15 \%$) — Air warming and the time of drying with the use of A and D type collectors, and no collectors (S), as depending on the number of drying fields in operation ($w_p = 42 \%$, $\tau_p = 12$ hours, $w_s = 15 \%$)

Počasí		Jasno							Zataženo						
Kolektor $\gamma = 90^\circ$		A _o			D ₈₆			S	A _o			D ₈₆			S
Počet polí a		2	6	10	2	6	10		2	6	10	2	6	10	
Datum 15. 6.	ΔT_{12}	12,4	7,8	5,9	25,8	11,7	7,8	0	5,6	3,2	2,4	10,7	4,6	3,0	0
	τ_s	19	23	29	13	20	23	45	59	87	N	40	69	93	N
	τ_{ch}	25	29	46	21	26	29	72	75	145	262	49	98	170	230
	τ_{cd}	2	2	3	2	2	2	4	4	7	16 %	3	5	8	18 %
15. 7.	ΔT_{12}	11,9	7,4	5,7	24,7	11,2	7,5	0	5,4	3,1	2,4	10,3	4,4	2,9	0
	τ_s	19	23	28	13	20	23	41	59	87	N	40	69	96	N
	τ_{ch}	25	29	46	21	26	29	72	75	145	242	49	99	194	230
	τ_{cd}	2	2	3	2	2	2	4	4	7	16 %	3	5	9	18 %
25. 8.	ΔT_{12}	10,8	6,8	5,2	22,5	10,2	6,8	0	4,9	2,9	2,1	9,4	4,0	2,6	0
	τ_s	20	30	33	14	21	31	49	72	N	N	49	N	N	N
	τ_{ch}	27	47	50	22	28	48	78	120	242	—	71	167	—	290
	τ_{cd}	2	3	3	2	2	3	4	6	16 %	—	4	16 %	—	20 %
10. 9.	ΔT_{12}	8,9	5,5	4,1	18,1	8,1	5,4	0	4,0	2,3	1,7	7,5	3,2	2,1	0
	τ_s	27	34	38	18	29	35	59	N	N	N	63	N	N	N
	τ_{ch}	46	51	70	25	48	54	102	289	—	—	97	299	—	340
	τ_{cd}	3	3	4	2	3	3	5	16 %	—	—	5	17 %	—	22 %

VI. Doba sušení při použití kolektorů typu A a při různém sledu jasných (J) a zatažených (Z) dní — červen, bezvětří, podíl vlhkosti: $w_p = 42\%$, $w_s = 15\%$ (sušení zahájeno ve 12.00 h) — The time of drying with the use of A type collectors at different sequence of clear (J) and overcast (Z) days — June, calm, moisture contents: $w_p = 42\%$, $w_s = 15\%$ (drying started at 12.00 h)

Počasí	Doba sušení	Počet polí		
		2	6	10
JZZ	τ_s	42	68	82
	τ_{ch}	70	123	218
	τ_{cd}	4	6	15,2 %
ZJJ	τ_s	25	34	35
	τ_{ch}	29	47	49
	τ_{cd}	2	3	3
ZZJ	τ_s	44	47	49
	τ_{ch}	49	52	54
	τ_{cd}	3	3	3

nost stojí zejména případy, kdy se při použití kolektorů k sušení celé plochy seníku (počet polí 10) nemůže dosáhnout úplného usušení sena. V tab. IV takový případ nastává u kolektorů typu A a u kolektorů typu D s nízkým činitelem prostupu záření transparentním krytem, u nichž je místo celkové doby sušení ve dnech uveden nejnižší podíl vlhkosti, kterého lze sušením dosáhnout. Pokud by se v takových případech sušilo jen na dvou polích, nepřekročila by doba sušení 100 hodin, to znamená, že usušené seno by mělo ještě poměrně dobrou kvalitu a jeho skladovací podíl vlhkosti by bezpečně činil požadovaných 15 %. Ještě lépe lze tuto skutečnost sledovat v tab. V, kde jsou uvedeny

VII. Změny ekonomických ukazatelů, zisk a lhůta splacení doplňkových investičních kvalitů píce v jasných dnech A, v zatažených dnech B, sklizeň v červnu, údaje repay of additional investments in the case of solar haylofts with air-type collectors in June, data in Czechoslovak crowns, T_s in years)

Typ kolektoru	A_0					
ΔN_t	392 000					
ΔU	0					
Počasí	jasno			zataženo		
Aktivní pole	2	6	10	2	6	10
ΔM	— 3 560	— 3 258	— 1 969	— 11 743	— 6 440	0
ΔC	— 6 580	— 5 442	— 3 736	— 13 845	— 5 882	0
ΔV	68 000	61 625	34 000	374 000	280 000	0
Z	50 327	42 512	11 892	371 775	265 009	— 27 813
T_s	5,9	6,7	13,9	1,0	1,4	—

situace i v měsících červenec až září a kde lze sledovat i změny ohřátí vzduchu v poledne a doby celkového i aktivního sušení. V tomto případě je zajímavé i srovnání se stavem při sušení v seníku bez kolektorů (sloupce S). Zde je pozoruhodné, že za zvolených podmínek (podle tab. I) se ve dnech, kdy je zataženo, a při dosoušení studeným vzduchem seno nikdy neusuší na nižší podíl vlhkosti než 18 %, zatímco při použití slunečních kolektorů a při dosoušení v aktivní zóně seníku (na dvou polích) se v červnu až srpnu seno usuší na požadovanou skladovací vlhkost ($w_s = 15\%$) a dobrou kvalitu vždycky a ve dnech, kdy je zataženo v měsíci září, alespoň na 16 % (při dosoušení studeným vzduchem jen na 22 %), ovšem při nízké kvalitě.

V předchozích úvahách jsme předpokládali, že se suší ve dnech, kdy je pouze jasno nebo pouze zataženo. Takové případy však bývají jen někdy. Častěji jsou v průběhu sušení dny, kdy je jasno i zataženo. Jaký je v některých takových případech výsledek sušení, to lze sledovat v tab. VI. Z tab. IV a V víme, že v červnu lze seno usušit ve dvou jasných dnech. Tab. VI ukazuje, že je-li jen první den při sušení jasno a následují-li dny zatažené, je situace podobná, jako když je jen zataženo (počítá se, že začátek sušení v prvním dnu je ve 12.00 hodin, počáteční podíl vlhkosti 42 %). Je-li první den zataženo a pak stále jasno, blíží se celý průběh sušení stavu v den, kdy je jasno, protože při začátku sušení je účinek přihrátí vzduchu zcela nepatrný. Je-li ovšem už první dva dny za sebou zataženo a pak jasno, prodlužuje se doba sušení proti stavu za jasného počasí o jeden den, ale je výrazně kratší při všech zatažených dnech, zejména při sušení na více sušících polích.

EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST SLUNEČNÍCH SENÍKŮ

Výpočty odpovídají těmto vstupním údajům:

množství naskladněné píce: $Q = 500$ t sena z luční trávy,
skladovací podíl vlhkosti 15 %;

celkové pořizovací náklady: seník bez kolektorů — $N_{11} = 2\,800\,000$, — Kčs,
seník s kolektory A — $N_{2A} = 3\,192\,000$, — Kčs,
seník s kolektory D — $N_{2D} = 3\,365\,000$, — Kčs;

prostředků u slunečních seníků se vzduchovými kolektory ($w_p = 42\%$, $w_s = 15\%$, v Kčs, T_s v rocích) — Changes in the economic parameters, profit, and term of ($w_p = 42\%$, $w_s = 15\%$, forage quality on clear days A, on overcast days B, harvest

D ₈₆					
565 000					
11 200					
jasno			zataženo		
2	6	10	2	6	10
— 3 863	— 3 485	— 3 257	— 13 712	— 10 000	— 4 545
— 8 286	— 6 295	— 5 442	— 19 248	— 11 001	— 4 175
79 475	70 125	59 500	395 250	351 250	0
40 336	28 617	16 911	376 922	320 963	— 42 568
8,9	10,9	14,0	1,4	1,7	—

ekonomická životnost: $T_1 = T_2 = 25$ let;

roční náklady na údržbu:

$u_1 = u_{2A} = 6000$, — Kčs (opravy nátěrů a elektrické instalace),

$u_{2D} = 17\,200$, — Kčs (rozpočtená částka na dvě výměny světlopropustného laminátového krytu — po osmi až deseti letech);

roční nárůst nákladů na údržbu a opravy: $u'_1 = u'_2 = 0$;

hodinová mzda pracovníků obsluhy: $m_1 = m_2 = 15$, — Kčs.h⁻¹;

roční nárůst mzdy: $m' = 1,5$ %;

roční potřeba práce pro údržbu a obsluhu — je totožná s celkovou dobou sušení (t_c);

příkon ventilátoru: $P_{v1} = 7,5$ kW, $P_{v2} = 8$ kW;

počet ventilátorů: $n_1 = n_2 = 10$;

cena elektrické energie: $c_1 = c_2 = 0,66$ Kčs.kWh⁻¹;

roční nárůst ceny elektrické energie: $c' = 2$ %;

úroková míra: $p = 5$ %.

Jednotlivé náklady, výpočet změny zisku a lhůta splacení zvýšených investičních nákladů se stanovily pro dva mezní případy: v průběhu celého dosoušení je buď jasno, nebo zataženo. V obou případech se pak po celou dobu aktivně dosoušelo ve dvou, šesti nebo deseti polích.

Vypočítané hodnoty pro takto tvořené příklady jsou uvedeny v tab. VII.

DISKUSE

Analýza výsledků výpočtů ukázala některá důležitá opatření, která je vhodné dodržet, aby bylo zajištěno optimální využití sluneční energie k dosoušení sena.

Z hlediska optimálního využívání bylo ověřeno, že vzhledem k denní době naskladňování píce je výhodné orientovat solární seníky raději tak, aby jejich stěnový kolektor byl obrácen k západu. Rovněž bylo znovu potvrzeno, že pro získání kvalitního sena je možné používat i jednoduché kolektory typu A bez transparentního krytu, ale jen tehdy, jsou-li umístěny v závětrném prostoru, kde rychlost větru v letním období nepřesahuje 1,8 až 2,0 m.s⁻¹.

Analýza průběhu sušení rovněž ukázala, že solární seníky mají mít takové uspořádání, aby bylo možné využít téměř celé kolektorové plochy k sušení píce jen v části seníku (aktivní zóně) a zbývající část popřípadě provozovat s neupraveným vzduchem. Celou kolektorovou plochu je možné využít jen v ideálním případě, kdyby vzduch protékal zcela rovnoměrně celým kolektorem. Přiblížit se tomuto stavu znamená vytvořit např. v kolektorovém prostoru oddělené podélné kanály (ve směru toku vzduchu) a upravit (např. klapkami) hydraulický odpor při výtoku vzduchu z kolektorů do sběrného podlahového kanálu. Takové uspořádání u nás postavené sluneční seníky většinou nemají. Rozhodně by bylo velmi užitečné je v tomto smyslu upravit. V našich výpočtech jsme předpokládali, že střešní kolektor je vzduchem zcela rovnoměrně zaplněn a plocha svislého kolektoru je využita podílem určeným rovnicí (1). Celkové minimální využití plochy tak činí 84 %.

Rozbor ekonomických ukazatelů ukazuje, že sluneční seníky jsou v každém případě efektivní. Zvláště vysoké účinnosti se dosahuje při nepříznivém počasí, kdy nelze seno při dosoušení jen studeným vzduchem na skladovací vlhkost vůbec usušit, čímž se značně znehodnocuje. Ve slunečních senících lze i za nepříznivých povětrnostních podmínek seno dosušit, a tím zajistit jeho ještě vyhovující kvalitu.

Výsledky hodnocení neprokázaly výrazně vyšší efektivnost seníku s účinnějšími kolektory typu D, především pro jeho vyšší pořizovací a zejména provozní náklady.

Vysokou položku v nákladech na údržbu činí výměny transparentního skelného laminátu, který nejen že snižuje svou světelnou propustnost, ale dochází i k jeho postupné mechanické degradaci.

ZÁVĚR

Využití metody modelové analýzy je užitečné pro stanovení konstrukčních a technologických opatření pro optimální provozování strojních a jiných technických zařízení. V našem případě modelová analýza ukázala užitečnost slunečních seníků pro dosoušení píce. Ukázala rovněž, že výstavbou nových seníků bez tepelné energie zůstává výroba kvalitního sena jen na poloviční cestě. Seníky bez příhřevu venkovního vzduchu neza-
jistí vždy výrobu kvalitního sena. Pro úplnost řešení této problematiky je třeba dále analyzovat možnosti využívání dalších zdrojů tepla, a tím stanovit kvalitativně, ekonomicky i energeticky optimální provozování halových seníků s dosoušením píce.

Seznam použitých symbolů a veličin

Technické veličiny:

a	— počet aktivních sušících polí [1]
b	— výška stěnového kolektoru [m]
E_{GH}	— intenzita globálního ozáření [$W \cdot m^{-2}$]
f	— jasný den
n	— počet ventilátorů [1]
P_v	— výkon ventilátoru [kW]
q	— měrný průtok vzduchu kolektorem [$m^3 \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$]
Q_s	— hmotnost usušeného sena v seníku [t]
R_t	— tepelný odpor dna kanálu kolektoru [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
S	— sušení studeným vzduchem
S_H	— plocha horizontálního kolektoru [m^2]
S_v	— plocha vertikálního kolektoru [m^2]
S'_v	— korigovaná plocha vertikálního kolektoru [m^2]
t_c	— celková doba sušení sena v seníku [h]
t_s	— doba aktivního sušení sena v seníku [h]
t_e	— venkovní teplota vzduchu [$^{\circ}C$]
v_e	— rychlost větru [$m \cdot s^{-1}$]
w	— podíl vlhkosti píce [%]
w_p	— počáteční (vstupní) podíl vlhkosti [%]
w_s	— konečný (skladovací) podíl vlhkosti [%]
W_e	— celková spotřeba elektrické energie pro pohon ventilátorů za dobu sušení [kWh]
α	— činitel pohlcení absorberu [1]
γ	— azimut svislého kolektoru [$^{\circ}$]
φ_{ef}	— relativní vlhkost venkovního (ohřátého) vzduchu [%]
φ_r	— rovnovážná vlhkost vzduchu [%]
π	— činitel prostupu transparentním krytem [1]
τ	— čas sušení [h]
τ_{cd}	— celková doba sušení jedné vrstvy sena [dny]
τ_{ch}	— celková doba sušení jedné vrstvy sena [h]
τ_s	— doba aktivního sušení jedné vrstvy sena [h]
τ_p	— denní doba zahájení sušení [h]

Ekonomické veličiny:

$C_{2,1}$	— průměrné roční náklady za elektrickou energii [Kčs]
c	— dnešní cena elektrické energie [Kčs $\cdot kWh^{-1}$]
c'	— roční činitel zvyšování ceny elektrické energie [%]
$M_{2,1}$	— průměrné roční náklady na mzdy pro obsluhu a údržbu [Kčs]
m	— dnešní hodinová mzda pracovníků obsluhy a údržby [Kčs $\cdot h^{-1}$]
m'	— roční činitel nárůstu mezd [%]

$U_{2,1}$	—	průměrné roční náklady na materiál a služby pro údržbu a opravy [Kčs]
u	—	dnešní roční náklady na materiál a služby pro údržbu a opravy [Kčs]
u'	—	roční činitel nárůstu nákladů na materiál a služby [%]
N_{i1}	—	celkové pořizovací náklady na seník bez ohřevu vzduchu [Kčs]
N_{2A}, N_{2D}	—	celkové pořizovací náklady na seník s kolektory A nebo D [Kčs]
ΔN_i	—	dodatkové pořizovací náklady na vybavení seníku kolektory [Kčs]
$\Delta(N_i \cdot K_a)$	—	změna anuity u porovnávaných seníků [Kčs]
K_a	—	umořovatel [1]
ΔV	—	změna peněžní hodnoty produkce [Kčs]
PHK	—	produkční hodnota krmiva [Kčs.t ⁻¹]
p	—	úroková míra [%]
r	—	činitel času [1]
$T_{2,1}$	—	ekonomická životnost [roky]
T_{ps}	—	lhůta splacení dodatkových pořizovacích nákladů [roky]
Z_z	—	změna zisku [Kčs]

Indexy:

A	—	seník s kolektorem typu A
D	—	seník s kolektorem typu D
2	—	sluneční seník
1	—	seník bez ohřevu vzduchu

Literatura

DOLEJŠ, J.: Strategie dosoušení sena temperovaným vzduchem. [Kandidátská disertace.] Praha-Uhřetěves, Výzkumný ústav živočišné výroby 1986.

HAŠ, S. — MACHÁČKOVÁ, M. — ŠTEFÁNIK, F.: Sdílení tepla ve slunečních kolektorech pro ohřev atmosférického vzduchu. Zeměd. Techn., 33, 1987, č. 7, s. 415-424.

HAŠ, S. — MACHÁČKOVÁ, M. — ŠTEFÁNIK, F.: Průběh sušení píce ve slunečním halovém seníku. Zeměd. Techn., 34, 1988, č. 8, s. 449-459.

KOSAŘ, J. — DOLEJŠ, J.: Vliv technologie sušení na výživnou hodnotu krmiva. [Výzkumná zpráva.] Praha-Uhřetěves, Výzkumný ústav živočišné výroby 1980.

ŠTEFÁNIK, F. — HAŠ, S. — MACHÁČKOVÁ, M.: Analýza energetických parametrů slunečních kolektorů pro ohřev vzduchu. Zeměd. Techn., 33, 1987, č. 9, s. 525-537.

Došlo dne 12. 8. 1988

ГАШ, С. — ШТЕФАНИК, Ф., — МАХАЧКОВА, М. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы; Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Ровинка): Эффективность сенников с различными типами солнечных коллекторов. Земед. Techn., 34, 1988 (12) : 723-738.

На основе ранее разрабатываемой модели процесса сушки в анкарных сенниках изучали ход сушки при применении различных типов солнечных коллекторов (открытых, закрытых с транспарантной крышкой), с различными параметрами конструкции, разные скорости ветра, ориентацию коллекторов, при разном проценте начальной влажности загрузки кормов, при различном времени загрузки в сутках. Анализом определили благоприятное влияние активной сушки и с точки зрения применения коллекторов. Сушку производят нагретым воздухом только на части осушаемой площади всего сенника. На данную часть сосредоточится вес нагретый воздух из всей площади коллектора расположенного на крыше и на стенках сенника. Этим добьются увеличения температуры воздуха используемого для сушки и значительно сокращается срок сушки; а также понизится относительная влажность воздуха используемого для сушки. Корма можно по сушить до требуемой величины влажности в период с облачной погодой. На основе оценки корма денежной выручкой (в зависимости от общего срока сушки) определил экономическую пользу досушки нагретым воздухом в сенниках

с различными коллекторами. Экономическая польза значительно изменяется по климатическим и погодным условиям, качеству убираемого корма и способу досушивания. В случаях проведения оценки доказали эффективность солнечных сенников и при облачной погоде, но не установили доказуемых разниц между отдельными оцениваемыми коллекторами.

солнечные воздушные коллекторы; скорость сушки; денежная выручка кормов; экономическая эффективность

HAŠ, S. — ŠTEFÁNIK, F. — MACHÁČKOVÁ, M. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Rěpy; Research Institute of Agricultural Engineering, Rovinka): *Effectiveness of Haylofts Equipped with Various Types of Solar Collectors*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (12) : 723-738.

The model which had been previously constructed to simulate the process of drying in barn-type haylofts was used for investigation of the course of drying in systems with different types of solar collectors (open, closed with transparent cover) with different construction parameters, at different wind speeds, with different orientation of the collectors, at different starting moisture contents of the herbage put into the store, and with herbage put into the store at different periods of the day. As found on the basis of the analysis, it is advantageous — also for a good use of the collectors — to practise active drying (with warmed air) only in part of the drying area of the hayloft. The warmed air from all the area of the wall and roof collectors with concentrate on this area. This will increase the temperature of the drying air and reduce substantially the drying time. With the reduced relative humidity of drying air it is possible to dry the forage to the required storage moisture content even on days with overcast sky. The value of the forage was expressed in pecuniary units (in dependence on the total time of drying) to determine the economic benefits from additional drying with warmed air in haylofts equipped with different types of solar collectors. The economic benefit varies considerably with the climatic and weather conditions, with the quality of harvested forage and with the method of additional drying. In the cases under study, the solar haylofts proved to work effectively even in unfavourable weather but no significant differences were found between the types of collectors compared.

air solar collectors; drying rate; pecuniary expression of forage value; economic effectiveness

HAŠ, S. — ŠTEFÁNIK, F. — MACHÁČKOVÁ, M. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Rěpy; Forschungsinstitut für Landtechnik, Rovinka): *Effektivität der Heuschuppen mit Sonnenkollektoren verschiedener Typen*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (12) : 723-738.

Aufgrund des schon früher erarbeiteten Modells des Trocknungsprozesses in Heuhallen untersuchten wir den Trocknungsverlauf unter Anwendung von Kollektoren verschiedener Typen (geöffnete, geschlossene mit transparentem Deckel), mit verschiedenen Konstruktionsparametern, bei unterschiedlicher Windgeschwindigkeit, bei unterschiedlicher Orientation der Sonnenkollektoren, bei unterschiedlichem Eintrittsanteil der Feuchtigkeit des eingelagerten Futters und bei verschiedener Tageszeit der Einlagerung des Futters. Anhand der Analyse stellten wir auch als der Sicht der Ausnutzung der Sonnenkollektoren einen günstigen Einfluss einer aktiven Trocknung, d. h. die Heisslufttrocknung nur auf einem Teil der Trocknungsfläche des gesamten Heuschuppens, fest. Auf diesen Teil konzentriert sich die erwärmte Heissluft aus der gesamten Fläche des Dach- und Wandkollektors. Dadurch erhöht sich die Trocknungslufttemperatur und die Trocknungsdauer wird erheblich verkürzt. Da die relative Luftfeuchtigkeit herabgesetzt ist, können wir das Futter auf den benötigten Einlagerungsfeuchtigkeitsanteil auch an den bewölkten Tagen trocknen. Aufgrund der Bewertung des Futters mit einem bestimmten finanziellen Wert (in Abhängigkeit von der gesamten Trocknungszeit) drückten wir ökonomisch den Beitrag der Nachtrocknung mit erwärmter Luft in den Heuschuppen mit verschiedenen Kollektoren aus. Der ökonomische Beitrag ändert sich bedeutend entsprechend den gegebenen klimatischen und Witterungsverhältnissen, der Qualität

des geernteten Futters und der Nachtrocknungsmethode. In den bewerteten Fällen wiesen wir die Effektivität der Sonnenheuschuppen auch bei einem ungünstigen Wetter nach, wir konnten aber keinen bedeutenden Unterschied zwischen den einzelnen bewerteten Sonnenkollektoren ermitteln.

Sonnen-Luft-Kollektoren; Trocknungsgeschwindigkeit; finanzieller Wert des Futters; ökonomische Effektivität

Adresy autorů:

Ing. Stanislav Haš, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

Ing. František Štefánik, RNDr. Mária Macháčková, Výzkumný ústav poľnohospodárskej techniky, 900 42 Rovinka

J. Blahovec, M. Houška, D. Pokorný, K. Patočka, A. Kubešová, J. Bareš

BLAHOVEC, J. — HOUŠKA, M. — POKORNÝ, D. — PATOČKA, K. — KUBEŠOVÁ, A. — BAREŠ, J. (Vysoká škola zemědělská, Praha-Suchbát; Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, Praha): *Mechanické vlastnosti plodů rajčat a jejich určování*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (12) : 739-751.

Uvádíme výsledky testování mechanických vlastností plodů rajčat u sedmi různých odrůd (odrůda 'Maryland' ve dvou termínech sklizně). Odolnost proti mechanickému poškození je určována pádovým testem, pevnost plodů stlačováním mezi dvěma deskami. Mechanické vlastnosti perikarpu a slupky plodů jsou určovány zvláštními testy. Na zatěžovacích křivkách získávaných při testování pevnosti plodů je definován nový charakteristický bod, jehož souřadnice těsněji závisí na odolnosti plodů proti mechanickému poškození. Mechanické vlastnosti perikarpu a slupky se vyznačují velkým rozptylem, nejrepresentativnější veličinou je hloubka penetrace u perikarpu. Dále jsou při použití korelačních koeficientů dokumentovány vztahy mezi parametry určujícími strukturu a složení plodů a parametry charakterizující pevnost plodů. Tyto parametry mají vliv zejména na počáteční část zatěžovací křivky; na odolnost plodů proti poškození je jejich vliv neprůkazný.

rajčata; mechanické vlastnosti plodů; pádový test; pevnost

Jedním z nejdůležitějších předpokladů pro zavádění mechanizované sklizně rajčat je bezesporu pěstování odrůd s pevnými a mechanicky odolnými plody. Výběr odrůd s těmito vlastnostmi plodů vždy souvisí s objektivním určováním mechanických vlastností plodů. Za tímto účelem byla již dříve vypracována soustava testů pro posuzování mechanických vlastností plodů rajčat a tyto testy byly použity ke zhodnocení širšího sortimentu odrůd pěstovaných v našich podmínkách (Blahovec aj., 1977, 1979). S postupem času vznikla potřeba otestovat mechanické vlastnosti plodů rajčat dalších, nově používaných nebo zaváděných odrůd. K tomuto účelu byly použity již dříve vyvinuté postupy s úpravami, které umožňují nové, dokonalejší technické prostředky. Dosažené výsledky jsou obsahem této práce.

MATERIÁL A METODA

Testovaný materiál, čerstvě sklizené plody rajčat, byl dodán Výzkumným ústavem koncernu Konzervárny a lihovary z JZD Šardice u Uherského Hradiště ve dvou zásilkách — dne 15. 9. a 7. 10. 1987. Z každé dodané odrůdy bylo vytvořeno několik souborů plodů, které byly použity k relativně samostatným testům (Bareš aj., 1987). Pro testy uváděné v této práci byly vytvořeny čtyři soubory plodů, které jsou uvedeny v tab. I. Varianty uvedené v tab. I jsou vesměs tvořeny různými odrůdami: výjimkou je odrůda 'Maryland', která byla testována dvakrát —

Varianta (odrůda)	Soubor			
	1 struktura	2 pádový test	3 pevnost	4 mechanické vlastnosti
K-815	10	42	50	15
Salus	10	45	50	15
Maryland	10	48	50	15
Peto 86	10	40	50	15
Earlymech	10	40	50	15
Korál	10	29	42	15
Maryland 1	10	44	48	15
K-262	10	42	50	15

v různých termínech sklizně. Všechny experimenty proběhly do dvou dnů od doby, kdy byly plody dovezeny.

Struktura a složení plodů byly určovány vždy u deseti vybraných vyzrálých plodů bez viditelných známek poškození nebo napadení chorobami. Každý z těchto plodů byl samostatně zvážen (hmotnost m); následným vážením ve vodní lázni byla stanovena jeho hustota ρ . Délka plodu l byla určována jako jeho největší rozměr ve směru spojnice stopky a špičky (osa plodu). Průměr plodu d_p představuje střední hodnotu maximálního rozměru (tři až čtyři měření) stanoveného ve směru kolmém na osu plodu. Délkový index byl vypočítán jako poměr l/d_p . Potom byl plod rozříznut a pro každý byl zaznamenán počet semenných dutin n_d . Semenné dutiny rozříznutých plodů byly vyprázdněny, tekutina se semeny byla oddělena a zbylá část plodu, tvořená perikarpem a slupkou, byla opět zvážena. Poměr hmotnosti zbytku plodu, tj. perikarpu a slupky, k jeho původní hmotnosti je označen n_p a bude používán jako měřítko zastoupení perikarpu v hmotnosti plodu. Obsah sušiny c_s byl samostatně stanovován pro celé plody, perikarp a slupku, obsah vlákniny c_v byl stanovován samostatně v perikarpu plodů a ve slupkách. Obsah sušiny byl určen přímou metodou po vysušení vzorku v laboratorní sušárně při stálé teplotě 105 °C. Obsah vlákniny byl stanovován u vysušených vzorků po definovaném promývání vzorků vodou na filtračním papíru po předchozím postupném povaření vzorku s kyselinou sírovou a hydroxidem sodným.

Odolnost plodů proti mechanickému poškození a pevnost plodů byla testována samostatnými destruktivními testy. Testovány byly zdravé, odstopkované a nepoškozené plody. Pádový test spočíval v postupném spouštění plodů volným pádem z výšky 2 m na tuhou a masivní ocelovou desku. Po skončení testu byl každý plod prohlédnut a podle stupně poškození byl klasifikován do tří skupin (Blažovec aj., 1977, 1979): 1 — povrch plodu není viditelně poškozen a slupka je souvislá; 2 — plod je lehce poškozen, slupka je porušena, ale šťáva z plodu nevytéká; 3 — plod je těžce poškozen, slupka je porušena a porušeným místem vytéká šťáva. Výsledek testu je zachycen prostřednictvím parametru p_2 , který je definován vztahem:

$$p_2 = (50 n_2 + 100 n_3)/n \quad (1)$$

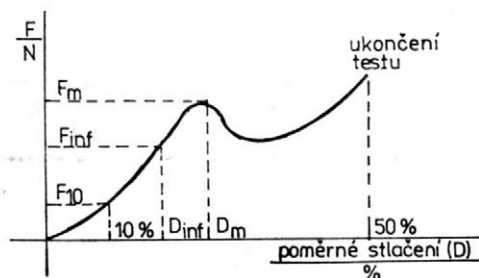
kde: n — celkový počet testovaných plodů

n_2 — počet plodů zařazených do skupiny 2

n_3 — počet plodů zařazených do skupiny 3

Parametr p_2 nabývá hodnoty 0, jsou-li všechny testované plody neporušeny, a hodnoty 100, jsou-li všechny testované plody poškozeny těžce (jsou ve skupině 3).

Použitý kvazistatický test pevnosti plodu spočíval ve stlačování stálou rychlostí (1,67 mm.s⁻¹) mezi dvěma deskami. Počáteční poloha plodu byla volena tak, aby osa plodu byla rovnoběžná s přítláčenými deskami — jde o tzv. polohu „na



1. Typická zatěžovací křivka rajčete v poloze na boku, získaná při stálé rychlosti stlačování. Na zatěžovací křivce jsou vyznačeny charakteristické body F_m , D_m , F_{inf} , D_{inf} , F_{10} , které jsou předmětem matematického zpracování v této práci. F_{inf} a D_{inf} určují inflexní bod závislosti, tzn., že v tomto bodě poprvé dochází k poklesu směrnice závislosti $F(D)$, který probíhá v intervalu $D < 0$, D_{inf} — The typical loading curve of a tomato fruit positioned on the side, obtained at a constant speed of compression. In the loading curve there are marked characteristic points F_m , D_m , F_{inf} , D_{inf} , F_{10} , which are mathematically processed in this study. F_{inf} and D_{inf} determine the inflexion point of the dependence, i. e. at this point a decrease in the gradient of the dependence $F(D)$ occurs for the first time, which is in progress in the interval $D < 0$, D_{inf}

boku“ (Blahovec aj., 1977, 1979). K deformaci se používal univerzální zkušební stroj Instron 1140 s vyhodnocovací jednotkou HP-85. Výsledkem jednotlivého testu je zatěžovací křivka, která je schematicky zachycena na obr. 1. Je to vztah mezi stlačovací silou F a poměrným stlačením plodu. Základem pro určení poměrného stlačení je počáteční rozměr plodu, který odpovídá jeho průměru d_p . Definice vyhodnocovaných veličin je zřejmá z obr. 1, na němž je na stlačovací křivce určen inflexní bod (F_{inf} , D_{inf}). Je to bod na křivce mezi začátkem a prvním maximem (F_m , D_m), který se vyznačuje těmito vlastnostmi: klesá v něm směrnice závislosti $F(D)$, v žádném bodě z intervalu D_i (D_{inf} , D_m) tato směrnice neroste, ani jeden bod z intervalu D_i (0 , D_{inf}) se nevyznačuje těmito vlastnostmi — první maximum závislosti (F_m , D_m) je indikováno jako první lokální maximum závislosti $F(D)$, po němž F klesá alespoň o 10 %.

V intervalu D_i (0 , D_{inf}) byla závislost $F(D)$ pro každou zatěžovací křivku nahrazena mocninným vztahem

$$\frac{F}{N} = a \left(\frac{D}{\%} \right)^b \quad (2)$$

a pro každý jednotlivý případ byly stanoveny hodnoty parametrů a a b . K výpočtu bylo použito metody nejmenších čtverců, aplikované na transformovaný výraz

$$\ln \left(\frac{F}{N} \right) = \ln a + b \ln \left(\frac{D}{\%} \right) \quad (2a)$$

Vlastnosti perikarpu a slupky plodů byly testovány samostatnou soustavou testů: slupka — test v tahu a ve stříhu, perikarp — test v tlaku a penetrací kruhového válce. Způsob provádění testů včetně jejich matematického zpracování je znázorněn v obr. 2.

VÝSLEDKY

Výsledky prvního testu jsou uvedeny v tab. II a III. Tab. II ukazuje, že v testovaném souboru jsou odrůdy s drobnými plody — 'Salus', 'Peto 86', K 262 — i odrůdy s velkými plody — 'Korál', K-815, plody s malým i velkým počtem semenných dutin ($n_d = 2,2-6,3$), s různým zastoupením perikarpu ($n_p = 33-87\%$) a plody s různým poměrem l/d_p [od $l/d_p = 0,8$ pro ploché plody odrůd K-815 a 'Korál' až po protáhlé plody odrůd 'Maryland' a 'Earlymeh' s $l/d_p = 1,2-1,3$]. Při opakovaných měřeních u odrůdy 'Maryland' nebyly pozorovány výraznější rozdíly ve struktuře a složení plodů.

II. Základní charakteristiky testovaných plodů (m — hmotnost; n_d — počet semen-index; n_p — zastoupení perikarpu; $\bar{x}$ — střední hodnota; v. k. — variační koeficient) ρ — density; l — length of fruit; d_p — fruit diameter; l/d_p — length index; n_p —

Odrůda	m		n_d		ρ	
	$\bar{x}$ g	v. k. %	$\bar{x}$ 1	v. k. %	$\bar{x}$ kg.m ⁻³	v. k. %
K-815	115,1	12,5	6,3	30,0	985,2	0,7
Salus	50,6	19,3	2,5	21,2	983,2	1,3
Maryland	60,9	18,8	2,2	28,6	968,0	3,8
Peto 86	56,6	13,6	2,5	21,2	1002,1	1,6
Earlymech	75,1	26,8	2,4	21,7	985,0	0,7
Korál	120,1	27,1	5,6	17,9	997,0	0,6
Maryland 1	66,3	16,0	2,3	20,9	969,9	3,4
K-262	47,6	22,7	2,2	19,1	1006,2	1,1

Výsledky získané při pádovém testu a při testování pevnosti plodů jsou uvedeny v tab. IV. Hodnoty mechanických vlastností slupky a perikarpu jsou uvedeny v tab. V a VI.

DISKUSE

Veličiny stanovované v testu pevnosti plodů mezi sebou korelují. Matematicky je to podchyceno maticí korelačních koeficientů v tab. VII. Vysoké absolutní hodnoty korelačních koeficientů byly získány pro tyto páry veličin: $F_m - F_{inf}$, $F_{inf} - D_{inf}$, $a - b$, $a - F_{10}$. Podle tab. VII závisí pevnost plodů především na souřadnicích D_{inf} a F_{inf} inflexního bodu stlačovací křivky a pak také na tuhosti plodu F_{10} . Souřadnice F_{inf} inflexního bodu je výrazně závislá na příslušné deformaci D_{inf} , ale ne na počáteční tuhosti zatěžovací křivky. Z toho vyplývá, že velikost de-

III. Základní informace o složení testovaných plodů — The basic information on the composition of test fruits

Odrůda	c_s %			c_p %	
	plod	perikarp	slupka	perikarp	slupka
K-815	6,41	5,11	10,2	0,491	3,40
Malus	6,28	5,53	14,7	0,448	5,88
Maryland	6,40	5,50	17,2	0,379	7,10
Peto 86	5,63	4,86	13,9	0,369	5,35
Earlymech	6,18	5,10	14,7	0,434	5,92
Korál	6,11	5,31	11,5	0,451	3,98
Maryland 1	6,10	5,62	16,7	0,405	7,38
K-262	5,47	4,50	12,5	0,333	5,23

ných dutin; ρ — hustota; l — délka plodu; d_p — průměr plodu; l/d_p — délkový — Basic characteristics of test fruits (m — weight; n_d — number of seed cavities; pericarp representation; $\bar{x}$ — mean value; v. k. — coefficient of variation)

l		d_p		n_p		l/d_p
$\bar{x}$ mm	v. k. %	$\bar{x}$ mm	v. k. %	$\bar{x}$ %	v. k. %	$\bar{x}$ 1
51,0	2,1	62,2	12,2	86,8	13,1	0,82
48,0	7,4	42,8	6,9	40,6	18,3	1,12
55,1	9,1	44,8	6,0	41,5	20,2	1,23
50,3	5,8	44,4	5,6	42,9	14,2	1,13
56,9	9,8	47,2	10,8	60,2	26,7	1,21
51,9	11,1	62,4	8,4	93,0	25,0	0,83
58,0	4,8	43,8	8,4	54,0	14,2	1,32
42,0	6,7	42,9	8,9	33,2	23,7	0,98

formace (D_{inf} , D_m) má na pevnost plodu větší vliv než počáteční tuhost. Počáteční tuhost F_{10} zatěžovací křivky významně souvisí s parametrem a , popisujícím prostřednictvím vztahu (2) zatěžovací křivku mezi počátkem a inflexním bodem. Korelační koeficienty mezi parametry a a b jsou v absolutní hodnotě vesměs vysoké a nabývají záporných hodnot. Znamená to, že s růstem jednoho z nich dochází k poklesu druhého. Parametr b se vyznačuje nižším rozptylem experimentálních hodnot v rozmezí 1,0 až 1,7 (tab. IV). S ohledem na teorii je to zajímavý poznatek, neboť vztah (2) s $b = 1$ představuje Hookův zákon pro deformaci homogenního elastického tělesa se stejným počátečním průměrem a vztah (2) s $b = 1,5$ ($3/2$) je tzv. Hertzův vztah pro stlačování homogenního elastického tělesa kulového tvaru mezi dvěma tuhými deskami.

Experimentální zatěžovací křivky mají tvar, který v převážné míře leží mezi těmito dvěma ideálními případy.

Korelační koeficienty mezi středními hodnotami odpovídají korelačním koeficientům získaným pro jednotlivé odrůdy z přímo naměřených hodnot (tab. VI). Hodnoty mechanických vlastností perikarpu a slupky (tab. V, VI) se vyznačují velkým rozptylem a není proto neočekávané, že při nízkém počtu různých variant (8) se pro ně jen sporadicky vyskytnou statisticky významné závislosti mezi těmito veličinami a veličinami ostatními. Jistou výjimku tvoří u perikarpu hloubka vniknutí odpovídající maximu zatěžovací křivky x_{mp} a u slupky částečně mezní poměrné prodloužení slupky ε_{mt} , tedy veličiny, která významně závisí na některých veličinách určujících pevnost plodů. Hloubka penetrace dokonce významně souvisí s parametrem p_2 vyjadřujícím stupeň poškození plodů v pádovém testu ($r = -0,712$).

Souvislosti mezi pevností a stupněm poškození plodů v pádovém testu jsou zachyceny v obr. 3. S poklesem pevnosti plodů roste stupeň jejich poškození v pádovém testu, a klesá tedy jejich odolnost proti mechanickému poškození. Naměřené hodnoty i celkový trend závislosti je ve shodě s údaji v předchozích pracích (Blahovec aj., 1977, 1979). Je zajímavé, že těsnější závislost než u vztahů $F_m - p_2$ a $D_m - p_2$ je

a

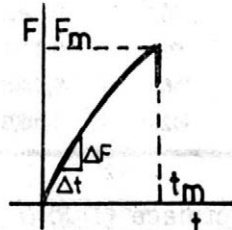
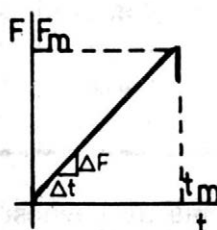
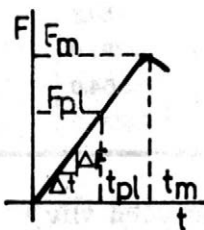
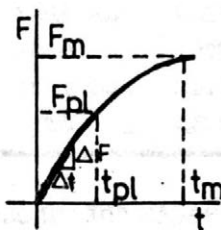
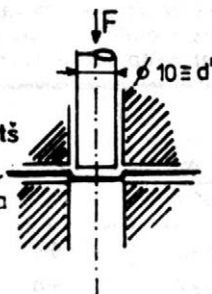
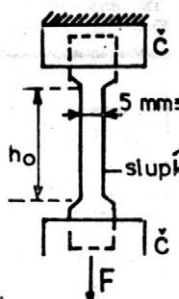
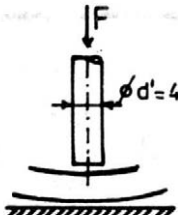
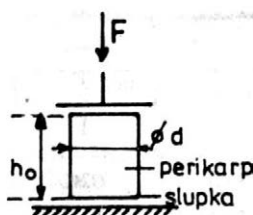
tlak

penetrace

tah

b

střih



$$\sigma_{pd} = \frac{4 F_{pl}}{\pi d^2} (1 - \varepsilon_p)$$

$$\sigma_{mp} = \frac{4 F_m}{\pi d^2}$$

$$\sigma_{md} = \frac{4 F_m}{\pi d^2} (1 - \varepsilon_m)$$

$$E_f = \frac{E}{1 - \nu^2}$$

$$\varepsilon_{pd} = -\ln(1 - \varepsilon_p)$$

$$\varepsilon_{md} = -\ln(1 - \varepsilon_m)$$

$$E = \frac{4 \Delta F \cdot l_0}{v \cdot \Delta t \cdot \pi \cdot d^2}$$

$$\varepsilon_p = \frac{v \cdot t_{pl}}{l_0}$$

$$\varepsilon_m = \frac{v \cdot t_m}{l_0}$$

$$\sigma_{mt} = \frac{4 F_m}{t_f \cdot t_l}$$

$$\alpha_{mt} = \frac{4 F_m}{t_f}$$

$$\varepsilon_{mt} = \frac{v \cdot t_m}{l_0}$$

$$E = \frac{4 F_m \cdot l_0}{t_f \cdot t_e \cdot v \cdot t_m}$$

$$\sigma_{ms} = \frac{F_m}{\pi d'^2 \cdot t_e}$$

$$\alpha_{ms} = \frac{F_m}{\pi d'^2}$$

2. Schematické znázornění testů pro určení mechanických vlastností perikarpu (a) a slupky (b) plodů rajčat (F – působící síla, $\check{C}$ – čelist, t – čas, t_e – tloušťka slupky, v – rychlost deformace, ν – Poissonův poměr; ostatní symboly jsou objasněny v nákresech; názvy vypočtených veličin: σ – deformační napětí; ε – poměrná deformace; E – Youngův modul; E_f – fiktivní modul pružnosti; x_{mp} – hloubka vztažení; α – membránové napětí (síla vztažená na šířku membrány) – A diagram of tests determining the mechanical properties of the pericarp (a) and skin (b) of tomato fruits (F – acting force, $\check{C}$ – jaw, t – time, t_e – thickness of skin, v – speed of deformation, ν – Poisson's ratio; the other symbols are clarified in the drawings; the names of the calculated quantities: σ – deformation stress; ε – proportional deformation; E – Young's modulus; E_f – a fictive modulus of elasticity; x_{mp} – depth of upward pressure; α – membrane stress (the force related to membrane width))

pozorována u vztahů $F_{inf} - p_2$ a $D_{inf} - p_2$ a vyšších absolutních hodnot korelačních koeficientů je dosahováno spíše pro mediány rozdělení než pro střední hodnoty. Zdá se, že lepším měřítkem odolnosti proti mechanickému poškození jsou údaje vztahující se k inflexnímu bodu (F_{inf} , D_{inf}) než údaje vázané na maximum (F_m , D_m) zatěžovací křivky. Toto pozorování zřejmě souvisí s mechanismem tvorby trhlin, které při zatěžování vznikají před dosažením maxima zatěžovací křivky, pravděpodobně za podmínek blízkých inflexnímu bodu zatěžovací křivky.

IV. Výsledky pádového testu a testování pevnosti plodů — The results of the fall test and testing of fruit firmness

Měřená veličina*)		K-815	Salus	Maryland	Peto 86	Early-mech	Koral	Maryland 1	K-262
p_2 %		72,2	42,2	27,4	48,8	10,0	60,3	56,8	66,7
d_p [mm]	$\bar{x}$	59,2	41,3	47,5	42,9	41,9	48,2	42,4	41,7
	0,1	52,0	36,9	42,2	36,2	37,7	41,9	37,9	36,7
	0,5	59,6	41,8	47,7	44,3	41,6	48,0	42,0	41,3
	0,9	74,2	46,1	55,6	52,9	46,1	55,6	46,5	47,0
F_m [N]	$\bar{x}$	53,4	51,2	75,4	49,6	66,2	54,8	60,4	34,5
	0,1	37,7	38,1	53,6	34,4	40,0	36,5	45,8	22,1
	0,5	56,2	51,9	74,1	51,0	68,2	53,7	59,8	33,7
	0,9	78,4	65,1	137,6	95,7	84,8	81,3	76,1	48,9
F_{inf} [N]	$\bar{x}$	41,6	44,7	59,0	44,1	58,7	44,5	54,7	30,2
	0,1	27,4	29,7	39,0	28,8	34,9	29,4	39,3	16,6
	0,5	44,1	43,5	61,7	47,1	62,0	41,9	52,9	31,0
	0,9	65,9	59,3	94,1	92,5	75,5	67,8	72,9	41,2
D_m [%]	$\bar{x}$	25,5	25,3	30,8	26,8	28,0	24,8	27,4	24,0
	0,1	20,2	21,3	24,6	22,2	22,2	20,6	22,7	18,3
	0,5	25,3	24,8	29,1	27,9	28,1	24,5	27,8	24,1
	0,9	49,2	30,5	49,6	40,6	33,8	29,2	31,9	29,3
D_{inf} [%]	$\bar{x}$	18,6	22,7	24,7	23,6	25,5	19,3	25,3	21,6
	0,1	13,8	18,2	18,6	19,2	18,3	15,6	20,7	16,4
	0,5	19,8	22,8	25,0	25,0	26,3	19,3	25,4	21,4
	0,9	26,5	29,6	34,1	33,0	30,8	23,8	30,2	27,7
F_{10} [N]	$\bar{x}$	19,7	14,6	17,8	13,5	15,8	19,8	16,0	11,0
	0,1	15,1	9,8	13,2	9,1	12,0	12,0	11,5	7,5
	0,5	20,4	14,8	18,4	14,7	15,6	20,7	15,2	11,0
	0,9	29,1	18,7	26,7	19,6	20,0	26,8	21,1	14,6
a [—]	$\bar{x}$	1,435	0,865	1,225	0,819	0,800	1,399	1,050	0,680
	0,1	0,884	0,371	0,647	0,398	0,423	0,678	0,529	0,299
	0,5	1,509	0,866	1,284	0,863	0,919	1,433	0,964	0,630
	0,9	2,585	1,483	2,290	1,678	1,300	2,265	1,644	1,074
b [—]	$\bar{x}$	1,156	1,267	1,212	1,273	1,300	1,181	1,230	1,250
	0,1	1,058	1,143	1,062	1,093	1,167	1,062	1,078	1,107
	0,5	1,164	1,254	1,206	1,310	1,272	1,171	1,219	1,240
	0,9	1,384	1,495	1,600	1,618	1,443	1,381	1,376	1,406

*) — charakteristické statistické údaje : $\bar{x}$ — střední hodnota; 0,1, 0,5, 0,9 — kvantily rozdělení měřených hodnot (0,5 je zároveň mediánem rozdělení)

V. Mechanické vlastnosti slupky stanovené v tahovém (tah) a stříhovém (stříh) skin determined by tension and shear tests (for more details see Fig. 2; v. k. —

Odrůda	Tloušťka [mm]	Tah			
		$\frac{\sigma_{mt}}{\text{MPa}}$	v. k. %	$\frac{\alpha_{mt}}{\text{N.m}^{-1}}$	v. k. %
K-815	0,140	2,58	37,4	325	14,5
Salus	0,214	2,71	29,9	561	31,2
Maryland	0,137	2,99	27,1	493	23,3
Peto 86	0,203	2,35	30,6	523	25,0
Earlymech	0,268	2,00	27,0	528	32,0
Korál	0,068	4,01	42,6	426	26,8
Maryland 1	0,083	3,52	26,4	475	27,8
K-262	0,130	1,97	24,9	358	21,8

V experimentech nebyly prokázány statisticky významné závislosti mezi složením a strukturou plodů na jedné straně a stupněm poškození plodů v pádovém testu na straně druhé. Z vlivů struktury a chemického složení plodu na jeho mechanické vlastnosti stojí za zmínku vztah mezi obsahem sušiny a vlákniny ve slupce a hloubkou penetrace do perikarpu. Vzájemné souvislosti mezi parametry zachycují strukturu a složení plodů parametry: c_s , c_v (slupka) a l/d_p v jedné skupině a n_d , n_p , d_p a c_v (perikarp) ve druhé skupině. Parametry uvnitř skupiny se vyznačují ve vztahu mezi sebou vesměs kladnými korelačními koeficienty, zatímco vztahy mezi parametry příslušejícími různým skupinám jsou charakteristické zápornými koeficienty korelace. Tyto vztahy předurčují také vliv zmíněných parametrů na veličiny získané při testování pevnosti plodů. Jsou to zejména parametry D_{inf} (D_m), F_{10} a a , reprezentující jednak tuhost plodů (F_{10} a a), jednak poměrnou deformaci (D_{inf}), která zřejmě odpovídá vzniku trhlin v plodu stlačovaném mezi dvěma deskami.

VI. Mechanické vlastnosti perikarpu stanovené v tlakovém (tlak) a penetračním perties of fruit pericarp determined by compression and penetration tests (for more

Odrůda	Tlak						
	$\frac{\sigma_{pd}}{\text{MPa}}$	v. k. %	$\frac{\sigma_{md}}{\text{MPa}}$	v. k. %	$\frac{E}{\text{MPa}}$	v. k. %	$\frac{\varepsilon_{pd}}{\%}$
K-815	0,041	23,9	0,045	19,9	0,173	27,7	0,369
Salus	0,033	22,8	0,036	25,3	0,128	32,0	0,423
Maryland	0,034	36,6	0,039	22,5	0,128	34,4	0,467
Peto 86	0,041	26,8	0,046	28,3	0,183	31,7	0,407
Earlymech	0,044	28,3	0,048	28,8	0,183	31,1	0,440
Korál	0,039	31,2	0,079	28,3	0,210	41,4	0,257
Maryland 1	0,045	41,2	0,049	30,9	0,331	39,9	0,184
K-262	0,028	39,1	0,040	22,5	0,222	47,3	0,166

testu (blíže viz obr. 2; v. k. — variační koeficient) — Mechanical properties of fruit coefficient of variation)

Tah				Střih			
E MPa	v. k. %	ε_{mt} %	v. k. %	σ_{ms} MPa	v. k. %	α_{ms} N.m ⁻¹	v. k. %
19,0	26,3	0,18	26,9	3,07	47,3	382	30,4
23,6	30,8	0,17	22,2	4,47	28,6	862	22,9
19,1	21,0	0,19	29,4	5,10	33,7	587	29,8
19,9	12,1	0,16	23,1	4,41	27,4	797	22,0
15,6	31,0	0,20	29,6	2,78	23,0	751	18,7
34,6	32,9	0,13	30,8	5,50	19,6	749	23,4
28,2	29,8	0,16	28,1	6,80	21,8	769	19,1
20,9	31,6	0,12	27,0	4,23	18,4	562	26,9

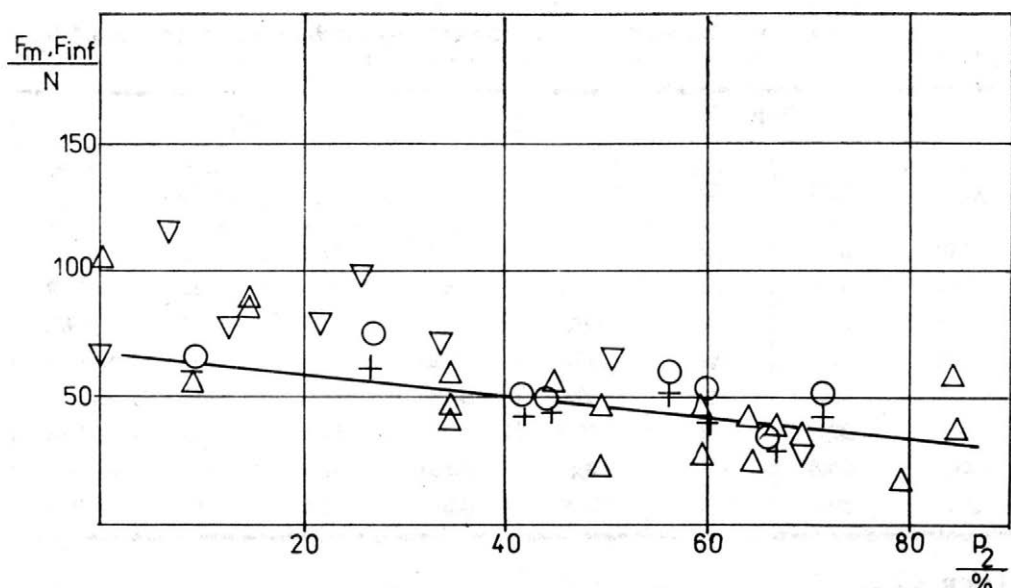
ZÁVĚR

Byl definován nový charakteristický bod na zatěžovací křivce při stlačování plodu mezi dvěma deskami; jde o inflexní bod na zatěžovací části mezi začátkem zatěžovací křivky a jejím prvním maximem. Bylo zjištěno, že zatěžovací síla v tomto bodě těsněji závisí na stupni poškození plodů v pádovém testu než zatěžovací síla v prvním maximu, která byla v minulosti používána jako měřítko pevnosti plodu. Těsnost závislosti naměřených hodnot je vyšší u mediánu rozdělení než pro vypočtené střední hodnoty.

Naměřené hodnoty mechanických parametrů slupky a perikarpu se vyznačují vysokým rozptylem. Nejnižší rozptyl a relativně těsné korelace s jinými naměřenými veličinami byly získány pro hloubku penetrace kruhového válce o průměru 4 mm, která odpovídá prvnímu maximu zatěžovací křivky.

(penetrace) testu (blíže viz obr. 2; v. k. — variační koeficient) — Mechanical pro- details see Fig. 2; v. k. — coefficient of variation)

Tlak			Penetrace						
$\frac{v. k.}{\%}$	$\frac{\varepsilon_{md}}{\%}$	$\frac{v. k.}{\%}$	$\frac{\sigma_{mp}}{MPa}$	$\frac{v. k.}{\%}$	$\frac{E_p}{MPa}$	$\frac{v. k.}{\%}$	$\frac{x_{mp}}{mm}$	$\frac{v. k.}{\%}$	
26,0	0,440	13,7	0,161	30,7	0,39	25,1	1,61	18,6	
31,9	0,470	17,1	0,203	24,6	0,41	42,2	1,90	16,8	
34,7	0,480	20,8	0,257	23,5	0,37	30,2	2,60	12,7	
38,8	0,450	17,8	0,230	26,1	0,49	28,6	2,09	17,2	
18,6	0,450	12,2	0,226	14,2	0,40	33,0	2,26	15,0	
50,2	0,370	24,3	0,241	24,0	0,63	27,8	1,53	18,3	
33,7	0,280	25,0	0,272	15,6	0,50	34,7	2,37	13,5	
42,9	0,320	21,8	0,141	35,5	0,35	39,2	1,45	18,6	



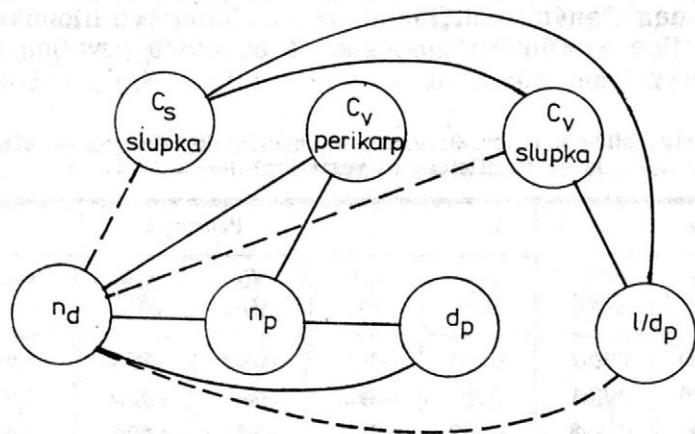
3. Vztah mezi pevností plodu určenou silami F_m (střední hodnoty) a F_{inf} (mediány rozdělení) a parametrem p_2 získaném v pádovém testu (viz vztah 1) — Relation between the firmness of the fruit determined by the forces F_m (average values) and F_{inf} (medians of division) and the parameter P_2 obtained in the fall test (see relation 1)

F_m — střední hodnoty: ○ — tato práce
 ▽ — Blahovec aj., 1979
 △ — Blahovec aj., 1977

F_{inf} — medián: + — tato práce — plná čára

$$\frac{F_{inf}}{N} = 67,4 - 0,404 \cdot \frac{p_2}{\%}$$

$$r = -0,803$$



4. Mapa vztahů mezi parametry charakterizujícími strukturu a složení plodů (plnými čarami jsou vyznačeny vztahy s kladným koeficientem korelace, čarami čárkovanými jsou vyznačeny vztahy se zápornými koeficienty korelace) — A map of relations between the parameters characterising the structure and composition of fruits (the relations with positive correlation coefficients are marked by solid lines, the relations with negative correlation coefficients are marked by dashed lines)

VII. Tabulka korelačních koeficientů pro veličiny stanovené v testu pevnosti plodů (uvedeny jsou pouze korelační koeficienty, jejichž absolutní hodnota je větší než 0,5) — Correlation coefficients for the quantities determined in the test of fruit firmness (there are given only the correlation coefficients with the absolute value higher than 0.5)

F_m	0,597	0,958	—	0,761	—	0,755	0,639	—	—	—	—	—	
	0,924	0,857	0,628	—	0,544	—	—	0,749	—	0,541	—	—	
	0,937	0,511	—	0,827	—	—	0,556	0,514	—	—	—	—	
	0,950	0,923	—	0,718	0,606	—	0,548	0,625	—	—	—	—	
F_{inf}			—	0,712	0,771	0,801	—	—	—	—	—	—	
			0,610	—	0,691	0,582	—	0,576	—	—	—	—	
			—	—	0,545	0,818	0,548	—	—	—	—	—	
			—	0,666	0,705	0,588	0,512	0,521	—	—	—	—	
D_m					—	0,941	—	—	—	—	—	—	
					0,896	—	—	—	—	—	—	—	
					0,879	—	—	—	—	—	—	—	
					—	0,645	—	—	—	—	—	—	
D_{inf}					—	—	—	—	—	—	—	—	
					—	—	—	—	—	—	—	—	
					—	—	—	—	—	—	—	—	
					—	—	—	—	—	—	—	—	
F_{10}							0,849	0,801	—	—	—	—	
							0,911	0,839	—0,686	—	—	—	
							0,919	0,916	—0,642	—0,675	—	—	
							0,848	0,824	—0,600	—0,514	—	—	
Umístění hodnot r pro různé testované odrůdy													
K-815		Earlymech										—0,800	—0,875
Salus		Korál										—0,879	—0,792
Maryland		Maryland 1										—0,842	—0,842
Peto 86		K-262										—0,869	—0,874

Mezi parametry popisujícími strukturu a složení plodu byly nalezeny dvě skupiny charakteristické tím, že parametry uvnitř skupiny se vyznačují vztahy s kladnými hodnotami korelačního koeficientu, zatímco vztahy mezi parametry příslušejícími do různých skupin mají záporné korelační koeficienty. Pro parametry obou skupin lze pak nalézt statisticky významné korelační koeficienty ve vztazích k některým parametrům testu pevnosti plodů, zejména těch, které charakterizují počáteční tuhost plodů.

Výsledky testů pevnosti plodů a jejich odolnosti proti mechanickému poškození jsou v souladu s předchozími výsledky. Ukazuje se, že test pevnosti, zejména při vyhodnocování medián rozdělení hodnot síly odpovídající inflexnímu bodu zatěžovací křivky, je relativně vhodným testem odolnosti plodů dané odrůdy proti mechanickému poškození.

Autoři děkují pracovníkům Výzkumného ústavu koncernu Konzervárny a lihovary v Praze za zajištění plodů rajčat i za materiální podporu a ing. M. Borovské z tohoto ústavu za organizační pomoc a trvalý zájem o danou problematiku.

Literatura

- BAREŠ, J. — BLAHOVEC, J. — BROŽ, F. — HOUŠKA, M. — KUBEŠOVÁ, A. — PATOČKA, K. — PECEN, J. — POKORNÝ, D. — ŘEZNÍČEK, R. — ŠÍR, V.: Fyzikální vlastnosti plodů rajčat ve vztahu k mechanizované sklizni a ke konzervárenskému zpracování. [Výzkumná zpráva.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1987. 40 s.
- BLAHOVEC, J. — FRIED, J. — MAHMOUD, A. Y. — ŘEZNÍČEK, R.: Fyzikální vlastnosti rajčat jako měřítko jejich vhodnosti pro mechanizovanou sklizeň. Zeměd. Techn., 23, 1977, s. 309-321.
- BLAHOVEC, J. — FRIED, J. — MAHMOUD, A. Y. — PATOČKA, K. — ŘEZNÍČEK, R.: Hodnocení agrofyzikálních vlastností rajčat z hlediska mechanizované sklizně. Zeměd. Techn., 25, 1979, s. 337-366.

Došlo dne 13. 5. 1988

БЛАГОВЕЦ, Й. — ГОУШКА, М. — ПОКОРНЫ, Д. — ПАТОЧКА, К. — КУБЕШОВА, А. — БАРЕШ, Й. (Сельскохозяйственный институт, Прага-Сухдол; Научно-исследовательский институт пищевой промышленности, Прага): Механические свойства плодов томатов и их определение. Земед. Techn., 34, 1988 (12) : 739-751.

В работе приведены результаты аттестации механических свойств плодов томатов у семи разных сортов (сорт Мариланд в двух сроках уборки). Устойчивость против механическому повреждению определяется тестом падения, прочность плодов сдавливанием между двумя досками. Механические свойства перикарпа и кожуры плодов определяются при помощи специальных тестов. На кривых загрузки полученных при аттестировании прочности плодов определена новая характерная точка, координаты которой тесно зависят от устойчивости плодов против механическому повреждению. Механические свойства перикарпа и кожуры отличаются большой дисперсией, наиболее репрезентативной величиной является глубина пенетрации перикарпа. Далее при применении коэффициентов корреляции документируются отношения между параметрами определяющими структуру и состав плодов и параметры характеризующие прочность плодов. Данные параметры имеют влияние в основном на начальную часть кривой загрузки; на устойчивость плодов против повреждению их влияние недоказуемо.

томаты; механические свойства плодов; тест падения; прочность

BLAHOVEC, J. — HOUŠKA, M. — POKORNÝ, D. — PATOČKA, K. — KUBEŠOVÁ, A. — BAREŠ, J. (University of Agriculture, Praha-Suchdol; Research Institute of Food Industry, Praha): Mechanical Properties of Tomato Fruits and their Determination. Zeměd. Techn., 34, 1988 (12) : 739-751.

The results are presented of testing the mechanical properties of tomato fruits in seven different varieties (cv. 'Maryland' on two harvest dates). The resistance to mechanical damage is determined by means of fall test, the firmness of fruits by compression between two desks. The mechanical properties of pericarp and skin are determined by special tests. A new characteristic point is defined in the loading curves which are obtained during the tests of fruit to the resistance of fruits to mechanical damage. The mechanical properties of pericarp and skin are characterised by high dispersion, the most representative quantity is the depth of penetration in the pericarp. Next, relations between the parameters determining the structure and composition of fruits and the parameters characterising the firmness of fruits are documented by using the correlation coefficients. These parameters mainly influence the initial part of the loading curve; their effect on the resistance of fruits to damage is not significant.

tomatoes; mechanical properties of fruits; fall test; firmness

BLAHOVEC, J. — HOUŠKA, M. — POKORNÝ, D. — PATOČKA, K. — KUBEŠOVÁ, A. — BAREŠ, J. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha-Suchbát; Forschungsinstitut für Lebensmittelindustrie, Praha): *Mechanische Eigenschaften der Tomatenfrüchte und ihre Ermittlung*. Zeměd. Techn., 34, 1988 (12) : 739-751.

In der vorliegenden Arbeit sind die bei der Testung der mechanischen Eigenschaften der Tomatenfrüchte von sieben verschiedenen Sorten (Sorte 'Maryland' in zwei Ernteterminen) ermittelten Ergebnisse angeführt. Die Resistenz gegen die mechanische Beschädigung wird mit Hilfe des Falltests, die Festigkeit der Früchte durch Zusammendrücken zwischen zwei Platten ermittelt. Die mechanischen Eigenschaften des Perikarps und der Schale werden mit Hilfe von Spezialtests festgelegt. Auf den beim Testen der Festigkeit der einzelnen Früchte gewonnenen Belastungskurven ist ein neuer charakteristischer Punkt definiert, dessen Koordinaten von der Resistenz der Früchte gegen die mechanische Beschädigung abhängig sind. Die mechanischen Eigenschaften des Perikarps und der Schale zeichnen sich durch eine grosse Streuung aus, die repräsentativste Grösse ist die Penetrationstiefe beim Perikarp. Bei der Anwendung der Korrelationskoeffizienten werden Beziehungen zwischen den die Struktur und die Zusammensetzung der Früchte bestimmenden und den die Festigkeit der Früchte bestimmenden Parametern dokumentiert. Diese Parameter üben einen grossen Einfluss insbesondere auf den Anfangsverlauf der Belastungskurve aus; ihr Einfluss auf die Resistenz gegen die mechanische Beschädigung ist unsignifikant.

Tomaten; mechanische Eigenschaften der Früchte; Falltest; Festigkeit

Adresy autorů:

RNDr. ing. Jiří Blahovec, CSc., prom. biol. Karel Patočka, ing. Jiří Bareš, Vysoká škola zemědělská, 165 00 Praha 6 - Suchbát

Ing. Milan Houška, CSc., ing. Daniel Pokorný, ing. Alena Kubešová, Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, 100 00 Praha 10, Třebostická 12

ČÍSLICOVÝ MĚŘIČ KONDUKTIVITY MLÉKA

Konduktivita mléka je parametr vhodný pro nepřetržitou velkoplošnou kontrolu mléka, a tedy zpětně i pro kontrolu dojení. Praktické rozšíření naráží na nedostatek vhodných konduktometrů domácí výroby. Tento nedostatek pocítují mnozí odborníci: obsluha, zootechnici, inseminátoři, veterinární odborníci i řidiči pracovníci. Vyvinuté přístroje — od indikátorů přes měřiče až po diagnostický vyhodnocovací systém — doplňuje jednoduchý číslicový měřič, který lze postupně upravit podle potřeby farmy.

Na celostátním školení, které v lednu roku 1988 pořádala ČSVTS v Praze v budově Vysoké školy zemědělské na téma Využití konduktivity v prvovýrobě mléka, byly pracovníkům zemědělské prvovýroby mléka předvedeny různé konduktometry domácích i zahraničních výrobních podniků v provedení jak laboratorním, tak provozním, vhodné do stájí a do dojíren. Z dovozových měřičů byly předvedeny tři přístroje japonské firmy Eisai z Tokia, jeden přístroj Zemědělské univerzity z Kaposvaru v MLR; z tuzemských po dvou přístrojích z STS Červený Kostelec, z VDI Obzor Plzeň a ze Slovosiva Michalovce. Další přístroje různých autorů (včetně dokumentace) byly výrobě i zemědělské praxi nabízeny. Ani jeden z těchto provozních přístrojů sice statisticky nezpracovává vzorky mléka, ale všechny pomáhají realizovat úkol zemědělsko-potravinářského komplexu: zabezpečit vysokou úroveň výroby a zvyšovat míru soběstačnosti včasnou identifikací nemocných dojnic nebo negativních vlivů působících na dojení a mléko.

Jedním z velmi zajímavých předváděných přístrojů byl číslicový měřič konduktivity mléka, vyvinutý v rámci diplomové práce na VŠZ a ČVUT v Praze. Jde o přenosný, bateriový přístroj pro měření absolutní konduktivity mléka zatím odebraných vzorků. Má sloužit provozním pracovníkům dojíren nebo stájí k pohotovostnímu měření konduktivity mléka přímo na místě v okamžiku dojení (obr. 1). Jako snímací čidlo se používají senzory vyráběné sériově ve VDI Obzor v Plzni ve tvaru válce o průměru 15 mm a délce 19 mm, se čtyřmi uhlíkovými elektrodami o průměru 4 mm, vzdálenými od sebe po 2 mm. Tyto senzory byly upraveny pro zabudování teplotního snímače (obr. 2). Např. termistor umožňuje stanovit nejen teplotu odebraného vzorku mléka, ale kompenzuje hodnoty konduktivity měřené při rozdílných teplotách na hodnotu konduktivity odpovídající teplotě 20 °C. Tato přepočtená hodnota se zobrazí na displeji umístěném na horní části přístroje (obr. 1).

Malé rozměry přístroje (150 × 100 × 55 mm) nejen umožňují snadnou manipulaci v provozu, ale současně mají i dostatečnou rezervu pro zabudování dalších desek k rozšíření jeho činnosti.

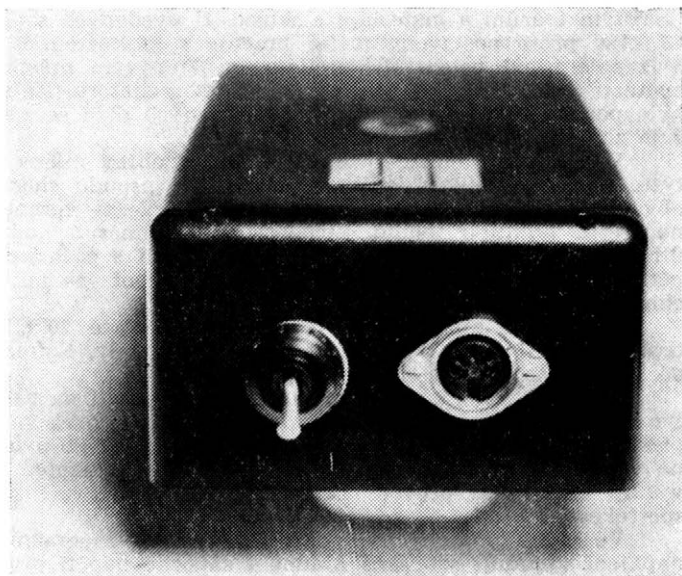
V uvedeném provedení se sériově vyráběnými senzory umožňuje tento přístroj okamžitě stanovit konduktivitu mléka jak ze vzorků odebíraných ručně pomocí ponorných senzorů nebo senzorů zabudovaných do palet mléka k odběru z jednotlivých čtvrtí vemene, tak vzorků odebíraných pomocí senzorů zabudovaných do potrubí a používaných i pro poloautomatickou kontrolu protékajícího mléka v libovolném okamžiku dojení. Záleží jen na umístění senzorů do potrubí s mlékem směsným nebo z jednotlivých čtvrtí.

Vlastní číslicový měřič konduktivity pracuje v rozsahu obvyklém pro mléko v teplotním rozsahu od 4 do 37 °C, tzn. v rozsahu konduktivity od 0,2 do 0,99 S · m⁻¹ s teplotní kompenzací v tomto rozsahu teplot. Jako výstup přístroje jsou použity zobrazovací jednotky LED.

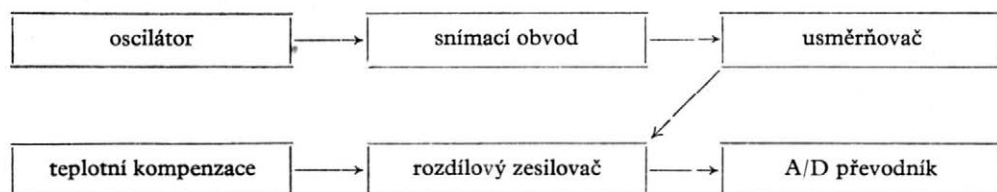
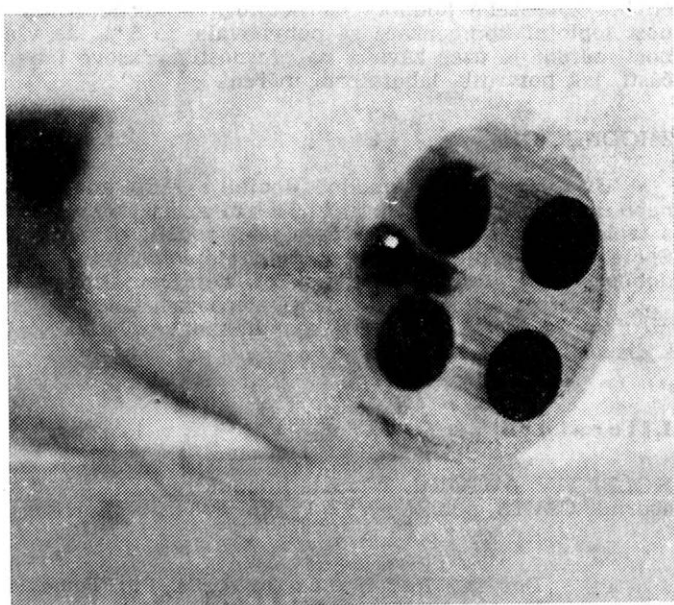
POPIS ZAPOJENÍ

Celkové blokové schéma číslicového měřiče konduktivity mléka je znázorněno na obr. 3. Měření při použití stejnosměrného napětí vyvolá v mléku na elektrodách polarizační jevy, proto je nutné použít střídavého napětí s vhodnou frekvencí. Použitá frekvence odpovídá platu závislosti konduktivity na frekvenci odpovídající

1. Čelo číslicového měřiče konduktivity mléka s vypínačem a konektorem pro připojení snímacího čidla



2. Čtyřelektrodové snímací čidlo s uhlíkovými elektrodami a termistorem pro snímání teploty odebraného vzorku mléka



3. Blokové schéma číslicového měřiče konduktivity

použitým tvarům a materiálu elektrod. U uvedených senzorů vychází plato od 5 do 12 kHz, proto postavený měřič pracuje s kmitočtem 9 kHz s přesností do 10 %. V zapojení byl použit RC oscilátor s Wienovým můstkem, který zavádí kladnou zpětnou vazbu a určuje uvedený kmitočet oscilátoru. Ke stabilizaci amplitudy kmitů byla použita dvojice antiparalelně zapojených diod se zpětnou vazbou, která zmenšuje zkreslení výstupního signálu.

Vyšší napětí může vyvolat nežádoucí ohřev mléka, popřípadě i jeho elektrolyzu. Proto je velikost střídavého napětí i proudu shora omezena. Ke snímacímu obvodu je zapojena sonda s upravenou teplotní kompenzací. Velikost střídavého napětí na výstupu tohoto obvodu U_{vy} je úměrná hodnotě měřené konduktivity. Střídavé napětí na výstupu je nutno usměrnit s požadavkem linearitý převodu napětí střídavého U_{ST} na stejnosměrné U_{SS} , neboť jen tak se ve velikosti napětí zachová informace o měřené konduktivitě.

Teplotní kompenzace je vztažena k teplotě 20 °C. V zapojení bylo využito teplotní závislosti PN přechodu křemíkové diody. Snímací dioda byla zabudována do snímací sondy (obr. 2).

Volba převodníku byla dána jeho dostupností na našem trhu. Zatím byl použit typ C 520 D, který využívá na svém výstupu zobrazovací jednotky LED. Spotřeba přístroje je zhruba 60 mA při použití baterie 9 V. Po uvedení převodníku MHB 7106 na vnitřní trh bude možno provést záměnu a podstatně snížit spotřebu, neboť jako výstup k novému převodníku lze použít zobrazovací jednotky LCD s nepatrnou spotřebou.

Ve všech popsanych blocích jsou použity operační zesilovače, které pro své napájení vyžadují současně kladné i záporné napětí proti zemi. Pro napájení přístroje je použita jedna baterie, proto zdrojová část přístroje je doplněna obvodem vyrábějícím napětí opačné polaritý proti zemi přístroje.

Přesnost měřiče byla testována metodou vzorových odporů. Maximální odchylka zobrazené hodnoty od hodnoty skutečné činila při měření do 3,5 %. Přesnost teplotní kompenzace se pohybovala do 5 %. Je však třeba zdůraznit, že přesnost měření je úzce závislá na přesnosti a časové i teplotní stálosti použitých součástí, jak potvrdila laboratorní měření.

ZHODNOCENÍ

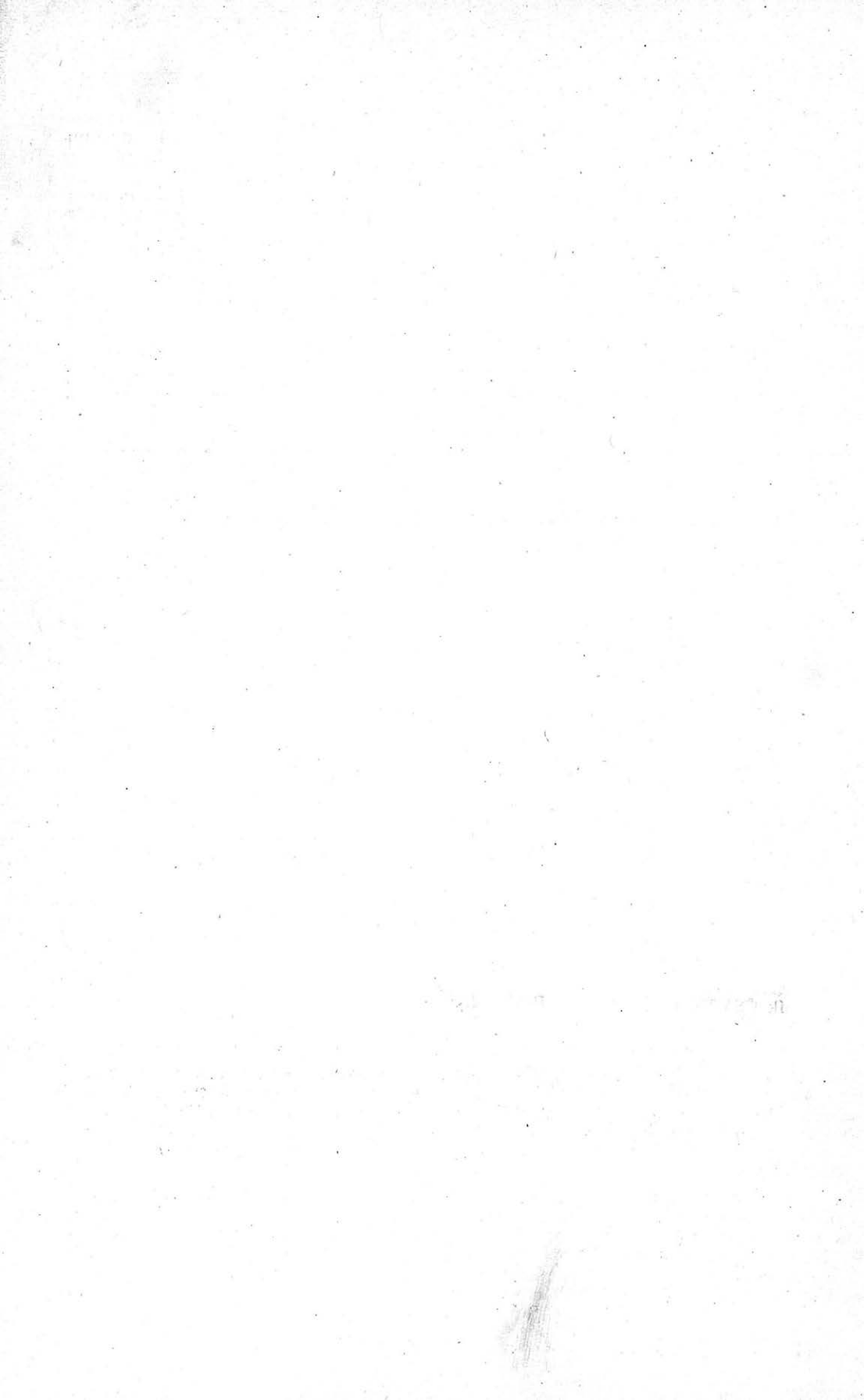
Uvedený přístroj vhodně doplňuje řadu konduktometrů vyráběných v ČSSR nebo k nám dovážených (Kolektiv autorů, 1987). Jednoduchá manipulace s teplotní kompenzací umožňuje jeho použití přímo na stáních farem nebo dojíren. Spolehlivě pracuje i při provozních teplotách. Provozní měření potvrdila dlouhodobou spolehlivost přístroje a stálost naměřených hodnot.

Přístroj byl přihlášen jako zlepšovací návrh a současně byl také přihlášen na výstavu Invex Brno 1988 s nabídkou výrobcům. Zájemcům o vlastní výrobu je k dispozici i dokumentace.

Literatura

KOLEKTIV AUTORŮ: Využití konduktivity v prvovýrobě mléka. In: Mimořádný sborník ČSVTS, pobočka VŠZ Praha. Praha 1987. 118 s.

Doc. ing. Rudolf Janál, DrSc., ing. Tomáš Havránek
Vysoká škola zemědělská, Praha-Suchbát



Rukopisy odevzdány k tisku 2. 9. 1988 — Podepsáno k tisku 10. 11. 1988

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA • Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází měsíčně • Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541 • Vytiskl MÍR, Novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2 • © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1988

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, závod 01 — AOT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova tř. 206, 709 90 Ostrava 9. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 00 Praha 6.