

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

12

ROČNÍK 32 (LIX)
PRAHA
PROSINEC 1986
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Rídí redakční rada

Ing. Jiří Fiala, DrSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc.,
ing. Vladimír Dufek, CSc., prof. ing. Marko Đuriš, CSc.,
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 ing. Jiří Fiala, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavičková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1986

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

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

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

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

Racionalizace spotřeby paliv a energie v zemědělství

Moderní pojetí zemědělské výroby vychází z definice biologických pochodů jako procesu získávání energie, její neustálé transformace a uchovávání pěstovanými rostlinami a chovanými hospodářskými zvířaty. Účinnost těchto energetických změn se zvyšuje vklady energie do výrobního procesu. V letech 1960 až 1980 vzrostla celková spotřeba cca na 200 % spotřeby z roku 1960. Ukazuje se, že 1% přírůstek hrubé zemědělské produkce byl podmíněn cca 3% zvýšením spotřeby paliv a energie.

V období celosvětové energetické krize, kdy byly dodávky paliv omezeny, bylo nutné spotřebu výrazně racionalizovat a zefektivnit. Výsledkem opatření zaměřených na vyšší efektivitu spotřeby paliv a energie v minulé pětiletce byly úspory v celkové výši 30 303 TJ, čímž byl úkol uložený Státním cílovým programem splněn na 112,7 %. Přitom se při růstu výkonů celkem o 12,6 % zvýšila spotřeba paliv o 4,2 %. Energetická náročnost výroby klesla z 0,819 TJ na jeden milión Kčs výkonů na 0,758 TJ, tj. o 7,4 %. Přitom spotřeba paliv a energie byla v letech 7. pětiletky ovlivněna strukturou a kvalitou paliv a počasím. Na druhé straně vlivem celostátně přijatých opatření v oblasti ekonomických nástrojů směřujících ke snížení spotřeby paliv a energie výrazně stouply náklady na palivoenergetické zdroje dodané do zemědělství a potravinářského průmyslu.

V porovnání s posledním rokem 6. pětiletky vzrostly náklady za čtyři roky 7. pětiletky u elektrické a tepelné energie o 46 %, pohonných hmot a olejů o 83 % a tuhých a kapalných paliv o 103 %. Celkové náklady na paliva, energie a pohonné hmoty stouply v letech 7. pětiletky o 70,8 %. Přitom v porovnání s rokem 1980 byla spotřeba snížena o 4,1 %. Zásahu na tom mají zejména dobré výsledky vědeckotechnického rozvoje.

V oblasti úsporných technologických systémů bylo v zemědělských podnicích namontováno 124 recirkulačních zařízení k sušárnám pšicnin typu BS, dělený sběr kukuřice byl uplatněn na ploše 36,6 tis. ha; v roce 1985 byl systém spojování pracovních operací a minimalizace zpracování a přípravy půdy uplatněn na 130 tis. ha, kapalná hnojiva byla aplikována v množství 96 tis. tun čistých živin apod. Pro podlahové vytápění prostorů pro mláďata v živočišné výrobě bylo v 7. pětiletce dodáno 11,2 tis. teplovodních panelů. V oblasti racionalizace spotřeby byla zvýšená pozornost věnována snížení spotřeby motorové nafty. Rozpis bilancované a centrálně přidělované zemědělské techniky byl zaměřen na to, aby přednostně zabezpečoval technologické a strojové linky ploidinových systémů. Ty byly uplatňovány — zejména v poslední době — ve větším rozsahu, jen ve SSR dosáhly výměry 600 tis. ha. Podstatných úspor bylo dosaženo přechodem z traktorové dopravy na dopravu automobilovou, zejména na automobily LIAZ a TATRA. Měrnou spotřebu nafty na jednotku výkonu bude možné podrobněji zhodnotit až koncem roku 1986. Příklady (jako např. VHI PZN Bratislava) ukazují, že v porovnání s rokem 1980 dosahuje snížení až 10—11 %. Významnou položku úspor v 7. pětiletce znamenala dodávka 2132 zařízení využívajících tepla získaného chlazením mléka v objektech pro dojnice. Do provozu bylo

rovněž uvedeno 16 ha skleníků vytápěných teplem z kompresorových stanic tranzitního plynovodu. Na úseku využívání sluneční energie bylo namontováno 6940 m² slunečních panelů, což odpovídá 231 systému.

V 8. pětiletce bude třeba i nadále pokračovat ve využívání všech rezerv pro další snižování celkové energetické náročnosti výroby v zemědělství a potravinářském průmyslu. Podíl úspor uložených v resortu zemědělství a výživy dosahuje 6,6 % úspor československého národního hospodářství. Předpoklady pro tyto plánované úspory dává energetický program odvětví zemědělství a výživy pro 8. pětiletku. Jeho součástí jsou opatření očekávaná od dodavatelských resortů, zaměřená na snížení měrných spotřeb mobilně energetických prostředků, strojů a zařízení, opatření uvnitř resortu zemědělství a výživy, směřovaná na optimální využívání strojů a zařízení, uplatňování úsporných pracovních postupů v maximálním možném rozsahu v souladu s podnikovými normativy, omezení přejezdů tím, že se vytvoří bloky honů, a uvedení do souladu velikosti honů s denní výkonností linek, vybudování zpevněných cest pro přejezdy těžké mechanizace, budování agrochemických laboratoří, které by byly plně využívány pro stanovení optimálního stupně zralosti jednotlivých plodin, pro jejich sběr a sledování výskytu chorob a škůdců na plodinách a kulturách. Dále se počítá s dalším rozšířením výměry obdělávané systémem minimalizace a se slučováním pracovních operací, s optimalizací skladby dopravních prostředků (automobily, autotraktorový kontejnerový systém apod.), racionálním využíváním průmyslových a statkových hnojiv, prostředků ochrany rostlin apod. Zvýšená pozornost bude věnována závlahovým soupravám, tepelné izolaci skleníkových hospodářství, využívání netradičních druhů energie (včetně bioplynu) k částečnému krytí zvýšených nároků na spotřebu paliv a energie v souvislosti s plánovaným přírůstkem zemědělské výroby. Podobná opatření jsou plánována i pro oblast potravinářského průmyslu.

Obdobně jako v 7. pětiletce musí významný úkol při zabezpečení trendu dalšího snižování měrné spotřeby paliv a energie v zemědělství a potravinářském průmyslu splnit vědeckotechnický rozvoj. Z úkolů rozvoje vědy a techniky, které byly řešeny v ZPoK v 7. pětiletce a budou uplatněny v 8. pětiletce přímo v oblasti energetiky, vyplývají průměrné meziroční přínosy ve výši 5758 tis. GJ. Energetické úspory promítnuté ve vybraných úkolech dodavatelských resortů mají dosáhnout 404 tis. GJ.

Energetický program resortů zemědělství a výživy musí nutně sledovat dva základní cíle: zabezpečit výrobu dostatečného množství potravin a zároveň racionálně hospodařit s palivy a energií, zejména využíváním racionalizačních opatření, využíváním netradičních druhů energie a plným využíváním výsledků vědeckotechnického rozvoje.

Ing. Vladimír Dušek, CSc.

Federální ministerstvo zemědělství a výživy, Praha

PROVOZNÍ CHARAKTERISTIKY VZDUCHOVÝCH SLUNEČNÍCH KOLEKTORŮ

J. Kára, R. Adamovský

KÁRA, J. — ADAMOVSÝ, R. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Provozní charakteristiky vzduchových slunečních kolektorů*. Zeměd. Techn., 32, 1986 (12) : 707-716.

Využívání slunečního ohřevu pro dosoušení zemědělských plodin bylo v ČSSR zatím sledováno v nižších a středních zeměpisných polohách. Příspěvek se zabývá využitím vzduchových slunečních kolektorů v horské oblasti. V práci jsou vyhodnoceny parametry vzduchového kolektoru, účinnost kolektoru, ohřev vzduchu, tlakové ztráty a dodávané množství vzduchu. Ověřovali jsme i akumulátor tepla s pevnou keramickou výplní pro ohřev sušícího vzduchu. Měření bylo prokázáno jeho dobrou využitelností pro rychlé předsušení menšího množství píce. Mimo dosoušení sena byla ověřena i možnost použití kolektorem ohřátého vzduchu pro dosoušení obilí a lnných tobolek. V závěru uvádíme zkrácené doby sušení sena a úsporu elektrické energie pro pohon sušících ventilátorů při použití sluncem ohřátého vzduchu.

sluneční kolektory pro ohřev vzduchu; akumulace tepla; účinnost vzduchového kolektoru; ohřev vzduchu; doba sušení sena

V současném období je potřeba zajistit dostatek kvalitních objemových krmiv pro hovězí dobytek jako částečnou náhradu za krmiva jadrná. Toho lze dosáhnout využitím velkokapacitních skladů píce se solárním ohřevem dosoušecího vzduchu. Práce úzce navazuje na výsledky dřívějších prací [Sladký a Bradna, 1981; Štefánek a Chudý, 1985], přičemž klade důraz na využití solárního ohřevu vzduchu k sušícím účelům v horských podmínkách. Jímavost vzduchu [sytoční doplněk Δx] v horských a podhorských oblastech je v době sušení sena $\Delta x = 0,001$ až $0,0015 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, což podstatně ztěžuje dosoušení píce studeným vzduchem proti dosoušení v nížinách a středních polohách, kde se sytoční doplněk pohybuje v rozmezí $\Delta x = 0,002$ až $0,0025 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

V horských podmínkách JZD Jizera Poniklá bylo vybudováno zařízení se slunečním ohřívacem vzduchu. Ve vyšších polohách jsou klimatické poměry velmi variabilní, často se pěkné teplé počasí rychle mění na chladné počasí se srážkami.

Proto vznikla myšlenka uložit část tepla v akumulátoru, aby ji bylo možné použít v denních hodinách bez slunečního svitu a především v nočních hodinách. Vzduchový kolektor představuje významný zdroj energie, v našem případě o výkonu asi 150 kW. Při pořizovací hodnotě přibližně 260 000,— Kčs představuje i nemalou investici využitou poměrně krátkou dobu v roce. Existuje však možnost použít v kolektoru ohřátý vzduch pro dosoušení a sušení dalších zemědělských plodin, nejen píce. Část seníku byla upravena k poloprovoznímu pokusu pro sušení obilí a lnných tobolek.

METODA

Vzduchové sluneční kolektory na univerzální halové sušárně JZD Jizera Poniklá byly ověřovány ve spolupráci Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze s Ústavem pro vědeckou soustavu hospodaření Praha.

Ocelová hala, dodávaná Zemědělským stavebním sdružením Martinice, má tyto základní technické parametry: délka 58,5 m, šířka 15 m, užitková plocha 877,5 m², zastavěná plocha 954,18 m², obestavěný prostor 8110,53 m³.

U haly s podélným průjezdem a podroštovými kanály pro přívod vzduchu jsme navrhli na jižní stranu dvojité opláštění poloviny střechy a čelní stěny, které slouží jako sluneční kolektor. Opláštění je zaústěno do podtlakové komory v úrovni podlahy haly. Podtlaková komora je instalována podél celého seníku a svou konstrukcí umožňuje zapojovat ventilátory podle režimu sušení. K dosoušení ohřátým vzduchem lze použít jednoho až 12 ventilátorů. V běžném provozu se pro dosoušení počítá s chodem čtyř až pěti ventilátorů. Střešní kolektor je proveden jako uzavřený trojvrstvý z těchto materiálů: laminátová vlnovka jako transparentní kryt, ocelový tenkostěnný černě natřený profilovaný plech jako absorber, distanční dřevěná trámečky a střešní krytina tvořená profilovaným ocelovým pozinkovaným plechem. Dno třívrstvého kolektoru není tepelně izolováno. Kolektorový svod na jižní čelní stěně vytváří uzavřený dvourvrstvý kolektor s laminátovou vlnovkou jako transparentním krytem a dnem z hliníkového plechu natřeného černou barvou. Na zadní straně není svod tepelně izolován. Dopravu sušicího vzduchu obstarávají ventilátory LAN 900/9.

Systém ohřevu vzduchu je doplněn na jednom dosoušecím poli akumulátorem tepla s pevnou výplní, umístěným v prostoru okolo dosoušecího roštu. Akumulátor je vyplněn 9000 cihelnými jednotkami CV 65 o průměrné hmotnosti 3,25 kg. Objem akumulátoru je 78 m³ a objem keramické výplně 22 m³.

Přes směrovací uzavěry je akumulátor napojen na jeden dosoušecí kanál s ventilátorem. Přívod vzduchu pro nabíjení a vybíjení akumulátoru obstarává ventilátor APR 1000. Při nabíjení se sníží počet ventilátorů použitelných pro přímé dosoušení ohřátým vzduchem na tři až čtyři.

Univerzální sušicí hala slouží především na sušení sena, ale po určitých úpravách (plechová síta s oky nad sušicími rošty a soustava hrádí) je použitelná i pro sušení lněných tobolek a obilí.

PROVOZNÍ MĚŘENÍ

Při provozním ověřování byly sledovány teploty a relativní vlhkosti vzduchu na vstupu a výstupu z kolektoru, na vstupu a výstupu z akumulátoru, teploty a relativní vlhkosti venkovního vzduchu a vzduchu vystupujícího z vrstvy sena.

Měření a registrování teplot bylo zajištěno šestikřivkovými kompenzačními zapisovači Zeparex 24 a šestikřivkovým padáčkovým zapisovačem Zepakord. Pro měření teplot bylo použito odporových teploměrů Pt 100, připojených k zapisovačům kabely MK 3 X 0,35.

Teploty a relativní vlhkosti vzduchu byly paralelně měřeny digitálním psychrometrem Therm 2246 firmy AMR.

Množství vzduchu bylo určováno digitálním elektronickým anemometrem firmy Thies s vrtulkovým snímačem o průměru 70 mm.

Intenzita a energie dopadajícího slunečního záření byla měřena solarimetrem Solar 118 firmy Haenni.

Tlakovou ztrátu kolektoru jsme měřili kapalinovým mikromanometrem.

VLASTNÍ PRÁCE

ZÁKLADNÍ PARAMETRY VZDUCHOVÝCH KOLEKTORŮ

Měrný tepelný výkon slunečních kolektorů, to je užitečný výkon vztažený na jednotku plochy průměru absorberu, jsme stanovili podle vztahu [H a š, 1982]:

$$P_u = F_R [(\tau\alpha) E - U_L (T_{ti} - T_{ok})] \quad (1)$$

kde: P_u — užitečný měrný výkon ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)
 τ — součinitel propustnosti transparentního krytu (—)
 α — součinitel pohltivosti absorberu (—)
 E — intenzita slunečního ozáření ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)
 U_L — součinitel celkových ztrát ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)
 T_{ti} — teplota vstupujícího teplotnosného média ($^{\circ}\text{C}$)
 T_{ok} — teplota okolního vzduchu ($^{\circ}\text{C}$)
 F_R — čítnel využití energie v kolektoru (—)

Pro případ slunečních kolektorů, které ohřívají vnější atmosférický vzduch, je $T_{ti} = T_{ok}$ a rovnice (1) přechází na tvar:

$$P_u = F_R (\tau \alpha) E \quad (2)$$

Čítnel využití energie v kolektoru F_R se dá stanovit z rovnice tepelné bilance elementu teplotnosné tekutiny (vzduchu):

$$F_R = \frac{m \cdot c}{V_L} \left[1 - \exp \left(\frac{F' \cdot U_L}{m \cdot c} \right) \right] \quad (3)$$

Účinnost vzduchového kolektoru pak je:

$$\eta = \frac{P_u}{E} = \frac{(\tau \alpha) \cdot m \cdot c}{U_L} \left[1 - \exp \left(\frac{F' \cdot U_L}{m \cdot c} \right) \right] \quad (4)$$

kde: m — měrný hmotnostní průtok vzduchu, vztažený na jednotku plochy průmětu absorberu ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)
 c — měrná tepelná kapacita vzduchu ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
 F' — čítnel přenosu tepla v kolektoru (—)

Rovnice (4) ukazuje, že účinnost slunečních kolektorů pro ohřev venkovního atmosférického vzduchu není závislá ani na teplotě okolí a teplotě ohřátého vzduchu, ani na intenzitě slunečního záření. Závisí především na konstrukčních parametrech ovlivňujících přestup tepla do vzduchu (čítnel sdílení tepla v kolektoru F'), tepelné ztráty (U_L), dále na součiniteli pohltivosti absorberu (α) a součiniteli propustnosti transparentního krytu (τ). Z hlediska provozování kolektoru je významná závislost účinnosti na měrném průtoku vzduchu. Ta má podle rovnice (4) exponenciální charakter. Údaj o účinnosti kolektoru musí být uváděn vždy spolu s měrným průtokem, jinak je neupotřebitelný.

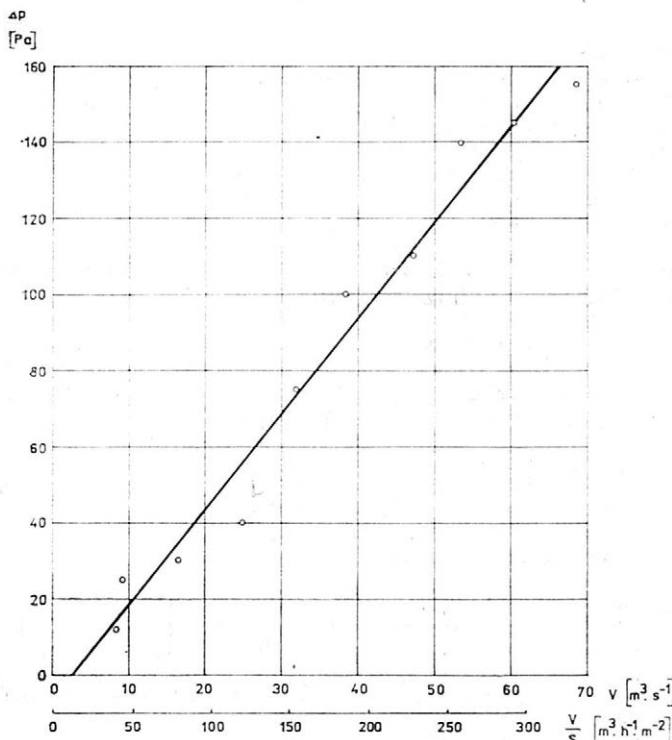
Pro využívání slunečních kolektorů je důležitý další údaj, a to ohřátí vzduchu, který se při průchodu kolektorem ohřeje o hodnotu ΔT :

$$\Delta T = \frac{\eta \cdot S \cdot E}{1200 \cdot m_v} \quad (5)$$

kde: ΔT — ohřev vzduchu (K)
 η — účinnost slunečního kolektoru (—)
 m_v — objemový průtok vzduchu kolektorem ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 S — plocha kolektoru (m^2)

VÝSLEDKY

Při energii dopadajícího slunečního záření cca $4,5 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2}$ za den (intenzita záření činí v poledních hodinách cca $750 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$) a spuštěných čtyřech až pěti ventilátorech LAN 900/9 se vodní jímavost kolektorem upraveného sušícího vzduchu v celodenním průměru zvyšovala na

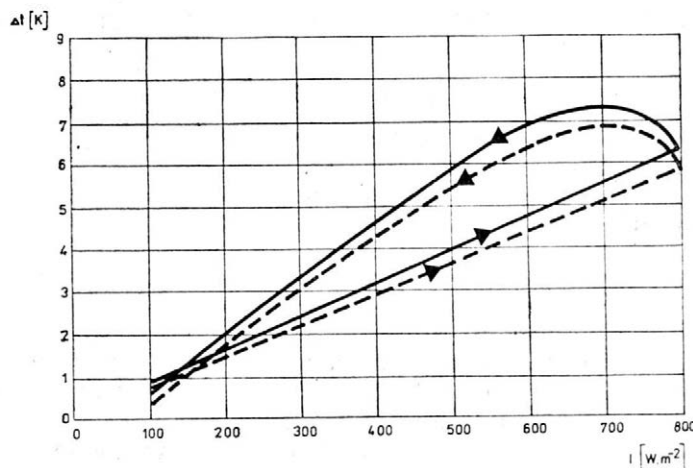


1. Průběh tlakové ztráty kolektoru v závislosti na objemovém průtoku vzduchu (plocha kolektoru $S = 742,95 \text{ m}^2$; $Y = A + B \cdot X$; $A = -6,4725$; $B = 2,5056$; $r = 0,9861$) — The course of the pressure loss of the collector as depending on the volume flow rate of air (collector area $S = 742,95 \text{ m}^2$; $Y = A + B \cdot X$; $A = -6,4725$; $B = 2,5056$; $r = 0,9861$)

0,0028 až 0,0033 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Jímavost neupraveného vzduchu byla v rozmezí 0,001 až 0,0018 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

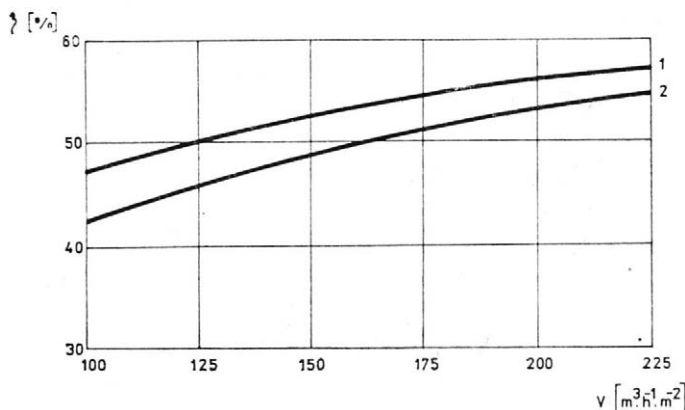
Provoz slunečního ohříváče poněkud zvyšuje nároky na tlakovou ztrátu použitých ventilátorů. Průběh tlakové ztráty Δp kolektoru v závislosti na objemovém průtoku vzduchu je na obr. 1.

Při měřeních konaných u halového seníku v Poniklé byl ohřev sušícího vzduchu v závislosti na intenzitě slunečního záření (obr. 2) v rozmezí 2 až 7 K při objemovém průtoku vzduchu 213 $(\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2})$, což odpovídá šesti spuštěným ventilátorům.



2. Průběh ohřátí vzduchu v kolektoru v závislosti na intenzitě slunečního záření (— bezvětrí; --- rychlost větru 3 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; —·— objemový průtok vzduchu 213 $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$) — The course of air heating in the collector as depending on solar radiation intensity (— no wind; --- wind speed 3 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; volume flow of air 213 $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

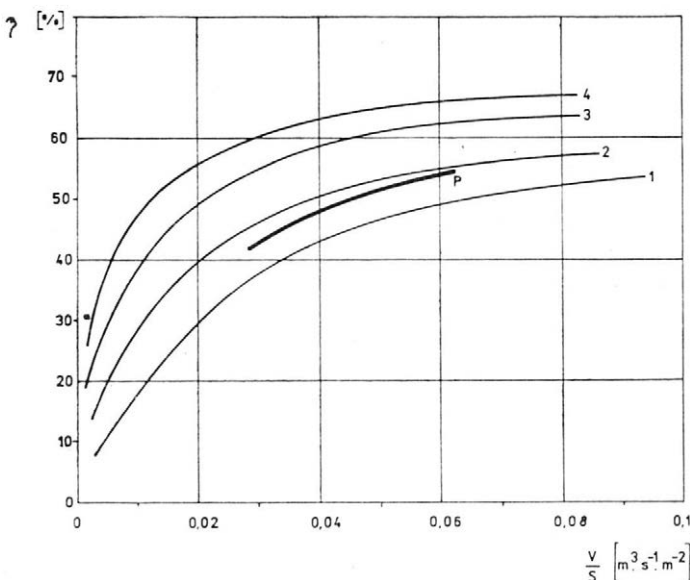
3. Průběh účinnosti kolektoru v závislosti na objemovém průtoku vzduchu kolektorem (1 — bezvětrí; 2 — rychlost větru 3 m.s⁻¹) — The course of collector effectiveness in dependence on the volume flow of air through the collector (1 — no wind; 2 — wind speed 3 m.s⁻¹)



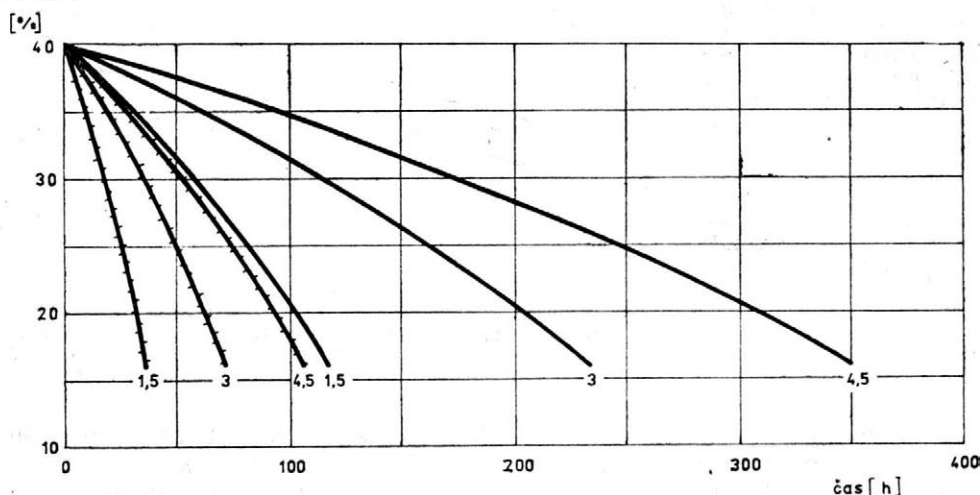
Vzhledem k umístění seníku (podélná osa je orientována ve směru severovýchod—jihozápad) a tvaru kolektorové plochy (kolektor je na jižní čelní stěně a jižní polovině střechy) ohřev pozvolna narůstá v dopoledních hodinách s výrazným maximem za poledne (součet zisků kolmého kolektoru čelní stěny a kolektoru vodorovné střechy). Výrazný pokles ohřevu v pozdních odpoledních hodinách je dán méně vhodnou orientací. Sluneční paprsky dopadají téměř rovnoběžně s čelní kolektorovou stěnou a střešní kolektor, který zabírá jen polovinu střechy, již má nedostatečný výkon.

Účinnost slunečního kolektoru (obr. 3) se pohybuje v rozmezí 47 až 57 % za bezvětrí a 42 až 55 % při rychlosti větru 3 m.s⁻¹. Dosoušíme-li čtyřmi až pěti ventilátory, je účinnost v prvním případě asi 54% a ve druhém případě 50%. Účinnost sledovaného kolektoru je poněkud nižší než udává Henrikssen (1983) pro třívrstvý kolektor (obr. 4).

4. Účinnost různých typů vzduchových kolektorů v závislosti na průtoku vzduchu, rychlost větru 3 m.s⁻¹ — Henrikssen, 1983 (1 — otevřený kolektor bez tepelné izolace dna; 2 — uzavřený dvouvrstvý kolektor bez tepelné izolace dna; 3 — uzavřený dvouvrstvý kolektor s tepelnou izolací dna; 4 — třívrstvý kolektor bez tepelné izolace dna; P — kolektor Poniklá) — Effectiveness of different types of air collectors in dependence on air flow, wind speed 3 m.s⁻¹ — Henrikssen, 1983 (1 — open collector without bottom insulation; 2 — closed two-layer collector without bottom insulation; 3 — closed two-layer collector with bottom insulation; 4 — three-layer collector without thermal insulation of the bottom; P — Poniklá collector)



1 — open collector without bottom insulation; 2 — closed two-layer collector without bottom insulation; 3 — closed two-layer collector with bottom insulation; 4 — three-layer collector without thermal insulation of the bottom; P — Poniklá collector



5. Doba sušení sena; vodní jímavost sušícího vzduchu Δx ; ——— kolektorem ohřátý vzduch $\Delta x = 0,003 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$; ——— neupravený vzduch $x = 0,001 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$; vrstvy píce 1,5; 3,0; 4,5 m) — Time of hay drying; water-holding capacity of drying air Δx ; ——— air dried by collector $\Delta x = 0,003 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$; ——— untreated air $\Delta x = 0,001 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$; forage layers 1.5, 3.0, 4.5 m)

Je to způsobeno tím, že čelní stěnový kolektor je pouze dvouvrstvý (plocha $298,35 \text{ m}^2$). Svoji roli zde hraje skutečnost, že kolektor není na spodní straně tepelně izolován. Část pohlceného slunečního záření je v dlouhovlnném spektru vysílána i z povrchové transparentní vrstvy, která je silně znečištěna.

SUŠENÍ PÍCE

Na obr. 5 je uvedeno porovnání doby sušení píce v halovém seníku bez vzduchových kolektorů a v seníku se slunečním ohřevem sušícího vzduchu pro vrstvy píce 1,5; 3,0 a 4,5 m vysoké při použití ventilátoru LAN 900/9. Ve výpočtu je pro porovnání zvolen stejný objemový průtok vzduchu dodávaný ventilátorem $V = 25\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, to je hodnota optimální pro vrstvu sena 1,5 m vysokou. Z toho vyplývá, že doby sušení pro vrstvy 3,0 a 4,5 m budou o něco delší než udává graf na obr. 5. Průměrná jímavost neupraveného sušícího vzduchu byla při ověřování $0,001 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Vzduch upravený ve slunečním ohřevu měl vodní jímavost v průměru $0,0033 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Uvedená hodnota jímavosti vzduchu umožňuje intenzivně dosušet seno na čtyřech až pěti rostech. Při sušení ve vrstvě 1,5 m snížíme upraveným vzduchem ze slunečního ohřevu naskladňovací vlhkost sena ze 40 % na skladovací vlhkost 16 % za 30 hodin, tj. asi za tři dny, neupraveným vzduchem za 118 hodin, tj. asi za 12 dní (ON předepisuje 9 dní). Pro názornost jsou uvedeny i doby sušení ve vrstvách 3,0 a 4,5 m vysokých. V mnoha podnicích se v senících bez slunečního ohřevu sušení v těchto vrstvách běžně praktikuje. Nesprávnost tohoto postupu dokumentuje délka doby sušení pro výšku vrstvy 3,0 m — 24 dny a vrstvy 4,5 m — 35 dní. Při sušení upraveným

vzduchem se může i při této technologii 4,5m vrstva píce usušit za 11 dní, což je velmi významná skutečnost (i když tento postup samozřejmě nelze doporučit).

SUŠENÍ OBILÍ A LNĚNÝCH TOBOLEK

V upravené části seníku se sítý a hrozením byla poloprovodně ověřena i možnost sušit obilí a lněné tobolek. Sušení probíhá vsádkovým způsobem, nikoliv kontinuálně jako u strojních sušáren. Při dosoušení obilí z 25% vlhkosti na vlhkost 15 % se denní výkonnost pohybovala v rozmezí 7 až 14 tun. Při dosoušení lněných tobolek byla vstupní vlhkost 35 % a výstupní vlhkost 15 %. Denně se usušilo pět až sedm tun materiálu.

VYUŽITÍ AKUMULÁTORU TEPLA

Akumulátor umožňuje (jak bylo plánováno) sušit píci na jednom poli seníku v nočních hodinách, tj. v době, kdy je to při použití venkovního vzduchu obtížné. Navezenou vlhkou píci lze do jisté míry dosušet i venkovním vzduchem o relativní vlhkosti kolem 70 %, ale většinou se jím jen provětrává, aby se omezil samozáhřev sena. Jde tedy vlastně pouze o chlazení.

Akumulovaná energie snižuje u 0,5 m vysoké vrstvy sena o vlhkosti 40 % během čtyř až pěti hodin vlhkost na 38 %. To je velmi podstatné, protože ustávají biologické pochody v živém materiálu a začíná proces konzervace. Další den může být materiál přesunut na zónu intenzivního sušení bez větších ztrát živin.

Při provozním měření ohříval akumulátor venkovní vzduch ještě po čtyřech až pěti hodinách provozu, obvykle od 19.00 do 01.00 hodiny. Například dne 29. 8. 1985 po čtyřech hodinách odběru tepla byl ve 24.00 hodiny venkovní vzduch o teplotě 12 °C a vlhkosti 87 % ještě ohříván na teplotu 15 °C a vlhkost 65 %.

DISKUSE

Sluneční kolektory pro ohřev vzduchu jsou cenným energetickým zdrojem pro dosoušení sena i v klimaticky nepříznivých horských oblastech. Mají ovšem i jisté nevýhody a rizika. Dosoušení sena v solárním seníku rovněž závisí na počasí, tj. na délce slunečního svitu během dne, na teplotě a vlhkosti venkovního vzduchu, na intenzitě slunečního záření, na vlhkosti naskladněného materiálu atd.

Proto teoretický výsledek, zkrácení sušicího období na třetinu původní délky, považujeme za ideální. Ve skutečnosti se doba sušení zkrátí podle povětrnostních podmínek asi na polovinu. Při použití dosoušecích ventilátorů APR 1000/1 s motorem 7,5 kW jsou parametry celého sušicího procesu lepší. Ventilátory LAN 900/9 sice vyhovují pro seník Poniklá, ale pro seníky s větším rozměrem sušicího roštu (například MSP-86-Solar, NHKG, Mostárna Hustopeče) jsou hlavní podmínkou ventilátory APR 1000/1.

Při použití sluncem upraveného vzduchu pro sušení obilí, lněných tobolek, popřípadě ostatních semen je na závalu poměrně malá výkonnost ve srovnání se strojním sušením, nutnost manipulace s materiálem a poněkud vyšší podíl živé práce.

Použití akumulátoru tepla v solárním seníku považujeme za vhodné, ale praktické použití je nutno ještě ověřit dalším měřením a ekonomickým hodnocením.

ZÁVĚR

Sluneční kolektory vhodně upravují vzduch pro dosoušení i v horských oblastech. V JZD Jizera Poniklá, okres Semily, byly kolektory kontrolně ověřeny v nadmořské výšce 520 m. Jímavost vody neupraveným vzduchem nepřekračuje hodnotu $0,0015 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ vzduchu. Jímavost vzduchu ohřátého v kolektoru dosahuje průměrných denních hodnot $0,002$ až $0,003 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Krátkodobé hodnoty jímavosti jsou i vyšší. Tím se výrazně zkracuje doba sušení — proti dosoušení neupraveným vzduchem na polovinu, za optimálních podmínek až na třetinu. Výsledkem je zvýšená kvalita sena, nižší spotřeba elektrické energie na pohon ventilátorů a rychlejší uvolnění polních ploch, což u víceletých píceňin zabezpečuje časnější obrůstání porostu a vyšší výnosy dalších sečí.

Ekonomickou efektivnost hodnotíme snížením spotřeby elektrické energie ($29\text{--}33 \text{ kWh} \cdot \text{t}^{-1}$ sena) a biologickými přírůsky. Jiné hodnocení může vycházet ze skutečnosti, že pro získání kvalitního sena musíme zajistit ohřev vzduchu, a to buď klasickými palivy, nebo slunečním zářením. Při použití paliva z fosilních zdrojů musíme vynaložit dodatkové pořizovací náklady řádově $100\,000$, — Kčs, při použití sluneční energie asi $300\,000$ až $400\,000$, — Kčs při přepočtu na seník o ploše 1000 m^2 (Solar, NHKG, Mostárna Hustopeče).

Návratnost vložených investic na instalaci solárního systému je podle konstrukce kolektorů pět až šest let, zahrneme-li biologické přírůsky, počítáme s návratností dva roky.

Ekonomickou efektivnost zlepši, je-li solární seník využit ještě pro sušení dalších produktů. Výsledky ověřování ukázaly, že v seníku JZD Jizera Poniklá lze v období od června do září usušit 450 t sena, 300 t obilí a 60 t lněných tobolek. Při horších klimatických podmínkách nebo při vyšších vstupních vlhkostech se výkony pochopitelně snižují. V tomto směru bude účelné v ověřování pokračovat a stanovit podmínky pro sušení jiných plodin, nejen sena.

Literatura

HAŠ, S.: Charakteristiky slunečních kolektorů pro ohřev vzduchu. Zeměd. Techn., 28, 1982, č. 12, s. 707-718.

HENRIKSEN, R.: The use of solar collectors for drying agricultural crops and for heating farm buildings. In: Towards practical application of solar energy in rural areas. Proc. technic. Consult., Tel-Aviv, Israel 1983. FAO, s. 48-52.

KÁRA, J. — SLADKÝ, V. — KAVAN, M.: Využití sluneční energie v univerzální halové sušárně. [Studie.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1985.

SLADKÝ, V. — BRADNA, J.: Sluneční seník Zduchovice. Výsledky zkušebního provozu v roce 1981. [Výzkumná zpráva.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1981.

ŠTEFÁNIK, F. — CHUDÝ, D.: Aplikácie solárnych systémov v technologických procesoch rastlinnej výroby. [Záverečná správa.] Rovinka, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1985.

Došlo dne 3. 7. 1986

КАРА, Я. — АДАМОВСКИЙ, Р. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы): **Производственные характеристики воздушных солнечных коллекторов.** Zeměd. Techn., 32, 1986 (12): 707-716.

Проблематика использования солнечного обогрева для досушки сельхозкультур в ЧССР пока решается в низких и средних географических местах расположения. Статья занимается использованием воздушных солнечных коллекторов в горной области. В данной статье вычислены параметры воздушного коллектора, к. п. д. коллектора, нагревание воздуха, потери давлением и подаваемое количество воздуха. Нагревался и аккумулятор тепла с прочным керамическим вкладышем для нагрева сушильного воздуха. Измерение доказало его хорошую используемость для быстрой предварительной сушки меньшего количества зеленого корма. Кроме досушки сена также проверялась возможность применения коллектором нагретого воздуха для досушки хлебного зерна и льняных головок. В заключение приводится еще сокращенный срок сушки сена и экономия электроэнергии для привода сушильных вентиляторов с применением солнцем нагретого воздуха.

солнечные коллекторы для нагрева воздуха; аккумуляция тепла; к. п. д. воздушного коллектора; нагрев воздуха; срок (время) сушки сена

KÁRA, J. — ADAMOVSKÝ, R. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): **Operation Characteristics of Air Solar Collectors.** Zeměd. Techn., 32, 1986 (12): 707-716.

Until now, the problems of using solar heating for the final stages of the drying of farm crops in Czechoslovakia have been studied only at the places of lower and middle altitudes. We studied the use of air solar collectors in hilly areas. The parameters of the air collector, its effectiveness, air heating, pressure losses, and input amount of air were evaluated. A heat accumulator with a solid ceramic filling for the heating of drying air was also tested and evaluated. The accumulator was found to be very helpful in fast pre-drying of a smaller amount of forage. The air warmed in the air collector was also found to be suitable for the drying of grain and of flax pods. The reduction of the time of hay drying and the saving of electric power when sun-heated air is used are indicated in the conclusion.

solar collectors for air heating; heat accumulation; effectiveness of air collector; air heating; time of hay finishing

KÁRA, J. — ADAMOVSKÝ, R. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepy): **Betriebscharakteristik luftwärmender Sonnenkollektoren.** Zeměd. Techn., 32, 1986 (12): 707-716.

Bisher wurde in der ČSSR die Problematik der Ausnutzung von Sonnenwärme zur Nachtrocknung landwirtschaftlicher Nutzpflanzen in den niedrigeren und mittleren geographischen Lagen untersucht. Der vorliegende Beitrag befaßt sich mit der Ausnutzung von Sonnenkollektoren zur Luftanwärmung in Gebirgsgebieten. In der Arbeit werden die Parameter des Kollektors für Luftanwärmung, des Nutzeffekts des Kollektors, der Luftanwärmung, der Druckverluste und deren gelieferten Luftmenge bewertet. Gleichzeitig wurde auch ein Wärmespeicher mit fester keramischer Füllung für die Anwärmung der Trocknungsluft ausprobiert. Durch Messungen wurde seine gute Anwendbarkeit für eine rasche Vortrocknung kleinerer Futtermengen nachgewiesen. Neben der Nachtrocknung von Heu wurde auch

die Möglichkeit der Nutzung der durch den Kollektor angewärmten Luft zur Nach-trocknung von Getreide und Leinkapseln überprüft. Abschließend werden die kürze-ren Trocknungsfristen für Heu und die Einsparung der zum Antrieb der Trock-nungsventilatoren erforderlichen elektrischen Energie, unter Anwendung der durch die Sonne angewärmten Luft, angeführt.

Sonnenkollektoren zur Anwärmung von Luft; Wärmeakkumulation; Nutzeffekt des luftanwärmenden Sonnenkollektors; Luftanwärmung; Heutrocknung

Adresa autorů:

Ing. Jaroslav Kára, ing. Radomír Adamovský, CSc., Výzkumný ústav ze-mědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha-Řepy

R. Pawlica

PAWLICA, R. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Repy): *Energetické aspekty teplovzdušného sušení zrnin*. Zeměd. Techn., 32, 1986 (12): 717-727.

Intenzifikace procesu u sušáren SSZ spočívá ve zvýšení efektu promíchávání zrna a v optimalizaci systému vestavby šachty, který zajišťuje rovnoměrný náhřev sloupců i vrstev zrna. Zjištěné úspory činí až 18 %. U nových sušáren řady TS se intenzifikace navíc opírá o odstranění nerovnoměrného toku materiálu, což snížilo energetickou náročnost o 7 až 15 %. Úspory energie při použití systému recirkulace odpadního vzduchu u sušáren TS v rozsahu 10 až 25 % z celkového množství vzduchu byly prokázány na úrovni 8 až 11 % bez poklesu výkonu. Teoretické úspory z použití automatické regulace, která dokáže utlumit výkyvy ve vstupní vlhkosti na 30 až 35 %, byly stanoveny maximálně na 14 %. Obilní sušárny jsou sezónní stroje pracující od 200 do 800 provozních hodin. Vysoké relativní hodnoty úspor při dodatečných opatřeních přinášejí absolutní roční úsporu menší, než jsou relativní úspory při použití srovnatelných průmyslových zařízení. Náklady na zařízení zaměřená na úspory energie u sušáren musí odpovídat zásadám rentability i celkové ekonomické efektivity.

obilní sušárna; měrná spotřeba energie; úspory energie; intenzifikace procesu; recirkulace odpadního vzduchu; automatická regulace procesu; rentabilita opatření

Teplovzdušné sušení zůstává rozhodující metodou pro konzervaci vlhkého zrna při intenzivní zemědělské velkovýrobě v humidních oblastech ČSSR. Umožňuje volbu optimálních podmínek pro sklizeň a omezuje vliv klimatických podmínek na kvalitativní i kvantitativní ztráty produkce. Metoda poskytuje stabilizovaný produkt, vhodný pro uskladnění v běžných skladech. Při použití správné technologie sušení lze dosáhnout požadované kvality podle určení — krmné obilí, potravinářské obilí nebo osiva.

Rozhodující nevýhodou sušení je vyšší energetická náročnost. Pro porovnání lze použít údajů v tab. I (Claeson, 1979). U chemické konzervace je do hodnoty zahrnuta i spotřeba na výrobu kyseliny. Nejnížší hodnoty u sušení se týkají sušení atmosférickým vzduchem. Jelikož spotřeba elektrické energie na dopravu vzduchu je u běžného principu sušení ve vrstvě několikanásobně menší než spotřeba energie na jeho ohřev, je měřítkem účinnosti u obilních sušáren měrná spotřeba tepla. Strehler (1981) uvádí rozsah měrných spotřeb pro obilniny sušené z 18 % na 14 % 4200 až 6300 kJ na kilogram odpařené vody.

Jsou známa opatření snižující spotřebu tepelné energie; týkají se omezení ztrát (těsnost potrubí, izolace), předehřevu obilí, zpětného vy-

Konzervační metoda	Měrná spotřeba energie (kWh.t ⁻¹)
Sušení	15–75
Chlazení	8–10
Chemická konzervace	20–30

užití energie odpadního sušícího vzduchu, účinné regulace procesu, popřípadě využití jiných netradičních zdrojů tepla. Významný přínos mají i nové metody, odvozené od systému „dryeration“.

Utěsněním teplovzdušného vedení lze snížit spotřebu tepla o 3 až 5 % [Mühlbauer, 1980]. Ztráta stěnou teplovzdušného kanálu o průměru 40 cm se udává pro případ bez izolace 26,2 kJ . h⁻¹, při izolaci 5 cm minerální vlnou 1,42 kJ . h⁻¹ a 10cm vlnou jen 0,76 kJ . h⁻¹. Podle našich výpočtů se ztráta tepla v neizolovaném potrubí u sušárny SSZ-2 pohybuje od 3 % (příznivé podmínky) do 7 % (nepříznivé podmínky) z celkové spotřeby tepla.

Předeheřev zrna před vstupem do sušárny je rozšířen v SSSR, kde tímto opatřením sledují zvýšení výkonnosti i sušáren již pracujících. Udává se snížení měrné spotřeby [Komysnik a Žuravjev, 1981] u sušáren CELINA na hodnoty 3,67 až 4,49 MJ . kg⁻¹.

Zpětné využití energie odpadního sušícího vzduchu je řešeno nejrozličnějšími způsoby v návaznosti na celkovou koncepci a konstrukci sušárny. Z hlediska aplikace na běžné šachtové sušárny se však jedná o dva hlavní způsoby: a) recirkulace vzduchu, b) rekuperace tepla.

Recirkulace vzduchu jako dodatečná úprava sušárny pro snížení spotřeby paliva je v současné době prakticky aplikována zejména v MLR. Beke a Vas (1983) udávají úsporu získanou konkrétním způsobem provedení 20 až 30 %, teoretickou úsporu 15 až 20 % a úsporu zjištěnou na základě měření 28 % (z 5862 kJ . kg⁻¹ na 4462 kJ . kg⁻¹). Ve všech případech se jedná o údaje vztažené na sušení kukuřice; u obilnin budou hodnoty o něco nižší.

Rekuperace odpadního tepla pomocí výměníku vzduch — médium — vzduch s účinností 0,55 byla realizována v NSR. Moser (1982) udává úsporu při sušení kukuřice 45 % (zvýšení spotřeby elektrické energie v důsledku filtrace není uvedeno). Na obdobné úrovni se pohybují i údaje u jiných technicky náročných systémů rekuperace (Herlitz, 1981; Vorwerck, 1981). Ještě vyšší úspory lze očekávat u technicky náročných systémů, u kterých je teplo rekuperováno s využitím latentního tepla při kondenzaci par a které jsou doplněny vysokým stupněm recirkulace vzduchu. U takovéto sušárny fy Law-Hourdin je udávána úspora 40 % při měrné spotřebě tepla 2,75 MJ . kg⁻¹ (Lucas, 1981). Autor však zdůrazňuje neúměrně vysoké pořizovací náklady.

Systém rekuperace použitý v ČSSR u sušárny LSO vykázal úspory tepla 8 % a ukázal se jako provozně nespolehlivý.

Účinná regulace procesu šetří energii, která by jinak byla vynaložena v určitých úsecích na neúčelné přesušení. Při kolísání výstupní vlhkosti $\pm 1\%$ od požadované střední hodnoty činí teoretické ztráty energie 10 až 20 %.

Z pokusů s použitím tepelných čerpadel u obilních sušáren plyne, že je předčasné se vyslovovat o efektivnosti tohoto postupu (Laseran, 1977). Pokusy s aplikací slunečních kolektorů k sušárnám ve Švédsku (Gustafson, 1979) ukázaly, že úspory se pohybují pod 5 %.

Sláma jako náhradní palivo u sušáren se v NSR neosvědčila pro nízkou účinnost (pod 70 %) a vysoký obsah pevných látek ve spalínách (přes 300 mg. m⁻⁵) — (Keiser, 1981).

V NDR se pro ohřev vzduchu v sušárnách osvědčila tuhá paliva (Reinicke a Zimmermann, 1981) do parního kotle a radiátorů. V PLR se kvalitní černé uhlí spaluje ve speciálních výměnících spaliny — vzduch s udanou účinností 70 %.

Mnoho nových metod se odvozuje z principu metody „Dryeration“, spočívající v kombinaci fáze sušení (např. z 30 % na 15 %). Metoda byla vyvinuta v USA pro kukuřici, v Evropě se rozvinula ve Francii, kde se její pomocí dosahuje měrné spotřeby tepla od 3,2 do 4,5 MJ. kg⁻¹ (Laseran, 1977) s příznivými účinky na kvalitu kukuřice. Úspory u této metody dosahují 20 až 40 %.

METODA

Na základě analýz byla odvozena obecně platná kritéria, podle nichž je možné vyhodnotit různá konstrukční řešení pracovních orgánů šachtových obilních sušáren z hlediska intenzity a rovnoměrnosti sušícího procesu.

Průkaznost teoretických rozborů byla prověřena srovnáváním technicko-ekonomických a kvalitativních parametrů sušáren, a to při původním a novém řešení jejich pracovních orgánů.

Výkonnost sušárny byla měřena metodou tzv. základní zkoušky po ustálení poměrů: start měření, odběry průměrných vzorků vstupního a výstupního materiálu po 0,5 h, záznam hodnot teploty média, teploty zrna, teploty a relativní vlhkosti okolního vzduchu po 0,5 h, průchodnost — hmotnost suchého materiálu za čas zkoušky, spotřeba paliva za dobu zkoušky. Doba zkoušky: minimálně čtyři hodiny, maximálně deset hodin. Teploty zrna byly měřeny v termoláhvi, vlhkost zrna jsme zjišťovali vázkovou metodou v elektrické peci.

Pro posouzení kvality práce jsme porovnávali hodnoty klíčivosti, popř. hodnoty fyzikálně mechanických vlastností lepku u vzorků vstupního a výstupního materiálu.

VLASTNÍ PRÁCE

INTENZIFIKACE PROCESU

Dosud existují nevyčerpané možnosti, jak snížit spotřebu energie intenzifikací procesu. Jedná se zejména o aplikaci jiných principů sušení (proudové, fluidní, mikrovlnné, dielektrický ohřev, vakuové sušení, dehydratace sorbentem aj.), jejichž praktickému rozšíření brání technická složitost pro odpovídající výkony a vysoká pořizovací hodnota. Značné možnosti jsou však i u sušení ve vrstvách, tj. v šachtové sušárně.

V dřívějších pracích (Pawlica, 1982, 1985) jsme prokázali:

— Nerovnoměrnost toku materiálu šachtou sušárny je tím větší, čím je materiál méně sypný. Variční koeficient dosahuje hodnoty až 150 % při 10 m výšky šachty; s výškou se zvětšuje podle funkce

$$V = a \cdot H^b$$

kde: H — výška šachty

V — variační koeficient (přičemž $a = 30 - 52$, $b = 0,4 - 0,5$)

— Geometrické řešení soustavy kanálků ovlivňuje intenzitu promíchávání. Proti typu ZSPŽ-8, u něhož je kritériem promíchávání $e = 1,56$, bylo u typu SSZ-2 dosaženo zlepšení na hodnotu $e = 2,08$.

— Dříve používaný systém rozmístění kanálků u typu ZSPŽ-8 měl rovnoměrnost v náhřevu $\eta_s = 1,86$; u typu T-663 už sice bylo $\eta_s = 1$, ale rovnoměrnost náhřevu sloupce $\eta_v = 4$. Nový systém použitý u SSZ-2 měl $\eta_s = 1$ i $\eta_v = 1$.

— Obě tato opatření — lepší promíchávání a lepší rovnoměrnost v náhřevu — se projevila snížením měrné spotřeby o 0,5 až 1 MJ . kg⁻¹ odpařené vody, čili až o 18 %.

U nových sušáren řady TS, jejichž výroba se zahajuje, byl vyřešen i problém nerovnoměrnosti toku materiálu, a to konstrukčním zařízením. Jelikož bylo dosaženo rovnoměrnosti v toku materiálu, lze snížení měrné spotřeby hodnotit na úrovni 300 až 800 KJ . kg⁻¹, tzn. snížení o 7 až 15 %. Dokládají to hodnoty zjištěné za porovnatelných podmínek u pšenice u starého typu SSZ-2 a u nového typu TS s rovnoměrným tokem [tab. II].

RECIRKULACE ODPADNÍHO VZDUCHU

Pro nové sušárny řady TS bylo navrženo zařízení umožňující znovu použít části sušicího vzduchu vystupujícího ze sušárny. Toto tzv. recirkulační zařízení je znázorněno na obr. 1. Odpadní vzduch je odebírán z druhé poloviny druhého sušicího pásma a z jedné třetiny z pásma chla-

II. Vliv rovnoměrného toku materiálu (sušárnou TS) na výkonnost a měrnou spotřebu energie — The effect of regular material flow (TS drier) on performance and on specific power consumption

Typ	Teplota sušicího prostředí °C	Vlhkost zrna			Průchodnost t.h ⁻¹	Výkonnost v odpaření kg.h ⁻¹	Měrná spotřeba tepla kJ.kg ⁻¹
		vstup %	výstup %	odsušeno %			
1a - SSZ-2	98 103	17,6	14,3	3,3	22,3	856	4819
1b - SSZ-2	112 128	20,0	14,7	5,3	12,8	848	5455
2 - TS 5	107 113	19,8	14,5	5,3	15,7	1032	4558
Rozdíl 1a - 2						+176	-261
Rozdíl 1b - 2						+184	-897

III. Výsledky vzduchotechnických měření — Results of air measurements

Nastavení recirkulace (%)		Množství vzduchu — průřez				
		I ₂	II ₂	III ₂	IV ₂	III + IV
klapka 1	klapka 2	m ³ .s ⁻¹				
50	50	1,88	0,98	2,66	6,79	9,45
100	100	2,80	1,31	3,84	5,56	9,40
83	0	1,82	0,98	2,66	6,65	0,31
40	10	1,06	0,60	1,49	7,98	9,47
40	20	1,12	0,62	1,64	7,43	9,07
100	100	2,79	1,31	3,85	5,37	9,19

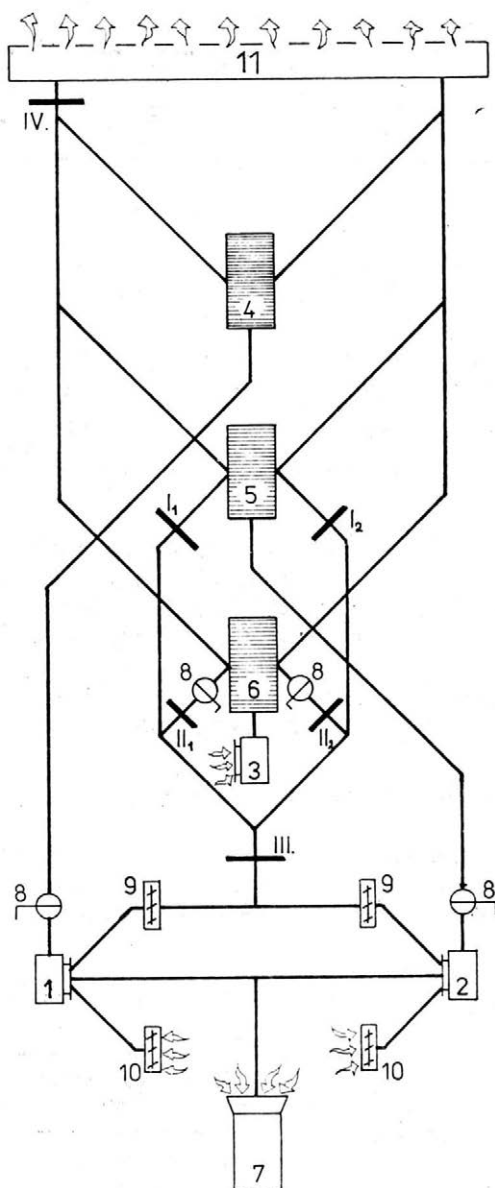
dicího, tedy z prostoru, ze kterého vystupuje odpadní vzduch v nejvýhodnějších parametrech (vysoká teplota a nízká relativní vlhkost). Odpadní vzduch je přiváděn na sání hlavních ventilátorů a může být v širokém poměru přimícháván k sušicímu vzduchu pro první nebo druhé pásmo. Velikost přísávání lze regulovat vzduchotechnickými klapkami. Při plném otevření přísávacích klapek je možné recirkulovat až dvě třetiny sušicího vzduchu. Představu o vzduchotechnických poměrech při recirkulaci poskytuje tab. III.

K analýze vlivu recirkulace na úsporu energie lze využít údajů z technicko-energetických měření (tab. IV).

Zkoušky č. 2—4 probíhaly při sníženém výkonu hořáku, a tedy při nižších sušicích teplotách, kdy je měrná spotřeba vyšší. Při malém nastavení recirkulace (zkouška č. 1) bylo dosaženo plné projektované vý-

IV. Výsledky technicko-energetických měření — Results of technical power measurements

Číslo zkoušky	Nastavení recirkulace		Výkonnost sušárny		Hmotnostní průtok materiálu	Měrná spotřeba tepla	
	pásmo I	pásmo II	odpařivost	jmenovitá		dosažená úspora	
	%	%	kg.h ⁻¹	%	t.h ⁻¹	kJ.kg ⁻¹	%
1	20	7	1009	102	12,5	4258	11,3
2	40	20	769	81	10,4	4856	-1,0
3	60	0	829	84	11,0	4787	0,3
4	0	0	1032	105	16,7	4558	5,0
5	10	20	1158	117	20,1	4420	7,9
6	10	20	1162	118	22,9	4307	10,3
7	20	20	1183	120	25,6	4339	9,6

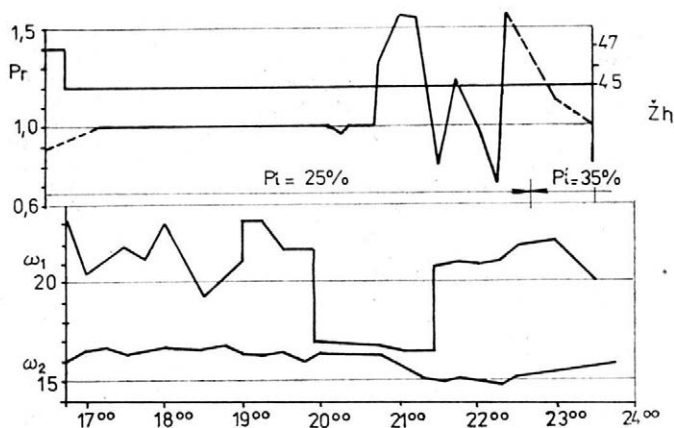


1. Vzduchotechnický systém sušáren TS (1 — ventilátor prvního pásma, 2 — ventilátor druhého pásma, 3 — ventilátor chlazení, 4 — šachta prvního pásma, 5 — šachta druhého pásma, 6 — šachta pásma chlazení, 7 — generátor-výměník, 8 — regulační klapky, 9 — regulace recirkulujícího vzduchu, 10 — regulace přísávání, 11 — výstupní žaluzie) — The air-distribution system of the TS driers (1 — fan of the first zone, 2 — fan of the second zone, 3 — cooling fan, 4 — first-zone shaft, 5 — second-zone shaft, 6 — cooling-zone shaft, 7 — generator-exchanger, 8 — regulation valves, 9 — regulation of re-cycled air, 10 — regulation of additional suction, 11 — output louvers)

konnosti sušárny (tj. $988 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$) a 11% úspory energie; úspora je vztažena na projektovanou hodnotu $4800 \text{ KJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, což je poměrně náročná mez ve srovnání s hodnotami dosavadních typů.

U zkoušek č. 5–7 pracoval hořák na plný výkon — sušicí teploty byly vyšší. Nastavení recirkulace u těchto zkoušek v rozmezí 5 až 20 % (= velikost pootevření přísávacích klapek) lze hodnotit jako optimální. Tyto zkoušky odpovídají poměrům při sušení merkantilního zrna. Výkonnost sušárny byla překročena o 20 % a úspora energie se u těchto reprezentativních zkoušek pohybovala v rozmezí 8 až 11 %.

2. Charakteristika regulace (P_r — poměrný hmotnostní průtok, ω — vlhkost zrna, Z_h — žádaná hodnota, τ — čas) — Characteristics of regulation (P_r — relative weight flow, ω — grain moisture, Z_h — required value, τ time)



REGULACE PROCESU SUŠENÍ

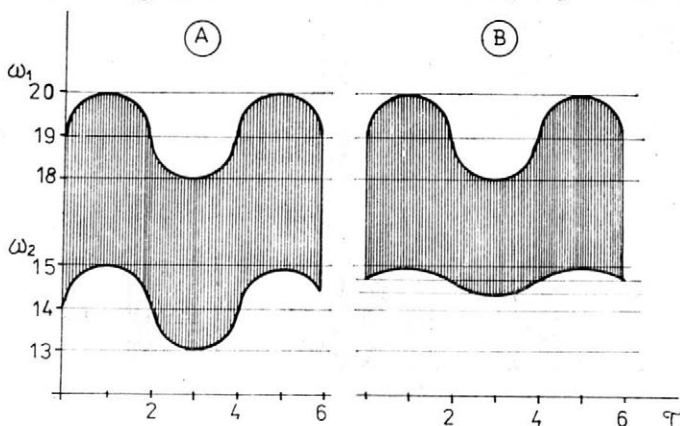
Pro sušárny SSZ jsme navrhli systém automatické regulace, který udržuje stálou výstupní vlhkost zrna. Systém využívá změn výstupní teploty vzduchu ke konci fáze sušení. Bylo prokázáno (Pawlica, 1980), že systém tlumí výkyvy ve vlhkosti na 30 až 35 % původní nerovnoměrnosti. Výsledek dokládá graf z jednoho měření (obr. 2). Systém byl aplikován i u sušáren LSO s obdobným výsledkem (Mázl, 1984).

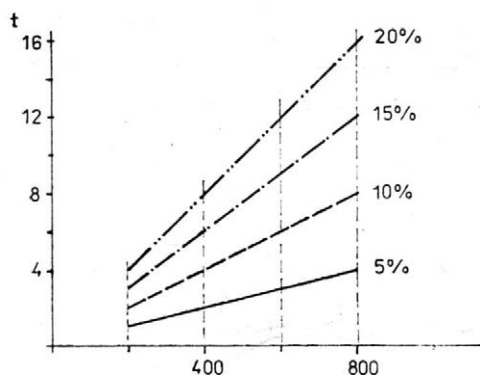
Úspory vypočítáme pro standardní podmínky — sušení z počáteční vlhkosti $19\% \pm 1\%$ na konečnou požadovanou vlhkost 15% konstantních s frekvencí změn 4 h. Z velikosti šrafovaných ploch na obr. 3 určíme, že v případě A — neregulovaná sušárna — je nutné odsušit průměrně 5 %, kdežto v případě B — sušárna s automatickou regulací — činí průměrný odsušek 4,3 %. Úspora energie pro modelový případ, který odpovídá nejběžnějším poměrům v praxi, je tedy teoreticky maximálně 14 %.

DISKUSE

Byly uvedeny důvody, pro které má teplovzdušné sušení zrnin své nezastupitelné místo, preferované z celospolečenského hlediska. Existují účinná opatření, jak snížit energetickou náročnost sušáren, a je žádoucí

3. Schéma vlivu regulace na spotřebu energie (A — neregulovaná sušárna, B — regulovaná sušárna, ω — vlhkost zrna, τ — čas) — Diagram of the effect of regulation on power consumption (A — non-regulated drier, B — regulated drier, ω — grain moisture, τ time)





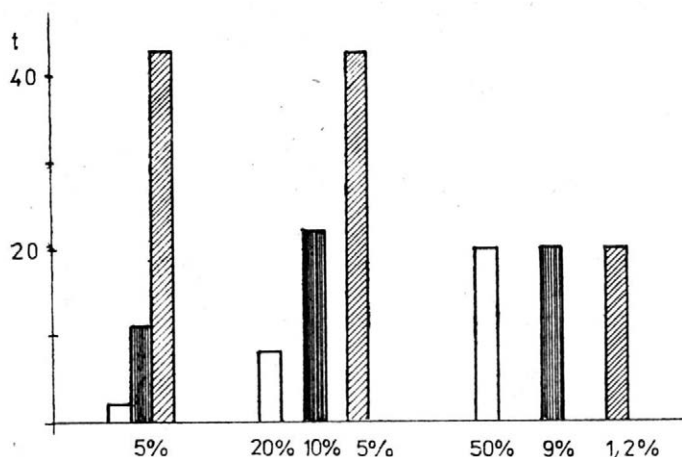
4. Roční úspora energie u sušárny 20 t. h^{-1} při různých opatřeních (t — úspora lehkého topného oleje v tunách, h — počet provozních hodin) — Annual power saving in a drier with a capacity of 20 t per h with different power-saving measures (t — saving of light fuel oil in tons, h — number of hours of operation)

jich maximálně využívat. Je však potřeba si uvědomit, že jejich realizace je v některých případech technicky náročná a vyžaduje nepřiměřeně vysoké náklady. Některá opatření lze realizovat i v provozu u dosavadních sušáren, některá jsou realizovatelná pouze při vývoji celého zařízení.

Úspory uváděné u jednotlivých opatření jsou vesměs špičkové, v praxi budou o něco nižší. Navíc — při realizaci několika opatření najednou se snižuje i přínos daného opatření v absolutní míře. Např. uplatněním předehřevu obilí (10 %), izolace (5 %), recirkulace (10–15 %), rekuperace (40 %), automatické regulace (14 %) a metody „dryeration“ (20–40 %) představuje souhrnná úspora přes 70 % proti výchozímu stavu, což opravňuje i k pochybnostem o platnosti uváděné výše úspor u jednotlivých opatření.

Sušárna obilí je sezónní stroj a její roční využití se pohybuje od 200 hodin v nezatížených oblastech; 400 hodin je průměr v zemědělských závodech a 800 hodin lze předpokládat u podniků služeb [ZZN]. Absolutní roční úsporu topného oleje u sušáren třídy 20 t h^{-1} udává obr. 4. Z hlediska efektivní racionalizace lze uplatněním opatření počítat s průměrnou úsporou u jedné sušárny 5 až 10 tun.

Obr. 5 poskytuje porovnání, jaký je vztah úspor u sušáren k možným úsporám v průmyslových aplikacích, které jsou v provozu celoročně na jednu směnu (2200 h), a k zařízením v nepřetržitých provozech (8600 h).



5. Porovnání ročních úspor lehkého topného oleje — Comparison of the annual savings of light fuel oil

- — obilní sušárna 20 t h^{-1}
- III — srovnatelný průmyslový spotřebič při jednosměnném provozu
- I — srovnatelný průmyslový spotřebič v nepřetržitém provozu
- t — úspora LTO v tunách

V. Úměrná výše nákladů (tis. Kčs) na úpravu z hlediska rentability u sušáren 20 t.h⁻¹ a u srovnatelných průmyslových zařízení při návratnosti dva roky — Proportional level of the costs (thousands of Kčs) of improvement measures judged from the point of view of profitability in the driers (capacity 20 t per h) and in comparable industrial systems with a two-year cost pay-back term

Velikost úspor energie %	Roční využití v hodinách					
	sušárny (počet hodin)				jednosměnný celoroční provoz	třisměnný celoroční provoz
	200	400	600	800		
5	7	14	21	28	77	301
10	14	28	42	56	154	602
15	21	42	63	84	231	903
20	28	56	84	112	308	1204

Tab. V poskytuje představu o tom, jaké jsou ekonomické meze dodatečných nákladů z hlediska prosté rentability na realizaci opatření směřujících k úsporám energie. Hledisko ekonomické efektivity, zahrnující požadavek úspor ušlechtilých paliv, může tyto údaje zvýhodnit na dvojnásobek i více. I tak se zdá být neefektivní investovat pro úspory energie u sušárny 20 t.h⁻¹ např. 150 000 Kčs na rekuperační systém s úsporou 8 %.

Opatření směřující k úsporám energie, realizovaná u nově vyvinutých sušáren řady TS, tj. intenzifikace procesu a recirkulace odpadního vzduchu, představovala zvýšení měrných pořizovacích nákladů asi o 50 000 Kčs. To je v souladu s hlediskem rentability při dosahování úspor 12 %, které jsou v praxi reálné. Z hlediska ekonomické efektivity jsou u sušárny TS opodstatněné i jen 5 % úspory.

ZÁVĚR

Teplotovzdušné sušení zrnin zůstává rozhodující konzervační metodou pro velkovýrobu v humidních oblastech ČSSR. Z celospolečenského hlediska je nezbytné usilovat o snížení energetické náročnosti. Ve světě známá opatření pro dosažení úspor je potřeba posuzovat střídavě a je nutné zvažovat i hledisko technické a ekonomické.

U sušáren TS, nově vyvinutých ve spolupráci Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze s Kovodružstvem Strážov, byla realizována tato opatření vedoucí k úsporám:

- intenzifikace procesu sušení,
- recirkulace odpadního vzduchu,
- automatická regulace procesu.

Ve srovnání s dřívějším typem SSZ činí úspory minimálně 15 %, což je v souladu s ekonomickými hledisky.

Literatura

- BEKE, J. — VAS, A.: Szemesterméksáritók energiatakarékos atalakítási modjai. Energiabazdálkodási. Tudom. Bgyesület, 1983, s. 47.
- CLEASON, L.: Energisnålare spannmåls produktion. Lantmannen, 1979, č. 10, s. 11-12.
- GUSTAFSON, G.: Hur gick det med solfångarna. Lantmannen, 1979, č. 19, s. 40-41.
- HERLITZ, J.: Vormluftstork med återvinning av värme. Lantmannen, 1981, č. 6, s. 34.
- KEISER, H.: Möglichkeiten der Energiekostensenkung bei der Getreidetrocknung. Tohnunternehmer, 1980, č. 8, s. 400-405.
- KOMYŠNIK, L. P. — ŽURAVJEV, L. P.: Recirkulacionnyje zernosušilki tipa Celinnaia. Alma-Ata, Kajrat 1981. 125 s.
- LASERAN, I. C.: Utilisation et performances des sechoirs. Persp. Agric., 1977, č. 6, s. 51-58.
- LASERAN, I. C.: La dryeration on refroidissement lent différé. Persp. Agric., 1977, č. 6, s. 59-66.
- LUCAS, F.: Risparmi energetici nell'essiccazione dei cereali. Tec. molit., 1981, č. 9, s. 620-627.
- MÁZL, J.: Zpráva z ověřování systému automatické regulace sušárny LSO 50 při sklizni kukuřice. Pardubice, TMS 1984. 17 s.
- MOSER, I.: Möglichkeiten zur Senkung der Energiekosten bei der Trocknung. Mühle, 1979, č. 6, s. 72-74.
- MÜHLBAUER, W.: Entwicklungstendenzen bei der Trocknung, Kühlkonzervierung und Lagerung von Getreide und Mais. Landtechnik, 1980, č. 11, s. 492-494.
- PAWLICA, R.: Procesy sušení obilí ve velkovýrobních podmínkách. [Kandidátská disertační práce.] Praha 1980. 120 s. — Výzkumný ústav zemědělské techniky.
- PAWLICA, R.: Nerovnoměrnost rychlosti sestupu zrna v šachtě obilní sušárny. Zeměd. Techn., 28, 1982, č. 6, s. 321-332.
- PAWLICA, R.: Zdokonalení funkce pracovních orgánů obilních sušáren. Zeměd. Techn., 31, 1985, č. 5, s. 285-296.
- REINICKE, W. — ZIMMERMANN, D.: Zur Substitution flüssiger Energieträger in der Getreidewirtschaft. Getreidewirtschaft, 1981, č. 3, s. 66-67.
- STREHLER, A.: Getreide und Maistrocknung. Agrartechnik int., 1981, č. 5, s. 14-23.
- VORWERCK, K.: Tendenze nell'essiccamento dei cereali. Tec. molit., 1981, č. 2, s. 83-90.

Došlo dne 3. 7. 1986

ПАВЛИЦА, Р. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Энергетические аспекты термовоздушной сушки зерновых. Земед. Techn., 32, 1986 (12): 717-727.

Интенсификация процесса у сушилок ССЗ заключается в повышении эффекта перемешивания зерна и в оптимизации системы встройки шахты, обеспечивающей равномерное нагревание столбов и слоев зерна. Установленная экономия составляет до 18 %. У новых сушилок серии ТС интенсификация процесса кроме прочего опирается на устранение неравномерного потока материала, в результате чего энергоёмкость понижается на 7—15 %. Экономия энергии при использовании системы рециркуляции отработанного воздуха у сушилок ТС в объеме 10—25 % от общего количества воздуха была доказана на уровне 8—11 % без понижения производительности. Теоретическая экономия от примененной автоматической регуляции, позволяющая выравнить отклонения во входной влажности на 30—35 %, определялась максимально до 14 %. Зерносушилки — сезонные машины, работающие от 200 до 800 рабочих часов. Высокие относительные значения экономии при дополнительных мероприятиях экономят в год относительно меньше, чем низкие относительные экономии с применением сравнимых промышленных установок. Затраты на оборудование, направленное на экономию энергии у сушилок, должны отвечать принципам рентабельности и общей экономической эффективности.

зерносушилки; удельная энергоёмкость; экономия энергии; интенсификация процесса; рециркуляция отработанного воздуха; автоматическое регулирование процесса; рентабельность мероприятий

PAWLICA, R. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): *Power Aspects of the Hot-Air Drying of Grain*. Zeméd. Techn., 32, 1986 (12) : 717-727.

Intensification of the drying process in the SSZ driers is based on a better mixing of the grain and optimized parameters of the built-in shaft system enabling regular heating of grain columns and layers. The savings are up to 18 %. In the new driers of the TS series, intensification also derives from the removal of irregularity of material flow which reduces power demand by 7 to 15 %. When the waste air of the TS driers is re-cycled (10 to 25 % of the total amount of air), 8 to 11 % of the power is saved with no reduction of output. The maximum theoretical saving brought about by automatic control which reduces fluctuation in input moisture to 30—35 % has been found to be 14 %. Grain driers are seasonal machines working for 200 to 800 hours of operation. The high relative values of power saving due to additional measures bring about lower absolute annual saving than do the low relative saving from the use of comparable industrial equipments. The costs of the equipments designed to save power in driers have to comply with the principles of profitability and over-all economic effectiveness.

grain driers; specific power consumption; power saving; intensification of the process; re-cycling of waste air; automatic control of the process; profitability of measures

PAWLICA, R. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepy): *Energetische Aspekte der Heißlufttrocknung von Getreide*. Zeméd. Techn., 32, 1986 (12) : 717-727.

Die Intensivierung des Trocknungsprozesses bei den Trocknern SSZ beruht auf einer Erhöhung des Effekts der Korndurchmischung und auf der Optimierung des Systems des Schachteinbaus, das eine gleichmäßige Erwärmung der Kornsäulen und -schichten gewährleistet. Die festgestellten Einsparungen betragen bis zu 18 %. Bei den neuen Trocknungsanlagen der Reihe TS stützt sich die Intensivierung des Prozesses zusätzlich auf eine Abschaffung des ungleichmäßigen Materialflusses, wodurch der Energiebedarf um 7 bis 15 % herabgesetzt wurde. Die Energieeinsparungen beim Einsatz des Systems der Abluftrezirkulation bei den Trockenanlagen TS im Umfang von 10 bis 25 % der Gesamtluftmenge, lagen bei 8 bis 11 %, ohne Leistungsabfall. Die theoretischen Einsparungen, die aus der automatischen Regulierung resultieren, durch die die Schwankungen der Beschickungsfeuchtigkeit zu 30 bis 35 % abgedämpft werden können, wurden mit maximal 14 % beziffert. Die Getreidetrocknungsanlagen sind Saisonmaschinen, die zwischen 200 bis 800 Laufstunden im Einsatz sind. Die hohen relativen Werte der Einsparungen bei zusätzlichen Maßnahmen ergeben absolut eine geringere Jahreseinsparung als niedrigere relative Einsparungen bei der Anwendung vergleichbarer industrieller Einrichtungen. Die auf Energieeinsparungen bei den Trockenanlagen orientierten Kosten für die Einrichtungen müssen den Grundsätzen der Rentabilität und der ökonomischen Gesamteffektivität entsprechen.

Getreidetrocknungsanlagen; spezifischer Energieverbrauch; Energieeinsparungen; Intensivierung des Prozesses; Abluftrezirkulation; automatische Prozeßregulation; Rentabilität von Maßnahmen

Adresa autora:

Ing. Rudolf Pawlica, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha-Řepy

Výběr z nových přírůstků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ

z úseku zemědělská technika

Uvedené publikace je možné si půjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Půjčovní doba: pondělí, úterý a čtvrtek od 9.00 do 16.00 hod., středa od 9.00 do 18.00 hod., pátek od 9.00 do 15.30 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

D 51.898/1140

Wedholms DF 813 AD 600 ja DF AD 900 — Tilasäiliöt. Wedholms DF 813 AD 600 and AD 900 — Milking cooling tanks.

Helsinki, Vakola 1984. 7 s., tab. Koetusselostus 1140. (Chladicí nádrže — mléčné — zkoušení — Finsko — zprávy)

GOEBEL, W.

C 29.122/262

Wirtschaftlichkeit von Stallluft-Wärmepumpen.

Tänikon, Eidg. Forschungsanstalt f. Betriebswirtschaft und Landtechnik 1985. 8 s., 7 obr., 3 tab. FAT-Berichte 262. (Čerpadla tepelná — stájová — hospodárnost — výzkum — Švýcarsko)

E 38.142/459

Behandlung von Rindern und Schweinen von der Schlachtung.

Markkleeberg, Akad. der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Landwirtschaftsausstellung der DDR 1984. 15 s. (Skot jatečný a prase jatečné — doprava)

BILOKON, JA. JU. — KRYŽANIVSKYJ, P. I.

D 75.044

Keruvannja traktoramy i samochidnymy kombajnamy.

Kyiv, Urožaj 1983. 150 s., obr. (Traktory — řízení / Sklízecí mlátičky — řízení — příručka)

GARCIA DE DIEGO, J.

C 19.314/16/3

El frenado de tractores y ensayos.

Zaragoza, b. n. 1984. 10 s., obr., tab. 16. conferencia internacional de mecanizacion agraria, Zaragoza, 1984. Comunicacion a la segunda ponencia 3. (Traktory — vibrace — ochrana — výzkum — Španělsko)

C 19.314/16/12

Niveles de vibracion en tractores y valoracion de acuerdo con ISO 2631.

Zaragoza, b. n. 1984. 13 s., obr., tab. 16 conferencia internacional de mecanizacion agraria, Zaragoza, 1984. Comunicacion a la segunda ponencia 12. (Traktory — vibrace — snižování — výzkum — Španělsko)

M. Ruml, Z. Staněk, L. Rumlová

RUML, M. — STANĚK, Z. — RUMLOVÁ, L. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy; ČVUT, fakulta elektrotechnická, Praha): *Elektroseparace osiv — koncepce a problémy*. Zeměd. Techn., 32, 1986 (12): 729—744.

V příspěvku je popsána nová koncepce elektroseparatoru, podle které by se mohly vytřídit biologicky hodnotnější frakce z osiva již mechanicky vytríděného. Nové třídění je založeno na elektrických vlastnostech semen, tedy na zásadně jiném principu, než je separace mechanická. Z tohoto hlediska je posuzován funkční model bubnového separátoru s bifilárním vinutím. Na tomto funkčním modelu s pracovním napětím 0 až 5 kV bylo dosaženo mnoha dobrých výsledků. Jsou však uvedeny i jeho konstrukční nedostatky a neúspěchy separace při některých režimech třídění.

elektroseparatory — konstrukce; bubnový elektroseparator osiva

Ošetřování osiva po sklizni a jeho úprava před setím je důležitou součástí zvyšování výnosů. Kvalitní osivo je bezesporu nejlevnějším intenzifikačním faktorem v rostlinné výrobě. Proto má úprava osiva před setím — čištění a třídění — základní význam. Čištění osiv od příměsí je v současné době v podstatě vyřešeno. Stejně tak je uspokojivě řešeno třídění osiv podle tvaru, hmotnosti, popř. podle měrné hmotnosti. Podílí se na tom soustava strojů a zařízení: síta, překulovače, triery, vzduchové čističe, třídiče. Dále jsou to různé systémy pásových vrhačů osiv a elektromagnetické odlučovače. Mimo tuto základní řadu je již mnoho let znám princip elektroseparatoru osiv.

V této souvislosti je třeba připomenout, že elektroseparatory se v současnosti v mnoha zemích intenzivně studují a konstruují z více důvodů.

Elektroseparace především vhodně doplňuje mechanickou separaci. Technologicky je výhodné na elektroseparatoru třídít, event. čistit, např. lehká, osinatá a podlouhlá semena. Také v potravinářském průmyslu je vytrídění mnoha produktů při elektroseparatoru rychlejší a dokonalejší.

V posledních letech se však v literatuře naznačují tři nové koncepce elektroseparatoru — tedy určitá nová kvalita této staré technologie. Nové pojetí vychází z této úvahy: při elektroseparatoru se osivo dělí podle elektrických vlastností (relativní permitivity, měrné vodivosti, polarizovatelnosti, integrálních dielektrických vlastností, schopnosti přijímat a odevzdávat elektrický náboj). Proto je možné například mechanicky dokonale vytríděnou frakci (podle hmotnosti, tvaru) dále separovat na elektroseparatoru na řadu frakcí, u kterých vždy předpokládáme společné elektrické vlastnosti. Pokud dále předpokládáme, že tyto vlastnosti osiva v určité frakci a při určitém režimu separace mohou korelovat s biologickou kvalitou osiva (což je alespoň u některých elektrických vlastností dokázáno), můžeme definovat nové koncepce elektroseparatoru: vytrídění neklíčivých semen, zdroj stimulace a možnost dělit osivo na biologicky kvalitní a méně kvalitní.

ELEKTROSEPARACE S CÍLEM VYTŘÍDIT NEKLÍČIVÁ SEMENA

Při běžném skladování se neživé semeno neliší od živého hmotností, tvarem ani jinak morfologicky. Jsou však reálné předpoklady k tvrzení, že se může lišit v jednotlivých elektrických a jiných fyzikálních vlastnostech nebo v souhrnu těchto vlastností. Předpokládá se, že tyto vlastnosti bude možné indikovat nejen kontaktním způsobem, ale i distančně. To je případ elektroseparace, při níž působíme silným elektrickým polem na osivo, které je v oblasti tohoto pole v pohybu. Osivo je separováno vychýlením z přirozeného (neovlivněného) pohybu, který by se uskutečnil bez elektrického pole. Vychýlení je nesporně integrálním ukazatelem elektrofyzikální kvality semene, ale je i projevem biochemické kvality jeho endospermu, zárodku, popř. osemení. Proto lze vycházet z předpokladu, že v určitém separačním režimu (a při mnoha definovaných podmínkách) bude možné neklíčivá semena z osiva odseparovat.

MOŽNOST ELEKTROSEPARACE BIOLOGICKY RŮZNĚ KVALITNÍCH FRAKCIÍ

Síla růstu (vigour), vitalita, je dána souhrnem genetických vlastností semene a úrovní jeho fyziologického stavu. Fyziologický stav semene má svůj reálný výraz ve specifických biochemických vlastnostech spoluurčujících metabolismus. Opět je možné reálně předpokládat, že se tento stav promítá do elektrofyzikálních vlastností semene a že může být registrován.

V současné době ještě nikde nebyly publikovány takové režimy elektroseparace, které by spolehlivě vedly k vytřídění biologicky hodnotnějších semen. Můžeme však předpokládat, že jsou některé zahraniční semenářské firmy, které mají určité znalosti takové elektroseparace k dispozici. Je pochopitelné, že výsledky a postupy se z komerčních důvodů nepublikují.

ELEKTROSEPARACE JAKO ZPŮSOB STIMULACE OSIVA

Tento postup je zřejmě nejméně důležitou koncepcí ze všech jmenovaných, ale technologicky to není koncepce zanedbatelná. Elektrické pole, kterým osivo při separačním procesu prochází, zvyšuje energii částic vyvolávajících stimulaci. Např. u pšenice se touto stimulací získává intenzivnější růst klíčenců: délka vyrostlých koleoptil je za určitou dobu o 5 až 10 % větší. To je dobrou predikcí pro další růst a vývoj.

O nutnosti intenzivně řešit problematiku elektroseparace osiv se zřetelem na nové technologické koncepce mluví i skutečnost, že několik renomovaných zahraničních firem nabízí „homogenní“ osivo. Tento obchodní název osiva, který zatím ve šlechtitelské terminologii nenajdeme, zaručuje osivo dokonale prošlechtěné s téměř absolutní klíčivostí, s maximální a naprosto vyrovnanou vzházivostí a s vyrovnaným růstem a vývojem.

Takové „ideální“ osivo je zřejmou šlechtitelskou záležitostí. Zmenšení variačního koeficientu — jeho některých vlastností ze souboru distribuční křivky — však již nemůže být dosaženo klasickým mechanickým tříděním. V této souvislosti právě elektroseparace představuje progresivní metodu.

METODA ELEKTROSEPARACE A JEJÍ OVĚŘOVÁNÍ

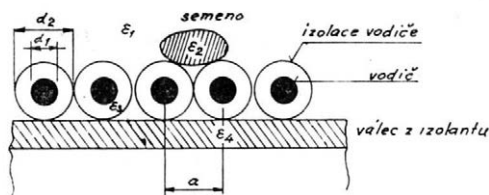
Elektroseparaci osiv je možné realizovat několika způsoby. Nejčastěji se využívá souboru sil v blízkosti dvojice nabitých vodičů a povrchového nabíjení osiva v unipolární koroně (obdoba elektrostatických odprašovačů v průmyslu).

V tomto příspěvku posuzujeme elektrostatický bubnový systém s bifilárním vinutím. V provozu je totiž právě bubnový systém nejčastěji realizován. V SSSR jsou v prodeji čtyři tyto typy, zatím však zřejmě jen jako alternativy k mechanické separaci, nikoli přímo se zaměřením na výrobu „homogenního“ osiva. Výhodou bubnových systémů s bifilárním vinutím je jednoduchá, prostorově malá a kompaktní konstrukce a práce s nižším napětím (0–8 kV).

SILOVÉ POMĚRY NA OTEVŘENÉM BIFILÁRNÍM VINUTÍ (OBV)

Na obr. 1 je znázorněna část bifilárního vinutí v řezu. Celkový elektrický indukční tok ψ mezi oběma nabitými vodiči se zřejmě dělí na tok vzduchem (ψ_1), tok dielektrikem

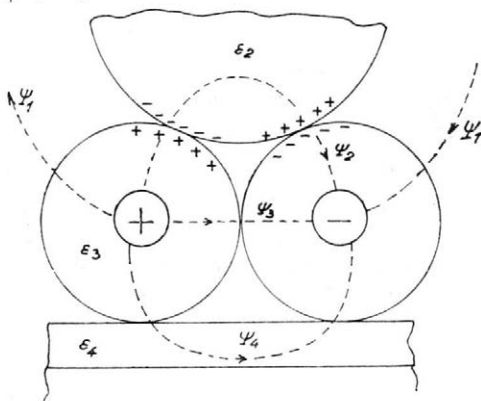
1. Část bifilárního vinutí v řezu —
Sectional view of part of the bifilar
winding



semene (ψ_2), tok izolací vinutí (ψ_3) o permitivitě ϵ_3 a tok v materiálu válce (ψ_4) o permitivitě ϵ_4 : $\psi = \psi_1 + \psi_2 + \psi_3 + \psi_4$ (obr. 2). Dielektrický indukční tok ψ_2 indukuje na povrchu izolace vodičů i semen elektrické náboje, které na sebe navzájem působí Coulombovými silami přitahujícími semena k vinutí. Výsledná síla je rovna součtu sil na straně kladně a záporně nabitých vodičů

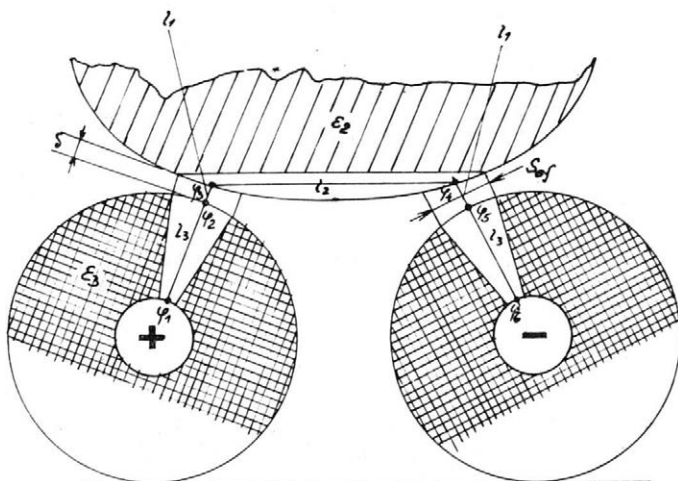
$$\vec{F}_{el} = \vec{F}_+ + \vec{F}_-$$

2. Dělení elektrického indukčního toku při separaci osiva na otevřeném bifilárním vinutí — Separation of the electric induction flow during seed separation on an open bifilar winding

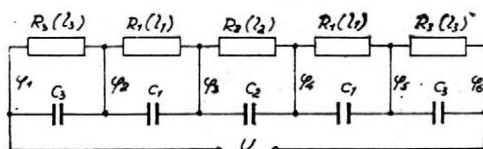


Ve střídavém elektrickém poli dochází ke změně polarity nábojů na povrchu semen a izolace vodičů během jedné periody napájecího napětí. Mění se proto i amplituda síly F_{el} od nuly do maxima, ale její směr a smysl zůstávají stále stejné.

Filčakov a Pančišin (1961) vytvořili a studovali analogový model konfigurace polí se semeny a bez semen pomocí pružné membrány, aby získali analytický výraz pro sílu F_{el} . To umožnilo poznat nejpravděpodobnější cesty elektrického indukčního toku semeny a vytvořit model vhodný pro odvození analytického vyjádření síly F_{el} (obr. 3).



3. Model pro odvození analytického vyjádření výsledné elektrické síly působící na semeno na otevřeném bifilárním vinutí — Model for the derivation of the analytic expression of the resultant electric force acting on seeds on an open bifilar winding



4. Náhradní schéma indukčních toků a potenciálů pro prostor semeno — bifilární vinutí — Equivalent circuit of the induction flows and potentials for the seed — bifilar winding space

Předpokládáme, že k maximální hustotě elektrického náboje dochází na povrchu semene o ploše S_{ef} . Tyto náboje vyvolávají efektivní indukční tok ψ_{ef} . Jestliže střední siločára indukčního toku ve vzduchové mezeře mezi semenem a izolantem vodiče má směr normály k povrchu semene, pak síla působící na S_{ef} je

$$\vec{F}_{el} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_1}{2} \int_{S_{ef}} E_1^2 \vec{n} d S_2 \quad (1)$$

kde: $\epsilon_1 = \epsilon_0$ — permitivita vakua

E_1 — intenzita elektrického pole na elementárním povrchu $d S_2$

$\vec{n}$ — normálový vektor k S_{ef}

Pro lepší názornost a pro vyjádření intenzity E_1 si můžeme nakreslit náhradní schéma indukčních toků a potenciálů v zájmovém prostoru (obr. 4).

Vzduchové mezery a úseky dielektrik jsou zde nahrazeny ekvivalentními odpory a kapacitami. Jestliže známe potenciály na povrchu semen φ_3, φ_4 a na izolaci vodičů φ_2, φ_5 , je možné určit intenzitu elektrického pole na elementárním efektivním povrchu

$$E_1 = \frac{\Delta\varphi}{\delta} \quad (2)$$

Pro symetrickou soustavu platí

$$\Delta\varphi = \varphi_3 - \varphi_2 = \varphi_5 - \varphi_4 \quad (3)$$

Z obr. 4 dále plyne

$$\Delta\varphi = \frac{U}{2 \frac{y_1}{y_3} + 2 + \frac{y_1}{y_2}}$$

kde: U — napětí připojené na bifilární vinutí

$y_x = 1/R_x$ ($x = 1, 2, 3$ — vodivosti efektivního toku ve vzduchové mezeře, semenu a izolaci vodičů)

Vodivosti y_1, y_2, y_3 můžeme dále pomocí vzdáleností l_1, l_2 a l_3 vyjádřit výrazy

$$y_1 = \frac{S_1}{\delta} \sqrt{\gamma_1^2 + f^2 \epsilon_0^2 \epsilon_1^2} \quad (4)$$

$$y_2 = \frac{S_2}{l_2} \sqrt{\gamma_2^2 + f^2 \epsilon_0^2 \epsilon_2^2} \quad (5)$$

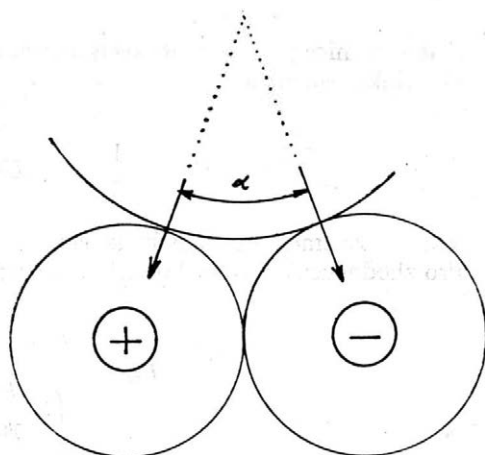
$$y_3 = \frac{S_3}{l_3} \sqrt{\gamma_3^2 + f^2 \epsilon_0^2 \epsilon_3^2} \quad (6)$$

kde: $\epsilon_0, \epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ — permitivity

S_1, S_2, S_3 — střední plochy průřezů efektivního indukčního toku ve vzduchové mezeře mezi semenem a izolací vodiče

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ — měrné elektrické vodivosti vzduchu, semen a izolace vodičů

5. Úhel mezi silami směřujícími k osám vodičů — The angle between forces directed towards the axes of the conductors



Je možné předpokládat, že $S_1 = S_2 = S_3 = S_{ef}$. f je ve vzorcích (4), (5) a (6) kmitočet napětí U připojeného na otevřené bifilární vinutí (OBV).

Dosadíme-li do rovnice (2) $\Delta\varphi$ z rovnice (3) s účastí rovnic (4), (5) a (6) a získané vztahy dosadíme do rovnice (1), dostaneme

$$F_{el} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_1 U^2 S_{ef} \cos \frac{\alpha}{2}}{\left(2\delta + 2l_3 \sqrt{\frac{\gamma_1^2 + f^2 \varepsilon_0^2 \varepsilon_1^2}{\gamma_3^2 + f^2 \varepsilon_0^2 \varepsilon_3^2}} + l_2 \sqrt{\frac{\gamma_1^2 + f^2 \varepsilon_0^2 \varepsilon_1^2}{\gamma_2^2 + f^2 \varepsilon_0^2 \varepsilon_2^2}} \right)^2} \quad (7)$$

kde: α — úhel mezi silami směřujícími k osám vodičů (obr. 5)

Integrace je provedena po celé efektivní ploše S_{ef} a ta ve výrazu (7) představuje soubor kladně i záporně nabitých ploch na povrchu semen.

U semen kulového tvaru je

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \sqrt{1 - \left(\frac{1}{1 + \frac{R}{r_2}} \right)^2}$$

$$l_2 = 2R \left(1 + \frac{R}{r_2} \right)$$

kde: tloušťka izolace $l_3 = r_2 - r_1$

R, r_1, r_2 — poloměry semen, vodičů a jejich izolace

Reálná semena se většinou liší od ideálního kulového tvaru. Jejich povrch často bývá členitý, takže s podložkou (izolací OBV) se stýkají v několika dílčích ploškách. V takových případech nahrazujeme S_{ef} úhrnnou styčnou plochou S_k .

Rovnice (7) umožňuje analyzovat takové vlivy, jako jsou rozdílné permitivity a vodivosti semen (u různého stupně zralosti či vysušení semen). Vyloučíme-li ze vztahu (7) elektrické vodivosti, mezeru δ a ε_1 položíme rovno jedné, dostaneme:

$$F_{el} = \frac{\varepsilon_0 U^2 S_k \cos \frac{\alpha}{2}}{\left(2 \frac{l_3}{\varepsilon_3} + \frac{l_2}{\varepsilon_2} \right)^2} \quad (8)$$

Z této rovnice plyne, že při zvětšení permitivity izolace vodičů i semen F_{el} vzrůstá. Pro vlhká semena je

$$F_{el} = \frac{1}{4} \varepsilon_0 \varepsilon_3^2 U^2 = \frac{S_k \cos \frac{\alpha}{2}}{l_3^2} \quad (9)$$

Vidíme, že zmenšení tloušťky izolace vodičů rovněž vede k růstu F_{el} .

Pro zhodnocení vlivu elektrické vodivosti na F_{el} přepíšeme rovnici (7) do tvaru

$$F_{el} = \frac{\varepsilon_0 U^2 S_k \cos \frac{\alpha}{2}}{\left(2 \frac{l_3}{\gamma_3} + \frac{l_2}{\gamma_2}\right)^2} \quad (10)$$

Při zvýšení vodivosti izolace vodičů i semen (vlhká nebo nezralá) se F_{el} rovněž zvýší.

Z rovnice (7) dále vyplývá, že zvětšení vzduchové mezery δ vede ke zmenšení F_{el} . Je proto třeba při konstrukci třídíče zabránit vzniku vzduchových mezer mezi semeny a vinutím. F_{el} závisí také na orientaci semen vzhledem k siločárám pole. U semen orientovaných ve směru siločar je největší. Semena protáhlého tvaru se tímto směrem v elektrickém poli sama orientují.

Jak bylo ukázáno, je při konstantním napětí na daném OBV síla F_{el} přímo úměrná součtu permitivity a měrné vodivosti semene. Sídlem elektrické vodivosti jsou v hrubém přiblížení u zdravých a životaschopných semen všechny zárodečné orgány budoucí rostliny, které vždy obsahují větší množství vody než endosperm. Naproti tomu permitivitu určují ty části semene, které mají charakter dielektrika, tj. buněčné stěny a zásobní látky. Permitivita uváděná v předchozích vzorcích je integrálním vyjádřením složité biologické struktury semene. Integrální permitivita ε_2 zřejmě citlivě reaguje na stav všech zárodečných orgánů budoucí rostliny a v okamžiku třídění se promítá do síly F_{el} .

Tato hypotetická úvaha nemůže být v současné době ještě věcně doložena, protože skutečný mechanismus třídění osiva v elektrickém poli není znám. Měření permitivity či vodivosti semen metodami obvyklými pro neživé látky nepřináší výsledek, neboť semena mají neobyčejně složitou strukturu a nepatrný objem strukturálních složek.

Proces třídění semen v elektrickém poli otevřeného bifilárního vinutí (OBV) je záležitostí interakce řady sil. Kromě F_{el} , orientované do osy válce, tu vystupuje také gravitační síla semen G a síla odstředivá F_0 , daná hmotností semene, poloměrem OBV a úhlovou rychlostí válce. Tyto síly vytvářejí výslednou sílu F_v . Zřejmě platí (obr. 6), že F_v rozložíme na složku normálovou $\vec{F}_n$, která přidržuje semeno na povrchu OBV, a složku tečnou $\vec{F}_t$, která naopak strhává semeno s povrchu OBV.

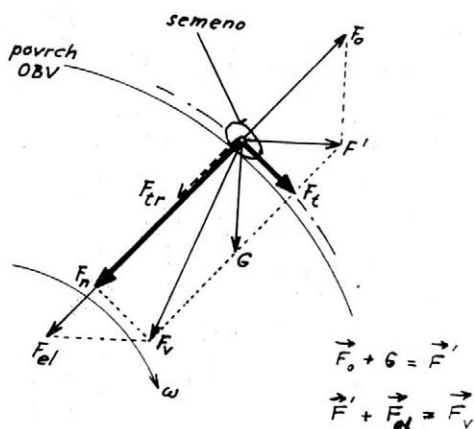
NÁVRH ELEKTROSEPARÁTORU

Abychom mohli elektroseparaci ověřit, zkonstruovali jsme funkční model elektro-separátoru s otevřeným bifilárním vinutím.

Schéma zapojení střídavé a stejnosměrné verze elektro-separátoru je uvedeno na obr. 7 a 8.

Válec je uložen v kleci, jejíž čela jsou opatřena valivými ložisky. Napětí je přiváděno k válci kartáčky upevněnými v bočních stěnách klece. Ve spodní části klece je prostor pro vytríděné frakce. K pohonu válce bylo použito dvoustupňového řízení otáček ozu-

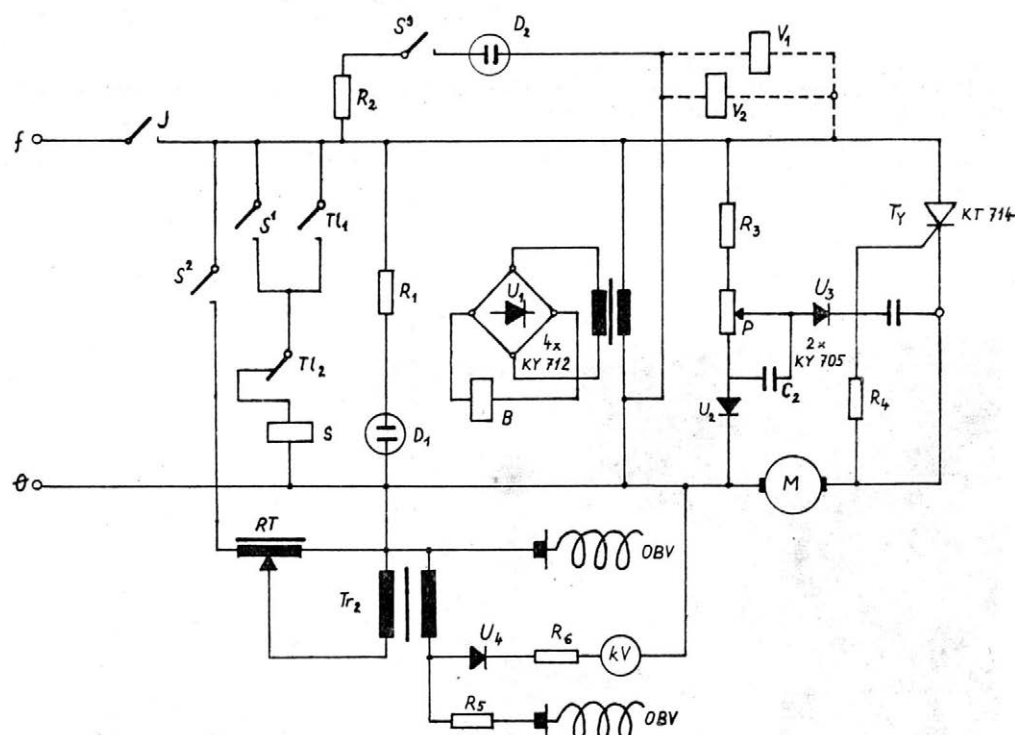
6. Rozložení sil působících na semeno na povrch otevřeného bifilárního vinutí — Distribution of forces acting on seeds on the surface of open bifilar winding



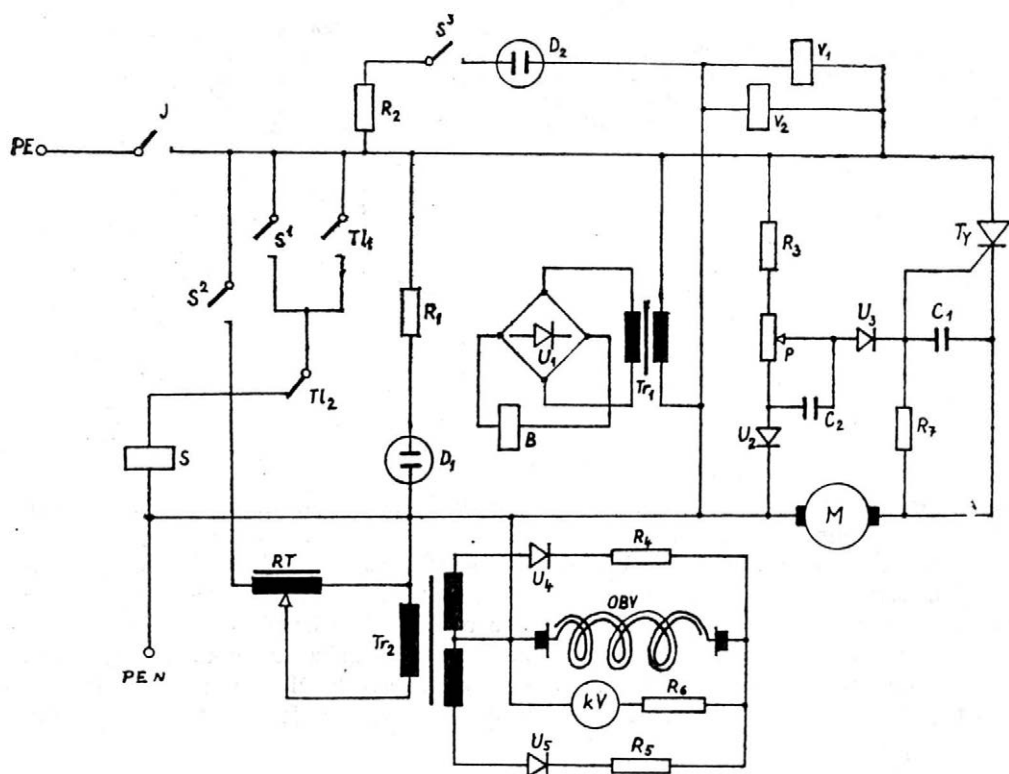
benou převodovkou 1:15 a elektronickou převodovkou s možností regulace otáček od 6 do 20 za minutu.

Součástí klece je rotující kartáč, sloužící k odstraňování poslední frakce osiva a prachových částic z válce. Poloha kartáče vůči válci je nastavitelná. Vedle klece je umístěna hlavní součást vysokonapěťových obvodů — rozptylový transformátor TRC 145.

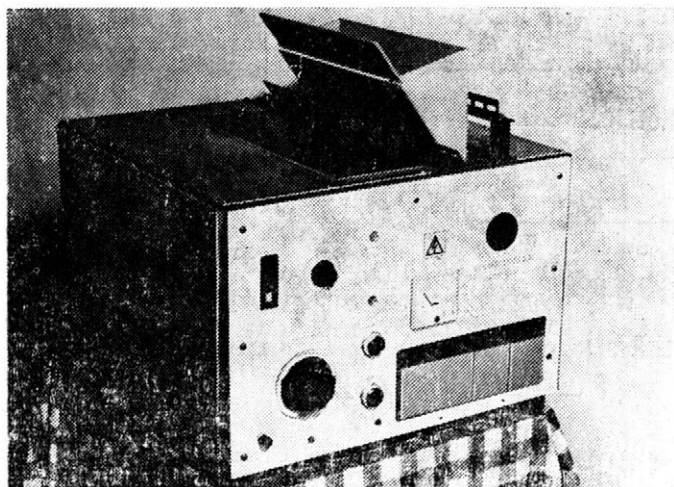
Se základní kostrou je pevně spojena kostra z děrovaných úhelníků. Kostra slouží k připevnění duralových plechů. Čelní stěna stroje zároveň slouží k upevnění regulačního transformátoru *vn*, regulátoru otáček, ovládacího vypínače a tlačítek, měřících a signali-



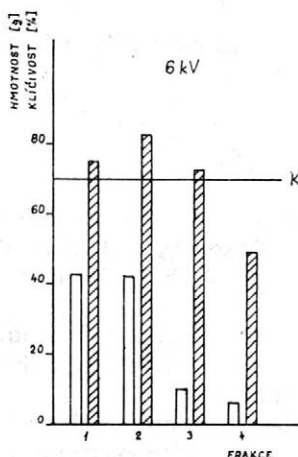
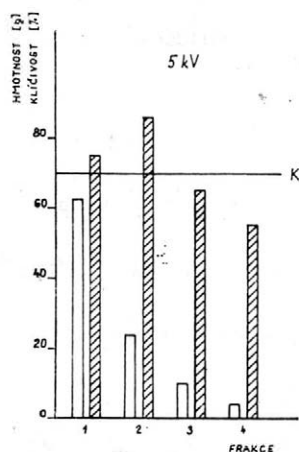
7. Schéma zapojení střídavé verze elektroseparatoru — Circuit diagram of the alternating version of the electric separator



8. Schéma zapojení stejnosměrné verze elektroseparatoru — Circuit diagram of the direct version of the electric separator

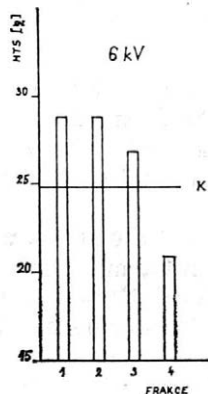
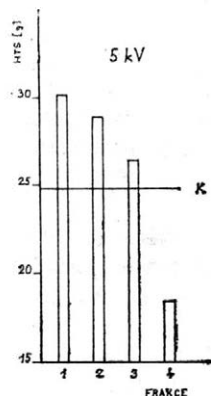


9. Funkční model elektroseparatoru — Functional model of the electric separator

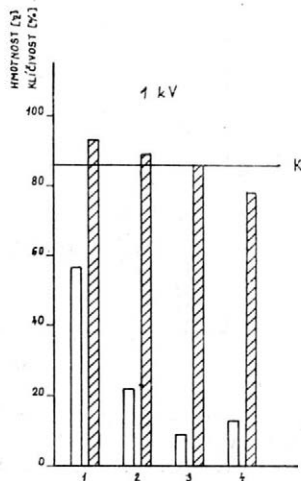
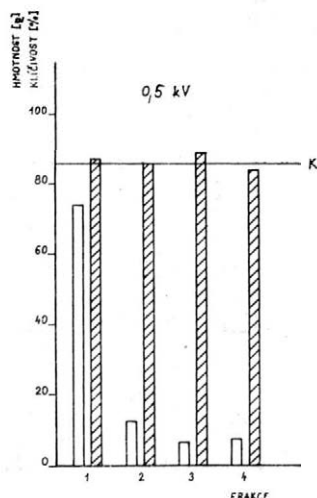


10. Hmotnost a klíčivost jednotlivých frakcí při střídavém napětí 5 a 6 kV (otáčky bubnu 15 min⁻¹; oves Tiger; výchozí klíčivost 70 %) — The weights and germination of different fractions at the AC voltages of 5 and 6 kV (drum speed 15 r. p. m.; Tiger cultivar of oats; starting germination 70 %)

□ hmotnost
▨ klíčivost



11. Hmotnost tisíce semen (HTS) u jednotlivých frakcí (střídavé napětí 5 a 6 kV; oves Tiger; výchozí HTS 24,8 g) — Thousand-seed weight (HTS) in different fractions (AC voltages of 5 and 6 kV; Tiger cultivar of oats; starting HTS 24.8 g)



12. Hmotnost a klíčivost jednotlivých frakcí při střídavém napětí 0,5 a 1 kV (salát Merkur; výchozí klíčivost 86 %; otáčky 12 min⁻¹) — The weights and germination of different fractions at the AC voltages of 0.5 and 1 kV (Merkur lettuce cultivar; starting germination 86 %; 12 r. p. m.)

začních prvků. Funkční model elektroseparatoru (verze pracující se střídavým vysokým napětím) je na obr. 9.

OVĚŘENÍ ELEKTROSEPARACE

K ověřování elektroseparatoru bylo použito těchto osiv: oves ('Tiger'), mák ('Amarin'), kostřava luční (čištěné tržní osivo), salát ('Merkur').

Osivo bylo dodáno z tržní sítě Osevy či Sempry a bylo běžně obchodně čištěné a tříděné.

K testování frakcí po elektroseparaci bylo použito těchto ukazatelů:

- hmotnost 1000 semen v jednotlivých frakcích;
- laboratorní klíčivost podle frakcí;
- hmotnostní podíl podle jednotlivých frakcí.

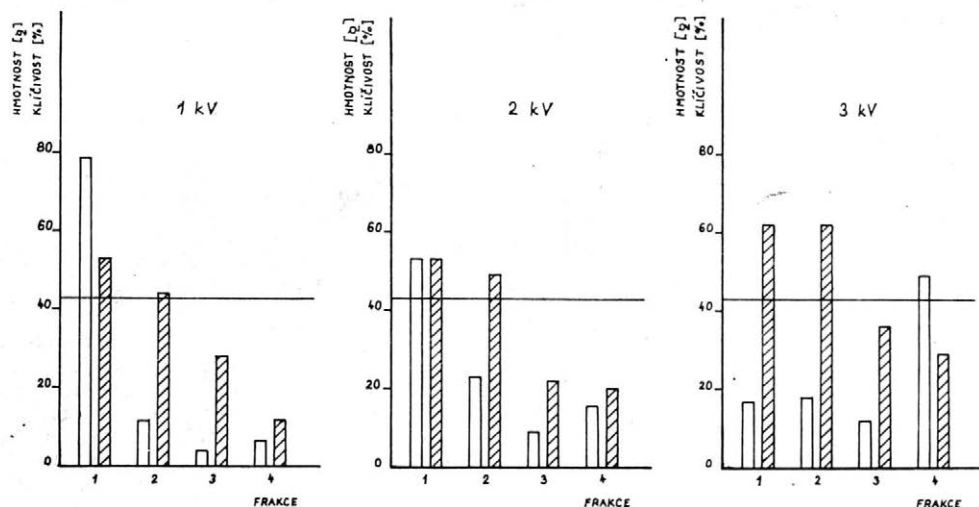
Otázka životaschopnosti frakcí (manometrické metody, použití mikroauxonometru a některé vybrané biochemické reakce) nebyla v tomto stadiu výzkumu elektroseparace řešena.

VÝSLEDKY

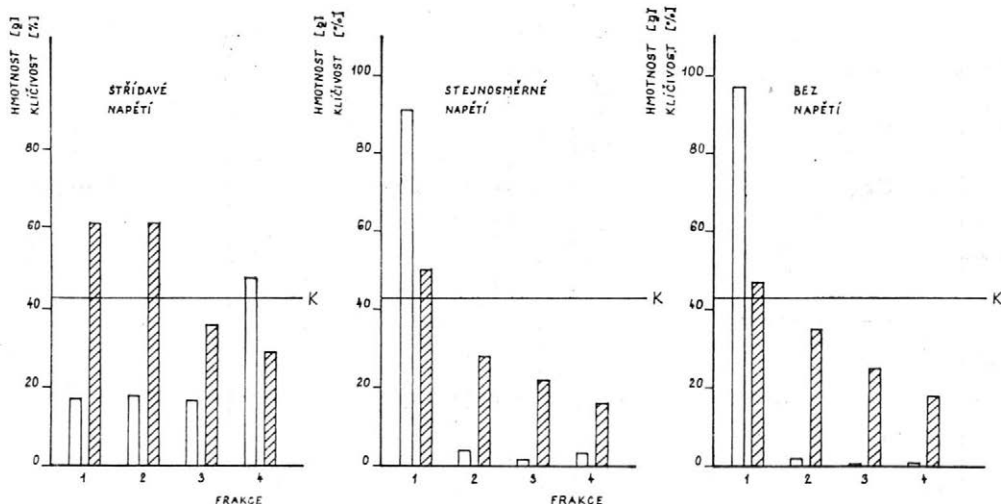
Pro zkoušení byl použit oves odrůdy 'Tiger' o výchozí klíčivosti 70 % a vlhkosti 13,7 %. Na obr. 10 je zachycena hmotnost a klíčivost jednotlivých frakcí osiva při otáčkách bubnu 15 min⁻¹ a střídavém napětí 5 a 6 kV. Přehled o hmotnosti tisíce semen (HTS) v jednotlivých frakcích při separaci ovsa při střídavém napětí 5 a 6 kV a 12 otáčkách za minutu přináší obr. 11.

Výsledek separace osiva salátu odrůdy 'Merkur' o klíčivosti 86 % a vlhkosti 12,9 % při střídavém napětí 0,5 kV a 1 kV a otáčkách bubnu 12 min⁻¹ je uveden na obr. 12.

Kostřava luční o klíčivosti 43 % a vlhkosti 11 % byla separována při otáčkách 12 min⁻¹ při střídavém napětí 1,2 a 3 kV. Výsledek je uveden na obr. 13.



13. Hmotnost a klíčivost jednotlivých frakcí při střídavém napětí 1,2 a 3 kV (otáčky 12 min⁻¹; kostřava luční; výchozí klíčivost 43 %) — The weights and germination of different fractions at AC voltages of 1.2 and 3 kV (12 r. p. m.; meadow fescue; starting germination 43 %)



14. Hmotnost a klíčivost jednotlivých frakcí při střídavém a stejnosměrném napětí 3 kV (otáčky bubnu 12 min⁻¹; kostřava luční; výchozí klíčivost 43 %) — The weights and germination of different fractions at the AC and DC voltage of 3 kV (drum speed 12 r. p. m.; meadow fescue; starting germination 43 %)

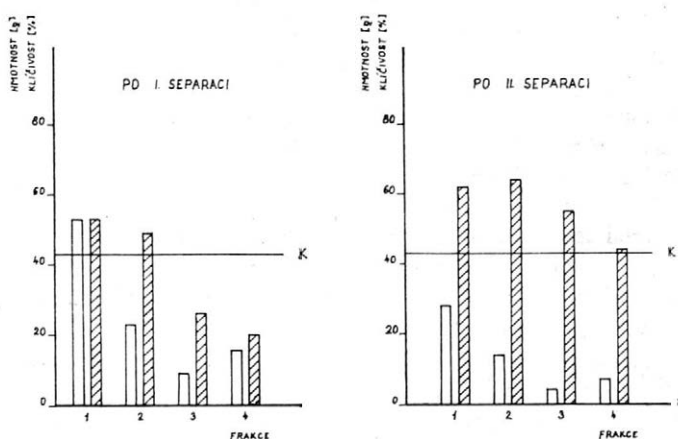
Obr. 14 přináší porovnání hmotnosti a klíčivosti jednotlivých frakcí při separaci stejnosměrným napětím 3 kV, střídavým napětím 3 kV a bez napětí — vše při otáčkách 12 min⁻¹.

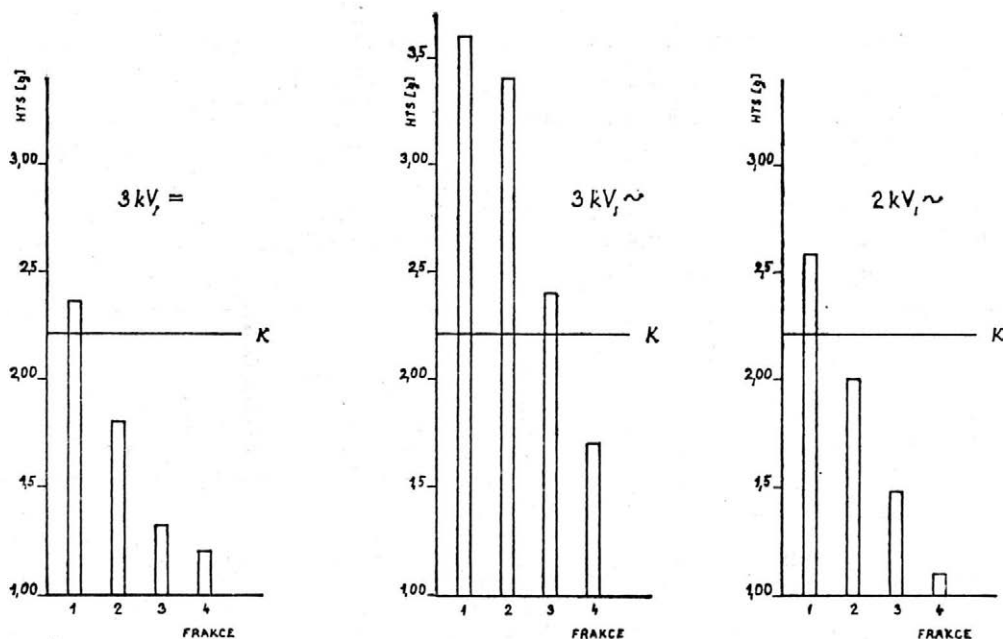
Výsledek opakované separace osiva kostřavy luční je uveden na obr. 15. Po první separaci byla první frakce znovu separována.

Série zkoušek byla uskutečněna u osiva řepky 'Mira' a máku 'Amarin'. Tato osiva jsme separovali při stejnosměrném napětí od 0,5 do 5 kV a při otáčkách od 6 do 20 za minutu. Při těchto režimech separace nebylo dosaženo reprodukovatelných výsledků.

Hmotnost tisíce semen jednotlivých frakcí osiva kostřavy a ovsu při separaci stejnosměrným a střídavým napětím uvádí obr. 16.

15. Hmotnost a klíčivost jednotlivých frakcí při opakované separaci. Po první separaci byla frakce č. 1 podrobena druhé separaci (střídavé napětí 2 kV; otáčky bubnu 12 min⁻¹; kostřava luční; výchozí klíčivost 43 %) — The weights and germination of different fractions at repeated separation. After first separation fraction no. 1 was subjected to another separation (AC voltage 2 kV; drum speed 12 r. p. m.; meadow fescue; starting germination 43 %)





16. Hmotnost tisíce semen (HTS) u jednotlivých frakcí při střídavém a stejnosměrném napětí (otáčky bubnu 12 min⁻¹; kostřava luční; výchozí HTS 2,2 g) — The thousand-seed weight (HTS) of different fractions at DC and AC voltages (drum speed 12 r. p. m.; meadow fescue; starting HTS 2.2 g)

DISKUSE

Myšlenka dělit osivo podle jeho elektrických vlastností vznikla před více než 100 lety: první patent byl podán a přidělen v roce 1880 T. V. Osbornovi z Connecticutu. Od té doby bylo patentováno mnoho různých konstrukcí. Tak např. v SSSR je za leta 1980 až 1985 ve třídě elektroseparatorů uvedeno 38 patentových položek. Stejný zájem je i v jiných zemích.

Základní teoretický přínos představuje práce, kterou uveřejnil Basov (1968). Přehled moderních zkušeností uvedl Booster (1956). Obě publikace jsou však zaměřeny především na konstrukční problematiku a postrádají hlubší analýzu biologických testů, popř. bližší určení separačních režimů.

Buko (1981) jako první upozornil na možnost využít elektroseparace pro zvyšování biologických hodnot vytríděného osiva a doporučil věnovat pozornost také stimulaci elektrickým polem. Muchin aj. (1984) popsali práci zelinářské stanice Timirjazevovy akademie při třídění červeného a bílého zelí odrůdy 'Amager 611' a 'Naděžda'. Z výsledků plyne, že třídění elektroseparatorem přineslo velmi dobré výsledky. Při elektro-separaci se autorům dařilo zvýšit laboratorní klíčivost ze 73 % na 100 %.

Taruškin aj. (1981) použili k elektro-separaci osivo v SSSR introdukované léčivé rostliny *Solanum lociniatum* a dokázali, že elektro-separací je možné dosáhnout biologicky hodnotnějších frakcí.

Hodnotíme-li vlastní výsledky, pak u ovsa lze při použití střídavého napětí konstatovat, že při určitém režimu separace jsou výsledky hmotnostních podílů v jednotlivých frakcích i jejich klíčivost dobře reprodukovatelné. Klíčivost je u první a druhé frakce vždy vyšší než u původního vzorku, a to zhruba o 5 % u první frakce a o 20 % u druhé

frakce. Obě frakce tvoří kolem 85 % celkové hmotnosti osiva. Čtvrtá frakce je sice ve všech případech hmotnostně nejmenší, ale přesto má stále ještě příliš vysokou klíčivost (17–55 %) na to, aby mohla být pro semenářské účely považována za odpad. Z obr. 10 vyplývá, že použité napětí 5 až 6 kV je zřejmě příliš nízké pro jemnější rozdělení osiva.

Salát odrůdy 'Merkur' měl výchozí klíčivost 86 %. Ani v tomto případě se nám však nepodařilo přiblížit klíčivost některé frakce ke 100 %. Při střídavém napětí 1 kV má první frakce klíčivost 93 % a hmotnost kolem 55 % hmotnosti původního vzorku. Druhá frakce, představující přes 20 % hmotnosti původního vzorku, má proti tomuto vzorku klíčivost zvýšenou pouze o 3 %. Třetí frakce má klíčivost stejnou jako původní vzorek. Do čtvrté frakce přešlo příliš mnoho klíčivých semen (klíčivost 78 %). Při vyšším napětí (2 kV) je síla přidržující osivo k válci příliš velká a většina semen je stírána až do čtvrté frakce.

Kostrava luční přechází při napětí 1 kV v 80 % hmotnosti do první frakce a zvýšení klíčivosti činí kolem 10 %. Druhá frakce má klíčivost téměř nezměněnou, třetí a čtvrtá frakce, které dohromady představují kolem 10 % hmotnosti osiva, mají ještě vysokou klíčivost (25 a 13 %). Při zvýšení napětí na 2 kV se snižuje hmotnost první frakce a zvyšuje hmotnost a klíčivost druhé frakce. Obě frakce představují téměř 80 % hmotnosti původního vzorku a mají klíčivost nad 50 % (původní klíčivost byla 40%). Čtvrtá frakce má 20% klíčivost.

Další zvýšení napětí na 3 kV sice zvyšuje klíčivost první a druhé frakce o 20 % proti původnímu vzorku (ze 43 na 62,5 %), současně však klesá hmotnost těchto frakcí na 35 % hmotnosti původního vzorku.

Při použití stejnosměrného napětí nebylo osivo kostravy uspokojivě roztrženo. Při napětí 3 kV přechází 90 % semen do první frakce, přičemž se klíčivost proti původnímu vzorku zvyšuje asi o 7 %. Podobný výsledek jsme získali, když jsme vložili semena do separátoru bez napětí. Zde působí na semena elektrostatická síla vyvolaná třením stíracího zařízení o izolaci bifilárního vinutí. Tímto způsobem přechází do první frakce více než 95 % všech semen.

Úroveň separace se může zlepšit opakováním. V našich pokusech jsme první frakci z první separace (která měla 53% klíčivost) znovu separovali. Při použití střídavého napětí 2 kV jsme pak ze 100 g osiva získali zhruba:

45 g osiva o klíčivosti 64 % (zvýšení klíčivosti o 20 %),

25 g osiva o klíčivosti 53 % (zvýšení klíčivosti o 10 %),

5 g osiva o klíčivosti 43 % (klíčivost stejná jako u původního vzorku),

20 g osiva o klíčivosti 23 %.

I když se tedy podařilo téměř u poloviny hmotnosti osiva zvýšit klíčivost o 20 %, stále dochází ke ztrátě klíčivých semen ve čtvrté frakci. Rozhodně však lze předpovědět, že kaskádový systém v oboru elektroseparatorů je výkonnější než jednotlivé propouštění.

Hodnotíme-li hmotnost tisíce semen jednotlivých frakcí (např. u osiva kostravy), můžeme konstatovat, že se snižuje od první do čtvrté frakce.

Při separaci osiva došlo v 76 % případů ke stimulaci osiva měřené délkou klíčenců. Zvýšení délky klíčenců ve stejném časovém úseku se pohybovalo mezi 5 až 9 %.

Celkově je možné hodnotit metodu, koncepci a konkrétní funkční model podle těchto kritérií:

a) Možnost dosáhnout některým ze způsobů mechanického třídění (ovšem v partii již vyčištěné a předběžně vytržené) podstatného zvýšení klíčivosti. Podle Fokanova a Sočilovové (1979) se může klíčivost osiva zvýšit o 3 až 5 % pečlivým seřazením separačního režimu tak, aby byla odstraněna semena deformovaná a morfologicky změněná.

Proto za úspěch elektroseparace považujeme teprve zvýšení klíčivosti partie (mechanicky tříděné a čištěné) o více než 10 %.

b) Na zkoušeném funkčním modelu bubnového elektroseparátoru bylo dosaženo výsledků, kterých by se mechanickým tříděním nedosáhlo. U ovesa i u kostřavy měla vytríděná frakce klíčivost o 20 % vyšší než výchozí partie. Opakovanou separací kostřavy se zvýšila nejen klíčivost, ale i hmotnostní podíl nejlepší frakce.

c) V mnoha případech nebylo elektroseparací dosaženo očekávaných výsledků.

d) Při elektroseparaci byla sledována i případná stimulace osiva měřená rychlostí růstu klíčenců za stejnou dobu. Ke stimulaci došlo v 76 % případů (o 5–9 %).

e) Byly konstatovány některé konstrukční nedostatky zkoušeného bubnového elektroseparátoru:

- při dopadu osiva na pracovní válec semena často odskakují; takové osivo pak padá bez ohledu na své elektrické vlastnosti do první frakce;

- mezi kruhovými vodiči na pracovním bubnu jsou brázdy, které znesnadňují volnou polarizaci osiva v případě, že semeno zapadne po délce své osy do brázdy — povrch bifilárního vodiče bude třeba vyrovnat;

- kulatá semena (i malá — mák, řepka) se při bubnovém způsobu elektroseparace velmi špatně třídí;

- mezi další nedostatky je třeba počítat i nesnadnou nastavitelnost výšky mezi schránkami na frakce a bubnem.

ZÁVĚR

I když zatím zdaleka nebylo dosaženo absolutních výsledků, které jsou vytyčeny jako cíl (vytrídění neklíčivých semen), výsledky svědčí o tom, že koncepce elektroseparace je správná. Pokud nebyly výsledky kladné, nebyly zřejmě voleny správné režimy elektro-separace.

Pokud jde o strategii dalšího výzkumu, je i touto prací dokázáno, že elektroseparace umožňuje — jako zatím jediná známá metoda — vytrdit osivo s klíčivostí vyšší, než má výchozí partie.

Po rozboru výsledků jsme došli k závěru, že bude nutné přejít na komorový systém elektroseparace s vyšším provozním napětím (20–40 kV) proto, aby mohla být separována i větší semena. Dále předpokládáme, že v silném a nehomogenním elektrickém poli během volného pádu semen bude možné citlivěji řídit frakcionaci. Bifilární bubnový systém bude po konstrukčních úpravách vhodný pro další výzkum separace drobných semen.

Výzkum elektroseparace považujeme za nesmírně potřebný a praktický úkol, kterému by mělo být věnováno mnohem víc pozornosti. Rozhodně nebude vyřešení tohoto problému ani lehké, ani rychlé. Aby bylo úspěšné, bude třeba stavět funkční modely a zkoušet jejich separační režimy, zaměřit se především na základní výzkum elektrických vlastností osiva ve spolupráci se šlechtiteli, s genetiky a s fyziologií. Dále bude třeba modelovat na počítači soustavu semeno — fyzikální pole nejen staticky, ale i kineticky.

Literatura

BASOV, A. M.: Elektrozernočištělnyje mašiny. Moskva, Mašinostrojenije 1968.

BOOSTER, D. E.: Technical paper abstracted in Agric. Engng. 49th Annual Convention of ASAE, 1956.

BUKO, S. S.: Biologičeskije osnovy povyšeniya urožajnosti selskochozjajstvennych kul'tur. Moskva 1981.

FILČAKOV, P. F. — PANČIŠIN, V. P.: Modělirovaniye potencial'nykh polej na elektroprovodnoj bumage. Kijev, Izd. AN USSR 1961.

FOKANOV, A. N. — SOČILOVA, N. N.: K opreděleniju čistoty semjan zernovykh kul'tur. Selek. i Semenov., 1979, č. 3, s. 53-55.

MUCHIN, V. D. et al.: Elektroseparacija semjan. Kartof. i Ovošči, 22, 1984, č. 2, s. 15-18.

TARUŠKIN, V. I. et al.: Effektivnost elektroseparacii semjan pri promyšlennoj kul'ture v zakrytom gruntě. Vest. sel-choz. Nauki, 1981, č. 7, s. 37-58.

Došlo dne 3. 7. 1986

РУМЛ, М. — СТАНЕК, З. — РУМЛОВА, Л. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы; Политехнический институт, кафедра электротехники, Прага): *Электросепарация семян — концепция и проблемы*. Zeměd. Techn., 32, 1986 (12) : 729-744.

Приводится новая концепция электросепарации семян, согласно которой могли бы отделиться биологически более ценные фракции из уже механически отсортированных семян. Новая сепарация основана на электрических свойствах семян, следовательно, на совсем другом принципе, чем механическая сепарация. С этой точки зрения обсуждается функциональная модель барабанного электросепаратора с бифилярной намоткой. На функциональной модели с рабочим напряжением 0—5 кВ было получено много хороших результатов. Однако приводятся и ее конструктивные недостатки и неудачи сепарации при некоторых режимах сортировки.

электросепараторы — конструкция; барабанный электросепаратор семян

RUML, M. — STANĚK, Z. — RUMLOVÁ, L. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Repy; Czech Technical University, Faculty of Electrical Engineering, Praha): *Electric Separation of Seeds — Conception and Problems*. Zeměd. Techn., 32, 1986 (12) : 729-744.

A new conception of the electric separation of seeds is described, enabling to separate the fractions of a higher biological value out of seeds already sorted mechanically. The novel method of sorting is based on the electric properties of seeds, i. e. a principle entirely different from mechanical separation. A functional model of drum electric separator with bifilar winding is evaluated from this point of view. Many promising results have been obtained with this model working at voltages from 0 to 5 kV. However, the drawbacks of its design and failures of separation at some regimes of sorting are also indicated.

electric separators — design; drum electric separator of seeds

RUML, M. — STANĚK, Z. — RUMLOVÁ, L. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Repy; Tschechische Technische Hochschule, Elektrotechnische Fakultät, Praha): *Elektroseparation von Saatgut — Konzeption und Probleme*. Zeměd. Techn., 32, 1986 (12) : 729-744.

Es wird eine neue Konzeption der Elektroseparation von Saatgut dargelegt, wonach biologisch wertvollere Fraktionen aus bereits mechanisch sortiertem Saatgut separiert werden könnten. Dieses neue Sortierverfahren beruht auf den elektrischen Eigenschaften der Samen, d. h. auf einem grundsätzlich anderen Prinzip als die mechanische Separation. Von diesem Gesichtspunkt aus wird ein Funktionsmodell eines Trommelelektrosparators mit Bifilarwicklung bewertet. Mit diesem Funk-

tionsmodell mit einer Arbeitsspannung von 0 bis 5 kV wurde eine Reihe guter Ergebnisse verzeichnet. Es werden jedoch auch seine Konstruktionsmängel sowie einige Mißerfolge der Separierung bei manchen Sortierungsregimen angeführt.

Elektroseparatoren — Konstruktion; Trommelelektroseparator für Saatgut

Adresy autorů:

Ing. Milan Ruml, CSc., ing. Luba Rumlová, Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha-Řepy

Ing. Zdeněk Staněk, ČVUT, fakulta elektrotechnická, katedra fyziky, Suchbátarova 2, 166 27 Praha 6

ČIŠTÍŇOVÁ, I. — HAŠ, S. — HUTLA, P. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Opticky aktivní pokryv půdy ve sklenících*. Zeměd. Techn., 32, 1986 (12) : 745-754.

V letech 1984 a 1985 byla ve skleníku pěstována brukev odrůdy 'Azur' na pozemcích pokrytých bílou, hliníkovou, černou a průsvitnou fólií a dále na pozemku bez fóliového pokryvu. Byly sledovány optické vlastnosti fólií, ozáření sluncem a oblohou, teplota vzduchu a teplota půdy. Na všech pozemcích pokrytých fólií byl výnos větší a kvalita rostlin lepší, rostliny byly ranější. Nejlepších výsledků bylo dosaženo při použití bílé fólie, za ní následovala fólie hliníková.

fólie; teplota půdy; brukev kedluben; stonkové hlízy; výnos; kvalita; ranost sklizně

Fólie používané k pokryvu půdy mají uplatnění v zahradnické praxi i v zemědělství. Testováním různých druhů fólií pokládaných na půdní substrát jsme se snažili zjistit, jaké jsou možnosti jejich použití, chceme-li snížit energetickou náročnost tím, že se zkrátí pěšební doba rychlených zelenin, což je v souladu s ekonomickými hledisky.

Ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky v Praze proběhly již v letech 1975 až 1977 ve spolupráci s Vysokou školou zemědělskou v Praze pokusy týkající se problematiky změn optických vlastností půdního povrchu (Haš, 1980; Duffek, 1984). Naše současná práce na tyto pokusy navazuje.

Fólie mění vlhkostní, tepelné i světelné poměry v půdě i v rostlinném porostu. Szabó (1978) uvádí, že se pod fóliemi zvyšuje teplota půdy o 3 až 5 °C, vlhkost půdy o 2 až 3 %. Zengerle (1981) naměřil největší zvýšení teploty pod průsvitnou fólií, Amador Berrocal a Vives (1978) pod fólií černou. Haš (1980) uvádí, že fólie mají vliv na zvýšení teploty v půdě i v zóně rostlinného porostu. Všechny fólie průběh teplot zrovnoměňují.

Hodnocením fólií z hlediska odrazivosti světla se zabývali Seitz (1974a, b), Haš (1980), Duffek (1984).

Velká většina autorů Andrew aj., 1976; Szabó, 1978 a další) konstatuje příznivý vliv pokryvných fólií na výnos a ranost pěstovaných plodin.

Z autorů, kteří pokrývali půdu při pěstování kedlubnů, konstatuje Janssen (1974), že pokrývání půdy bílou fólií snížilo výskyt botrytidy a urychlilo vývoj rostlin. Zengerle (1981) zjistil ve všech případech

fóliového pokryvu zvýšení výnosu, kvality i ranosti pokusných rostlin ve srovnání s kontrolou. Stejně tak Haš (1980) a Duffek (1984), kteří dosáhli nejlepších výsledků při použití trojvrstvé hliníkové fólie položené matnou stranou (polyetylenovou fólií) navrch.

METODA

V letech 1984 a 1985 se v pokusném skleníku Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze konaly pokusy s pokrýváním půdy různými druhy fólií. Hlavní pokus probíhal od ledna do dubna roku 1984 a paralelně v něm byly osety parapetní stoly uprostřed skleníku (dále značeno pokus Ia), záhony na jižní straně skleníku (Ib) a parapetní truhlíky na severní straně skleníku (Ic). Tento pokus byl doplněn druhým pokusem, který probíhal od října do prosince téhož roku, a třetím pokusem, probíhajícím od konce ledna do začátku května roku 1985. Rostliny jsme pěstovali v rašelinném substrátu s přidávkem oxidu vápenatého.

V pokusech byly použity tyto fólie: polyetylenová černá, polyetylenová průsvitná, polyetylenová bílá a trojvrstvá hliníková fólie Svítal PE, kterou tvoří celofán, hliník a polyetylen. Na rozdíl od dřívějších pokusů (citovaných v úvodu) byla hliníková fólie položena lesklou stranou navrch, protože v pokusech s matnou stranou navrch se fólie kroutila.

Fólie byly položeny na pokusné pozemky v prvním pokusu v 15 cm pruzích s mezerou 4 cm, v ostatních případech byla na půdní substrát položena souvislá vrstva fólie, pouze s otvory pro rostlinu (otvory o průměru 8 mm). V pokusech I a II byly na pozemky vysazovány předpěstované mladé sazenice se základy tří pravých listů, ve třetím pokusu byla vysévána semena přímo.

Pokusnou plodinou byla brukev kedluben (*Brassica oleracea* L. var. *gongyloides*), raná odrůda 'Azur'. Rostliny jsme sázeli ve sponu 15 X 15 cm, postupnými odběry bylo dosaženo potřebného prosvětlení porostu. Pokaždé bylo vyhodnocováno nejméně deset rostlin z každé pokusné varianty, která byla vždy zastoupena dvakrát. Každá naměřená hodnota představuje tedy průměr z dvaceti měření. U pokusných rostlin jsme sledovali čerstvou hmotnost a sušinu celých rostlin, čerstvou hmotnost, sušinu a průměr stonkových hlíz (dále uváděny jako hlízy) a velikost listové plochy. Velikost listové plochy jsme zjišťovali vynásobením délky a maximální šířky listu koeficientem 0,73 pro menší listy a koeficientem 0,78 pro větší listy. Koeficienty byly získány v předpokusu na stejném materiálu integrací plochy u statistického souboru malých a velkých listů (vždy 300 kusů). Sušina byla stanovena sušením do konstantní hmotnosti při teplotě 105 °C, obojí podle postupu uvedeného Šestákem a Čatským (1966).

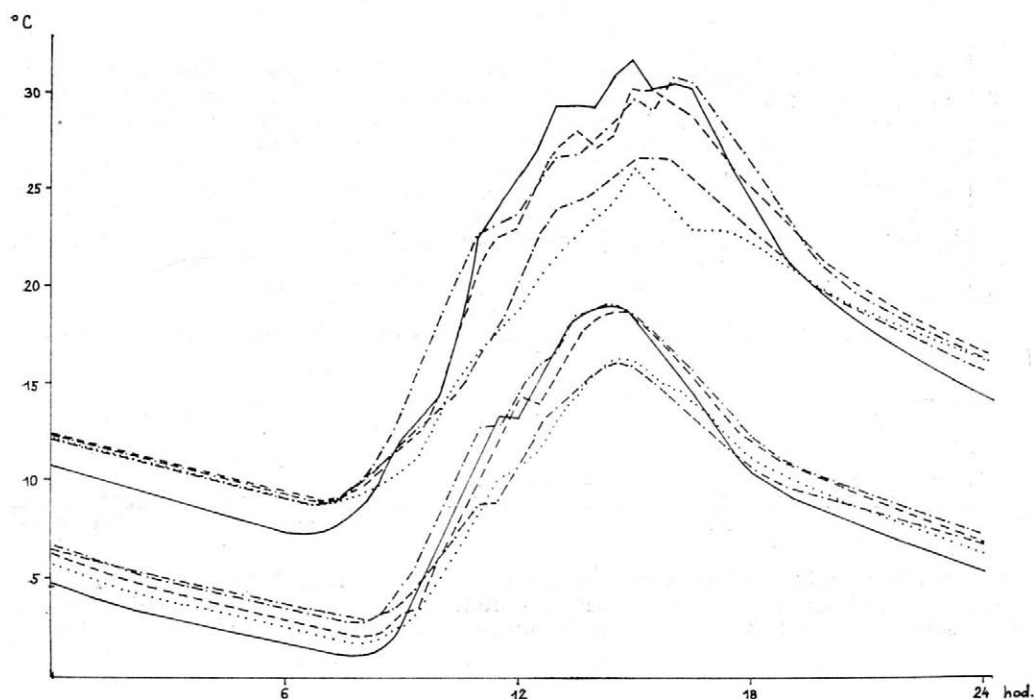
Teplota vzduchu ve skleníku byla různá podle roční doby, ve které pokus probíhal. V jarních měsících se průměrná teplota vzduchu pohybovala mezi 15 až 17 °C, na podzim mezi 13 až 15 °C, v zimě kolem 7 až 10 °C. Extrémně nízké teploty byly v únoru roku 1985, kdy se průměrná teplota vzduchu pohybovala kolem 7 °C, s minimem dosahujícím až k bodu mrazu. Těmito nízkými teplotami jsme chtěli ověřit možné použití fólií pro nevytápěné skleníky.

Relativní vlhkost vzduchu byla 60 až 70 %. Vlhkost půdy se pohybovala mezi 26 až 36 % okamžité vodní kapacity, většinou byla nejnižší na kontrolních pozemcích, rozdíly však nebyly statisticky významné. Ozáření závisela na ročním období, ve kterém pokus probíhal. V podzimních měsících a začátkem zimy byla velmi nízká. Např. 19. 11. nebylo během celého dne naměřeno více než 11 W.m⁻², zatímco 20. 3. bylo v poledne naměřeno 500 W.m⁻² globálního slunečního záření.

V určitých časových úsecích byla tepelnými čidly měřena teplota půdy 3 cm pod povrchem. Ve spolupráci s Matematickým ústavem UK v Praze byla rovněž změřena odrazivost světla jednotlivých fólií.

VÝSLEDKY

Ve srovnání s kontrolou fólie zvyšují a zároveň zrovnoměňují teplotu půdy. Obr. 1 ukazuje průběhy teploty půdy 3 cm pod povrchem za chladnějšího a teplejšího počasí (měřeno v půlhodinových intervalech po

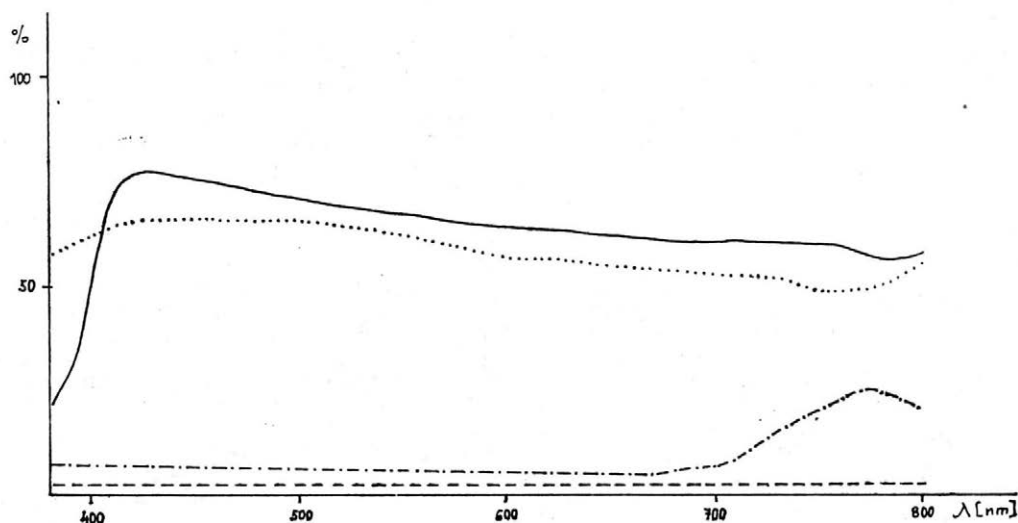


1. Ukázka průběhu teploty půdy 3 cm pod povrchem za chladnějšího a teplejšího dne na různých pokusných pozemcích (— půda bez pokryvu; —.— fólie černá; —.—.— průsvitná; —.—.—.— hliníková; bílá) — Example of the course of temperatures 3 cm under soil surface on a colder and a warmer day at different test sites (— soil with no cover; —.— black sheet; —.—.— transparent sheet; —.—.—.— aluminium foil; white sheet)

dobu 24 h). Zvýšení teploty půdy vlivem pokrývných fólií však není vždy stejné, je značně závislé na teplotních podmínkách, ve kterých pokus probíhá. V tab. I jsou uvedeny střední hodnoty denních teplotních průměrů v různých obdobích roku. Nejvíce zvyšuje teplotu půdy fólie černá, potom fólie průsvitná. Bílá a hliníková fólie zvyšují průměrnou teplotu půdy méně, obě však mají menší teplotní výkyvy a zároveň vykazují větší odrazivost světla (obr. 2).

I. Průměrná teplota půdy měřená 3 cm pod povrchem na různých pokusných pozemcích a v různých časových obdobích. Udáno ve °C (K — půda bez pokryvu; Č — fólie černá; P — průsvitná; H — hliníková; B — bílá) — Average soil temperature measured 3 cm under surface on different test beds and in different periods of time. Data in °C (K — soil free from cover; Č — black sheet; P — transparent sheet; H — aluminium foil; B — white sheet)

Časové období	K	Č	P	H	B	Vzduch
11. 2.—26. 2. 1984	7,96	8,99	8,51	8,44	8,35	9,33
2. 11.—22. 11. 1984	12,27	13,10	13,07	12,73	12,83	14,82
1. 4.—23. 4. 1984	16,56	18,23	18,05	16,75	17,16	17,15
8. 2.—17. 2. 1985	4,93	6,29	6,08	5,41	5,59	7,21



2. Odrazivost fólií použitých k pokryvu půdy (—— fólie bílá; hliníková; —.—.— průsvitná; ——— černá) — Reflectance of the sheets used to cover the soil (—— white; aluminium; —.—.— transparent; ——— black)

Při hodnocení vlivu jednotlivých fólií jsme se zaměřili hlavně na hmotnost sklizených hlíz. Obr. 3 ukazuje rozdíly v čerstvé hmotnosti a sušině hlíz, vyjádřené ve 100 % kontroly u různých pokusných variant a na různých pokusných pozemcích prvního pokusu. Jak je z obr. 3 patrné, největší hmotnost měly vždy hlízy na pozemcích pokrytých bílou fólií. Při tomto relativním vyjádření představovala čerstvá hmotnost hlíz sklizených v pokusu 1c na pozemcích pokrytých bílou fólií 215 %. Podle vhodnosti pokryvu následovala většinou fólie hliníková, dále průsvitná a černá. Čerstvou hmotnost i sušinu hlíz jsme vyhodnotili statisticky za použití jednoduché analýzy variance. Tab. II uvádí přehled o statistické významnosti rozdílů na 5% hladině průkaznosti. Ve většině případů byly statisticky průkazné rozdíly mezi kontrolou a pokusnými variantami, v mnoha případech mezi pokusnými variantami navzájem, ve všech případech byl statisticky významný rozdíl mezi rostlinami kontrolními a rostlinami pěstovanými na půdě pokryté bílou fólií.

Na obr. 4 je znázorněna ranost sklizně v pokusu 1a. Po skončení posledního odběru zůstalo na jednotlivých pokusných pozemcích pokusu 1a po dvaceti rostlinách, které zde byly ponechány až do konečné sklizně (do hmotnosti hlíz 100 až 120 g). Nejdříve byly sklizeny rostliny z pozemků pokrytých bílou a hliníkovou fólií, nejpozději z pozemků kontrolních. Rozdíl mezi skončením sklizně u rostlin pěstovaných na bílé a hliníkové fólii a u rostlin kontrolních byl šest dní. V ostatních pokusech byly všechny rostliny k vyhodnocení odebrány současně. Z rozdílů v hmotnosti hlíz však vyplývá, že i v těchto případech byly rostliny pěstované na bílé fólii ranější.

Ve druhém pokusu byly rostliny pěstovány pouze do dokončení vývoje třetího listu (78 dní od výsevu). Protože rostliny nedosahovaly v době odběru konzumní zralosti a hlízy byly malé, použili jsme pro statistické vyhodnocení hodnoty čerstvé hmotnosti a sušiny celých rostlin a průměrů hlíz.

II. Tabulka průkaznosti rozdílů v hmotnosti hlíz na jednotlivých pokusných pozemcích v prvním pokusu (+ — rozdíly jsou statisticky průkazné na 5% hladině významnosti; — — rozdíly nejsou; K — půda bez pokryvu; Č — fólie černá; P — průsvitná; H — hliníková; B — bílá; č. hm. — čerstvá hmotnost; suš. — sušina) — Table of the significance of differences in kohlrabi weight on different beds in the first trial (+ — differences statistically significant at a 5% significance level; — — no differences; K — soil with no cover; Č — black sheet; P — transparent sheet; H — aluminium foil; B — white sheet; č. hm. — fresh weight; suš. — dry weight)

Ia

	K		Č		P		H		B	
	č. hm.	suš.	č. hm.	suš.	č. hm.	suš.	č. hm.	suš.	č. hm.	suš.
K	×××	×××	—	+	—	—	—	—	+	+
Č	—	+	×××	×××	—	—	—	—	—	—
P	—	—	—	—	×××	×××	—	—	—	—
H	—	—	—	—	—	—	×××	×××	—	—
B	+	+	—	—	—	—	—	—	×××	×××

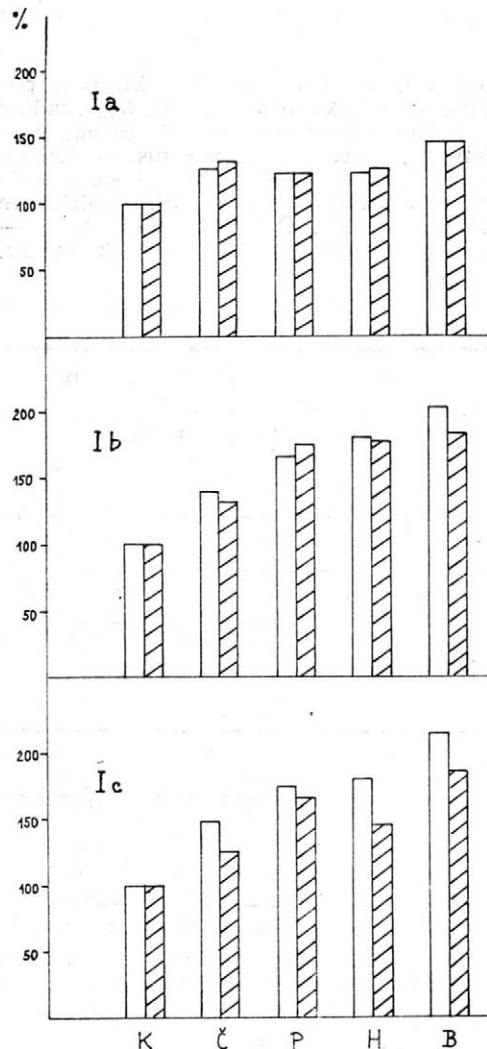
Ib

K	×××	×××	+	+	+	+	+	+	+	+
Č	+	+	×××	×××	+	+	+	+	+	+
P	+	+	+	+	×××	×××	—	—	+	—
H	+	+	+	+	—	—	×××	×××	+	—
B	+	+	+	+	+	—	+	—	×××	×××

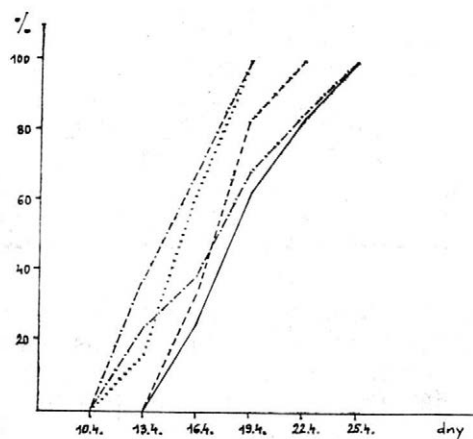
Ic

K	×××	×××	+	+	+	+	+	+	+	+
Č	+	+	×××	×××	—	+	+	—	+	+
P	+	+	—	+	×××	×××	—	—	+	—
H	+	+	+	—	—	—	×××	×××	+	+
B	+	+	+	+	+	—	+	+	×××	×××

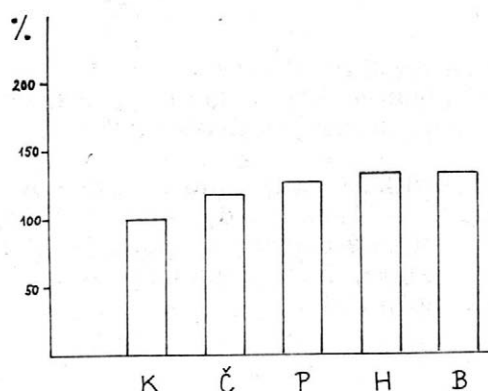
V případě čerstvé hmotnosti celých rostlin byl na 5% hladině významnosti průkazný rozdíl mezi kontrolními rostlinami a rostlinami pěstovanými na bílé fólii, přičemž největší čerstvou hmotnost měly rostliny pěstované na fólii bílé, dále následovaly fólie hliníková a průsvitná, černá a konečně kontrola. V případě sušiny celých rostlin se



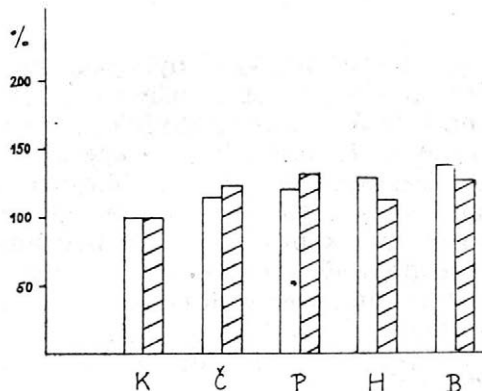
3. Čerstvá hmotnost a sušina hlíz sklizených na jednotlivých pokusných pozemcích v prvním pokusu. Veličiny jsou uvedeny v relativních hodnotách vzhledem k rostlinám kontrolním (K — půda bez pokryvu; Č — fólie černá; P — průsvitná; H — hliníková; B — bílá; sušina — šrafováno; čerstvá hmotnost — nešrafováno) — Fresh weight and dry weight of kohlrabis on different test beds in the first trial. The data represent relative values in relation to control plants (K — soil without cover; Č — black sheet; P — transparent sheet; H — aluminium foil; B — white sheet; dry matter — cross-hatched; fresh weight — no hatching)



4. Postupná sklizeň pokusných rostlin z celkového množství 100 % rostlin (— půdy bez pokryvu; -.-.- fólie černá; .-.-. průsvitná; hliníková; bílá) — Stepwise harvesting of test plants out of the 100 % of the plants (— no cover on the soil; -.-.- black sheet; .-.-. transparent sheet; aluminium foil; white sheet)



5. Průměry hlíz kedlubnů vyjádřené ve 100 % kontroly ve druhém pokusu (K — půda bez pokryvu; Č — fólie černá; P — průsvitná; H — hliníková; B — bílá) — The diameters of kohlrabis expressed as 100 % of the control in the second trial (K — soil with no cover; Č — black sheet; P — transparent sheet; H — aluminium foil; B — white sheet)



6. Čerstvá hmotnost a sušina hlíz — vyjádřeno ve 100 % kontroly, sklizené ve třetím pokusu (K — půda bez pokryvu; Č — fólie černá; P — průsvitná; H — hliníková; B — bílá; sušina — šrafováno; čerstvá hmotnost — nešrafováno) — Fresh weight and dry weight of kohlrabis — expressed at 100 % of control, harvested in the third trial (K — soil with no cover; Č — black sheet; P — transparent sheet; H — aluminium foil; B — white sheet; dry matter — cross-hatched; fresh weight — no hatching)

jako nejlepší ukázala fólie bílá a hliníková. po nich fólie černá a průsvitná, nejhorší byla opět kontrola. Na 5% hladině významnosti byly v případě sušiny průkazné rozdíly mezi kontrolou a bílou fólií, dále mezi kontrolou a fólií hliníkovou.

Průměr hlízy může být důležitým ukazatelem pro výnos. Obr. 5 ukazuje rozdíly mezi průměry hlíz (vyjádřeno ve 100 % kontroly). V tab. III jsou zaznamenány zjištěné statisticky významné rozdíly na 5% hladině průkaznosti mezi průměry hlíz u jednotlivých pokusných variant.

III. Tabulka průkaznosti rozdílů mezi průměry hlíz ve druhém pokusu (+ — rozdíly jsou statisticky průkazné na 5% hladině významnosti; — — rozdíly nejsou; K — půda bez pokryvu; Č — fólie černá; P — průsvitná; H — hliníková; B — bílá) — Table of the significance of differences between the diameters of kohlrabis in the second trial (+ — differences are statistically significant at a 5% significance level; — — no differences; K — soil with no cover; Č — black sheet; P — transparent sheet; H — aluminium foil; B — white sheet)

	K	Č	P	H	B
K	× × × × × ×	—	+	+	+
Č	—	× × × × × ×	—	—	—
P	+	—	× × × × × ×	—	—
H	+	—	—	× × × × × ×	—
B	+	—	—	—	× × × × × ×

Ve třetím pokusu byly opět nejlepší rostliny pěstované na bílé fólii. Čerstvou hmotnost a sušinu hlíz, vyjádřenou ve 100 % kontroly, ukazuje obr. 6. V tomto případě však nebyly rozdíly mezi jednotlivými pokusnými variantami statisticky významné.

Ve všech uvedených pokusech byla velikost listové plochy i celková hmotnost rostlin na pozemcích pokrytých fóliemi vždy větší než na pozemcích kontrolních. Zvětšení hmotnosti celé rostliny a listové plochy procentuálně neodpovídalo zvětšení hmotnosti hlíz. Stejně tak průměr hlíz byl na pozemcích pokrytých fóliemi vždy větší.

DISKUSE

V současné době, kdy se ve všech odvětvích hospodářství projevuje snaha o maximální úsporu energie, jsou pokryvné fólie jednou z možností, jak s minimálními náklady zlepšit podmínky pro nárůst biomasy. Rychlené zeleniny se ve sklenících pěstují v období, kdy je nedostatek přirozeného tepla i světla. Pokryvné fólie vylepšují tepelné podmínky, některé i podmínky světelné a uplatňují se hlavně v době nepříznivé pro růst a vývoj rostlin. Andrew aj. (1976) zaznamenali relativně větší vliv fólií v chladných dnech a v chladných obdobích roku.

V našich pokusech nebyly zjištěné rozdíly mezi teplotou půdy pokrytých a nepokrytých pozemků tak vysoké, jak uvádějí jiní autoři (např. Szabó, 1978). Patrně to bylo způsobeno tím, že byla sledována teplota půdy na parapetních stolech, na kterých byla vrstva půdního substrátu pouze 15 cm, takže mohlo docházet k větším ztrátám tepla. I tak byl prokázán pozitivní vliv pokryvných fólií na výnos a kvalitu (větší hmotnost, větší průměr hlíz) kedlubnů. Lze předpokládat, že o větší výnos se do značné míry zasloužila zvýšená odrazivost světla od fólií. Jako nejlepší se projevilo použití bílé fólie, která ve všech případech (kromě jednoho — v pokuse III) průkazně zvýšila výnos hlíz kedlubnů proti rostlinám pěstovaným na nepokryté půdě. Kedlubny pěstované na půdě pokryté bílou a hliníkovou fólií byly o šest dní ranější než rostliny kontrolní.

Zkrácení pěstební doby o šest dní představuje úsporu tepelné energie, která činí v lednu a v únoru $0,073 \text{ GJ} \cdot \text{m}^{-2}$, v březnu $0,023 \text{ GJ} \cdot \text{m}^{-2}$ (Vlček aj., 1977). Nejranější kultury brukve se vysévají na začátku října a vysazují na začátku ledna, což je nejvhodnější termín pro aplikaci opticky aktivního pokryvu půdy. Fólie se používají ve fázi po výsadbě. Při obvyklém sponu rostlin $22 \times 25 \text{ cm}$ tak vznikne energetická úspora na jednu rostlinu $0,004 \text{ GJ}$.

Třetí pokus probíhal v podmínkách teplotně velmi nepříznivých. I když se fólie relativně více uplatňují v méně příznivých podmínkách, musí být splněny určité minimální teplotní požadavky, aby se jejich vliv mohl uplatnit. I v extrémních podmínkách byly nejlepší výsledky při použití bílé fólie, rostliny však vykazovaly větší variabilitu než v ostatních pokusech a rozdíly mezi kontrolními a pokusnými rostlinami byly menší.

Při pokrývání půdy hliníkovou fólií byly dosažené výsledky jen o málo horší než při použití fólie bílé. Vzhledem k větší pořizovací ceně hliníkové fólie a k obtížnější manipulaci s ní však doporučujeme pro pěstování rychlených kedlubnů pokrývat půdu bílou fólií.

Pokládání fólií na půdu je dosud poměrně pracné. V našich pokusech byly použity dva způsoby pokrytí půdy — 15 cm široké pruhy s mezerou 4 cm a souvislá vrstva, pouze s otvory pro rostlinu. Ačkoliv by se dalo předpokládat, že souvislá vrstva fólie bude z hlediska tepelných a světelných vlastností pro rostlinu lepší, v pokusech nebyl tento předpoklad potvrzen. Výnos hlíz kedlubnů byl na pokrytých pozemcích větší než na pozemcích kontrolních, bez ohledu na to, jakým způsobem byly fólie položeny. Pod souvislou vrstvou fólie kromě toho rostliny hůř vzcházejí, její pokládání je pracnější.

Díky zvýšené odrazivosti světla by se některé fólie mohly příznivě uplatnit i při snižování obsahu dusičnanů v rostlinách. Tímto problémem se chceme zabývat v dalších pokusech.

ZÁVĚR

Bílá fólie umožňuje při pěstování kedlubnů větší výnosy i ranější sklizeň. Zkrácení pěstební doby o šest dní naznačuje možnosti:

- a) úspory tepelné energie používané při vytápění skleníků,
- b) včasnější uvolnění pěstební plochy skleníků pro pěstování dalších rostlin,
- c) výhodnější realizace cen na trhu.

Literatura

- AMADOR BERROCAL, S. M. — VIVES, L.: Temperatura del suelo, bajo diferentes coberturas y su acción sobre la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.). Bol. tec., Fac. Agron. Univ. Costa Rica, 11, 1978, č. 5, s. 25.
- ANDREW, R. H. — SCHLOUGH, D. A. — TENPAS, G. H.: Some relationships of a plastic mulch to sweet corn maturity. Agron. J., 68, 1976, č. 2, s. 422-425.
- DUFFEK, J.: Zvýšení využitelnosti solární radiace nastýláním substrátu při pěstování sadby ve sklenících. In: Sbor. AF VŠZ v Praze. Praha 1984, č. A 40, s. 271-288.
- HAS, S.: Přenos a transformace energie optického záření v rostlinném porostu. [Závěrečná zpráva.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1980.
- JANSSEN, G.: Resultaten van negen jaer koolrabi-onderzoek. Groenten Fruit, 30, 1974, č. 2, s. 500-503.
- SEITZ, P.: Lichtreflektierende Kunststoffe-Belichtung von unten (I). Rhein. Mschr. Gemüse Obst Schnittblumen, 62, 1974a, č. 11, s. 364-366.
- SEITZ, P.: Lichtreflektierende Kunststoffe-Belichtung von unten (II). Rhein. Mschr. Gemüse Obst Schnittblumen, 62, 1974b, č. 12, s. 397-398.
- SZABÓ, I.: A műanyagfóliás talajtakarás jelentősége a paprikatermesztésben. Kert. Egy. Közlem., 42, 1978, č. 10, s. 155-162.
- ŠESTÁK, Z. — ČATSKÝ, J.: Metody studia fotosyntetické produkce rostlin. Praha, Nakl. ČSAV 1966.
- VLČEK, F. a kol.: Rychlení zeleniny. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1977.
- ZENGERLE, K. H.: Einfluss von Mulch- und Reflexfolien auf die Frühzeitigkeit von Kohlrabi. Gemüse, 17, 1981, č. 1, s. 11-12.

Došlo dne 3. 7. 1986

ЧИШТИНОВА, И. — ГАШ, С. — ГУТЛА, П. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Оптически активный покров почвы в теплицах. Земед. Techn., 32, 1986 (12): 745-754.

В 1984 и 1985 гг. в теплице выращивались кольраби 'Азур' на участках, покрытых белой, алюминиевой, черной и прозрачной пленкой, а также на участках без покры-

тия пленкой. При этом изучались оптические свойства пленки, облученность солнцем и небом, температура воздуха и почвы. На всех участках, покрытых пленкой, урожай был выше, качество растений лучше, растения скорее спели. Наилучшие результаты были достигнуты с применением белой пленки, затем шла алюминиевая пленка.

пленка; температура почвы; кольраби; стеблевые клубни; урожай качество; скороспелость

ČIŠTÍNOVÁ, I. — HAŠ, S. — HUTLA, P. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): *Optically Active Cover on the Soil in Greenhouses*. Zeměd. Techn., 32, 1986 (12) : 745-754.

In 1984 and 1985, the 'Azur' cultivar of kohlrabi was grown in a greenhouse on beds covered with white, aluminium, black and transparent sheets and on another bed, free from such cover. The optical characteristics of the sheets, the rate of irradiation by the sun and sky, air temperature and soil temperature were recorded during the trial. In all the covered variants the yields of the plants were higher and quality of the crop was better. The plants were earlier. The best results were obtained in the variant with the white sheet, followed by aluminium foil.

plastic mulch; soil temperature; kohlrabi; enlarged stems; yield; quality; earliness of harvest

ČIŠTÍNOVÁ, I. — HAŠ, S. — HUTLA, P. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepy): *Optisch aktive Abdeckung des Bodens in Gewächshäusern*. Zeměd. Techn., 32, 1986 (12) : 745-754.

In den Jahren 1984 und 1985 wurde im Gewächshaus Kohlrabi der Sorte 'Azur' u. zw. auf mit weißer, schwarzer, durchsichtiger und Aluminium-Folie abgedeckten Schlägen und ferner auf Schlägen ohne jegliche Folienabdeckung, angebaut. Man prüfte die optischen Eigenschaften der Folien, den Bestahlungsgrad durch Sonne und Himmel und die Boden- und Lufttemperatur. Auf allen foliengedeckten Schlägen wurde ein höherer Ertrag und eine bessere Qualität der Pflanzen erzielt, die Pflanzen waren auch früher reif. Die besten Ergebnisse wurden bei der Anwendung der weißen Folie verzeichnet, an zweiter Stelle war die Aluminium-Folie.

Folie; Bodentemperatur; Kohlrabi; Stengelknollen; Ertrag; Qualität; frühzeitigere Ernte

Adresa autorů:

RNDr. Ivana Čištíňová, ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Petr Hutla, CSc.,
Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha-Řepy

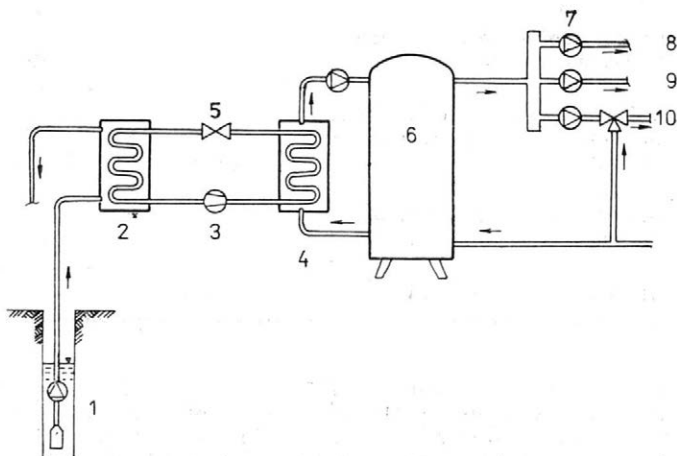
PŘÍKLADY VYUŽÍVÁNÍ TEPELNÝCH ČERPADEL V OBJEKTECH PRO CHOV PRASAT

V rámci konference FAO „Systémy zpětného získávání tepla v zemědělských objektech“, která se konala na zemědělské univerzitě v Gentu (Belgie) 11. až 13. 9. 1985, jsme navštívili dvě specializované farmy pro chov prasat využívající tepelných čerpadel pro vytápění poroden prasnic se selaty a odchoven selat.

První farma o kapacitě 100 produkčních prasnic je 30 km západně od Gentu v Nazaretu. Tepelné čerpadlo voda — voda se zde používá pro vytápění porodny se 40 porodními boxy. Půdorysné rozměry stavby jsou 8,25 × 33,2 m, výška stavby v hřebenu činí 3,4 m. Vnější obvodové zdívo je z tvárnic o tloušťce 0,6 m. Pro tepelné čerpadlo je použit semihermetický kompresor o příkonu 11 kW. Schéma zapojení tepelného čerpadla je uvedeno na obr. 1.

1. Schéma zapojení tepelného čerpadla na farmě o kapacitě 100 produkčních prasnic

- 1 — ponorné čerpadlo
- 2 — výparník tepelného čerpadla
- 3 — kompresor
- 4 — kondenzátor tepelného čerpadla
- 5 — expanzní ventil
- 6 — akumulční nádrž
- 7 — oběhové čerpadlo otopného systému
- 8 — prostorové vytápění porodny
- 9 — prostorové vytápění chodby stáje
- 10 — podlahové vytápění porodny



Primárním zdrojem pro tepelné čerpadlo je studniční voda o teplotě 12 °C, která je ve výparníku ochlazována o 3 až 5 K. Voda v množství 7 až 8 m³·h⁻¹ je čerpána ze tří vrtaných studní, hlubokých 14 m. Teplota otopné vody na sekundární straně tepelného čerpadla je 35 až 40 °C v létě (pouze pro vytápění podlahy) a 43 až 50 °C v zimě. Z nádrže je rozváděna do otopného systému v podlaží (1 m² pro dva porodní kotce) i do konvekčních otopných ploch z hladkých trubek, umístěných v prostoru porodny a chodby.

Celkový instalovaný elektrický výkon systému činí 11,92 kW, z toho 11 kW pro pohon kompresoru tepelného čerpadla, 0,55 kW pro pohon ponorných čerpadel studniční vody a 0,37 kW pro pohon oběhového čerpadla mezi kondenzátorem a akumulční nádrží.

Výsledky ověřování ve dvou otopných sezónách jsou uvedeny v tab. I.

Na druhé farmě o kapacitě 400 produkčních prasnic, která leží 25 km severně od Gentu v Pittemu, je využíváno tepelné čerpadlo voda — voda pro podlahové vyhřívání 96 klecových porodních kotců prasnic se selaty. Zapojení tepelného čerpadla je schematicky znázorněno na obr. 2.

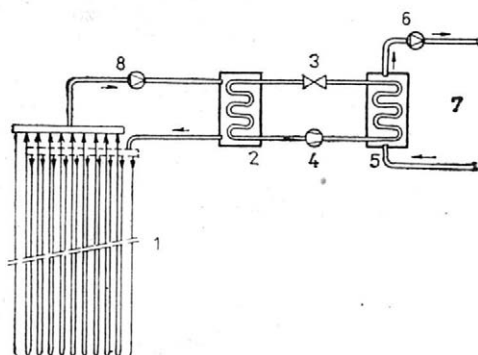
Pro tepelné čerpadlo je použit kompresor o příkonu 8 kW a koaxiální výparník i kondenzátor. Ve výparníku je odebírána energie, která cirkuluje v uzavřeném okruhu s výměníkem kejda — voda. Výměník z polyetylenových trubek DN 3/4" o délce 1000 m je umístěn ve dvou sběrných nádržích kejdy pod kleco-

I. Výsledky ověřování tepelného čerpadla na farmě o kapacitě 100 prasnic

Ukazatel		Období 7. 1. 82–5. 1. 83	Období 5. 1. 83–10. 1. 84
Spotřeba elektrické energie			
– pohon kompresoru (kWh)		20 211	16 492
– pohon ponorných čerpadel (kWh)		1 041	822
– pohon oběhových čerpadel do akumulační nádrže (kWh)		631	515
Celková spotřeba elektrické energie (kWh)		21 883	17 829
Množství tepla přicházejícího do akumulační nádrže (kWh)		68 889	64 584
Topný faktor tepelného čerpadla (–)		3,4	3,92
Součinitel zisku energie (–)		3,14	3,62
Celkový počet provozních hodin tepelného čerpadla (h)		1 825	1 499
Celkové množství studniční vody protékající přes výparník tepelného čerpadla (m ³)		13 322	10 972
Spotřeba energie na 1 produkční prasnici (kWh)		218,23	178,29
Spotřeba energie na 1 sele (kWh)		13,26	10,67

vým oddělením pro 300 produkčních prasnic. Nádrže o rozměrech 3 × 50 × 1 m mají maximální objem 300 m³. Teplosměnná plocha polyetylenových trubek, umístěných na dně sběrných jímek s roztečí 0,3 m, činí 78,5 m². Oběh vody v množství 5 m³ · h⁻¹ je zajištěn čerpadlem o příkonu 0,37 kW. Ve výparníku je oběhová voda ochlazována o 3,5 K.

Tepelný obsah plných hnojných nádrží činí při ochlazení z 15 °C na 0 °C téměř 20 GJ. Výsledky ověřování ukázaly, že po využití tepla obsaženého v kejdě je postupně využíváno tepla přilehlé zeminy, protože teplota kejdy je nižší než teplota okolních zemin.



2. Schéma zapojení tepelného čerpadla na farmě o kapacitě 400 produkčních prasnic

- 1 – výměník tepla umístěný v kejdě
- 2 – výparník tepelného čerpadla
- 3 – expanzní ventil
- 4 – kompresor
- 5 – kondenzátor tepelného čerpadla
- 6 – oběhové čerpadlo otopného systému
- 7 – podlahové vytápění porodny
- 8 – oběhové čerpadlo výměníku

II. Výsledky ověřování tepelného čerpadla na farmě o kapacitě 400 prasnic

Ukazatel	Období 7. 1. 82—7. 1. 83	Období 7. 1. 83—6. 1. 84
Spotřeba elektrické energie		
— pohon kompresoru (kWh)	36 758	35 871
— pohon oběhového čerpadla ve výměníku (kWh)	2 424	2 295
— pohon oběhového čerpadla do akumulační nádrže (kWh)	983	989
Celková spotřeba elektrické energie (kWh)	40 165	39 155
Teplo získané z kejdy (kWh)	97 941	95 302
Teplo získané z 1 m tepelného výměníku za 1 h (W)	21,57	20,73
Teplo získané z 1 m ² tepelného výměníku za 1 h (W)	274	264
Množství tepla přicházejícího do akumulační nádrže (kWh)	117 932	118 761
Topný faktor tepelného čerpadla (—)	3,20	3,31
Součinitel zisku energie (—)	2,93	3,03
Celkový počet provozních hodin tepelného čerpadla (h)	4 540	4 596
Průměrná hodinová spotřeba kompresoru (W)	8 096	7 804
Celkový průtok vody výparníkem (m ³)	25 534	25 215
Průměrné ochlazení vody ve výparníku (K)	3,3	3,26
Spotřeba energie na 1 produkční prasnici (kWh)	100,41	97,88
Spotřeba energie na 1 sele (kWh)	5,64	5,75

Z koaxiálního kondenzátoru je otopné médium dopravováno oběhovým čerpadlem o příkonu 0,26 kW v množství 4 m³·h⁻¹ do tepelně izolované akumulační nádrže o objemu 0,5 m³, napojené na podlahový systém. Teplota otopné vody je v létě cca 40 °C a v zimě 45 °C. Před instalací tepelného čerpadla činila spotřeba lehkého topného oleje 70 l na jednu prasnici.

Výsledky ověřování jsou shrnuty do tab. II.

Ing. Radomír Adamovský, CSc., ing. Jitka Dejlová, ing. Jaroslav Kára
Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy

OBSAH

Dufek V.: Racionalizace spotřeby paliv a energie v zemědělství . . .	705
Kára J., Adamovský R.: Provozní charakteristiky vzduchových slunečních kolektorů . . .	707
Pawlica R.: Energetické aspekty teplovzdušného sušení zrnin . . .	717
Ruml M., Staněk Z., Rumlová I.: Elektroseparace osiv — koncepce a problémy . . .	729
Čištíňová I., Haš S., Hutla P.: Opticky aktivní pokrov půdy ve sklenících . . .	745
Zemědělská technika v zahraničí	
Adamovský R., Dejlová J., Kára J.: Příklady využívání tepelných čerpadel v objektech pro chov prasat . . .	755

СОДЕРЖАНИЕ

Кара Я., Адамовский Р.: Производственные характеристики воздушных солнечных коллекторов . . .	715
Павлица Р.: Энергетические аспекты термовоздушной сушки зерновых . . .	726
Румл М., Станек З., Румлова И.: Электросепарация семян-концепция и проблемы . . .	743
Чиштинова И., Гаš С., Гутла П.: Оптически активный покров почвы в теплицах . . .	753

CONTENTS

Kára J., Adamovský R.: Operation Characteristics of Air Solar Collectors . . .	715
Pawlica R.: Power Aspects of the Hot-Air Drying of Grain . . .	727
Ruml M., Staněk Z., Rumlová I.: Electric Separation of Seeds — Conception and Problems . . .	743
Čištíňová I., Haš S., Hutla P.: Optically Active Cover on the Soil in Greenhouses . . .	754

INHALT

Kára J., Adamovský R.: Betriebscharakteristik luftwärmender Sonnenkollektoren . . .	715
Pawlica R.: Energetische Aspekte der Heißlufttrocknung von Getreide . . .	727
Ruml M., Staněk Z., Rumlová I.: Elektroseparation von Saatgut — Konzeption und Probleme . . .	743
Čištíňová I., Haš S., Hutla P.: Optisch aktive Abdeckung des Bodens in Gewächshäusern . . .	754

Rukopisy odevzdány k tisku 19. 8. 1986 — Podepsáno k tisku 14. 11. 1986



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, Kubánská 1539, 708 72 Ostrava-Poruba. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 00 Praha 6. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.