

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

12

ROČNÍK 23 (L)
PRAHA
PROSINEC 1977
CENA 10 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Rídí redakční rada

Ing. Jiří Fiala, CSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc.,
doc. ing. Marko Duriš, CSc., ing. František Fortuník, CSc.,
ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Jaroslav Homolka, doc. ing.
Ján Jech, CSc., ing. Karel Joza, Jan Květoň, ing. Ján Ku-
chár, ing. Vladimír Píša, doc. ing. Vladimír Suchý, CSc.,
prof. ing. Zdeněk Štefl, CSc., Josef Višínský, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, CSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1977

■
Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA uveřejňuje
studie, rozborů a vědecká pojednání o vyřešených úkolech
výzkumu v oboru zemědělské techniky. Vydává Českoslo-
venská 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 об-
зоры, анализы и научные статьи о разрешенных заданиях по на-
учному исследованию в области сельскохозяйственной техники.
Издает Чехословацкая сельскохозяйственная академия — Инсти-
тут научно-технической информации по сельскому хозяйству. Вы-
ход 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 Agri-
culture. Issued monthly. Editorial office 120 56 Praha 2,
Slezská 7.

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

ZMĚNA TEPELNÉHO OBSAHU KEJDY V JÍMCE A TVORBA ZMRAZKŮ

M. Velebil

VELEBIL, M. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy): *Změna tepelného obsahu kejdy v jímce a tvorba zmrazků*. Zeměd. Techn., 23, 1977 (12): 689—699.

Při chlazení kejdy ve skladových nádržích se za zimních podmínek znatelně zhoršují její hydrodynamické vlastnosti, jak bylo prokázáno měřením zdánlivé viskozity. Pro výpočet průměrné teploty kejdy ve skladové jímce válcového tvaru byly odvozeny příslušné matematické vztahy. Byl také odvozen jednoduchý vzorec pro odhad střední teploty z teplot změřených ve dvou bodech. Dále jsou v práci odvozeny vztahy pro výpočet rychlosti tvorby zmrzlé vrstvy v jímkách různých tvarů, které i při aproximativní substituci fyzikálních dat pro vodu namísto odpovídajících dat pro kejdu poskytují alespoň informativní pohled na daný problém.

kejda; skladová jímka pro kejdu; teplota kejdy; mrznutí kejdy; vedení tepla; tepelný obsah

Působením chladného ovzduší v zimních podmínkách na kejdu ve skladových jímkách se mění její důležité fyzikální parametry. Tyto změny se při snižování teploty projevují většinou v nepříznivém smyslu na technologických vlastnostech kejdy a ztěžují manipulaci s ní, dopravu atd. Je např. známé, že tokové vlastnosti kejdy jsou ke změně teploty dosti citlivé. Při poklesu teploty zdánlivá viskozita znatelně stoupá, což je významné při míchání a čerpání. Obtíže může vyvolat i tvorba ledové krusty na hladině nebo na stěnách jímky při poklesu teploty pod 0°C .

V této práci byla zaměřena pozornost na změnu průměrného tepelného obsahu a tvorbu zmrzlé vrstvy.

PRŮMĚRNÁ TEPLOTA KEJDY VE VÁLCOVÉ JÍMCE

Z hlediska fyzikálního lze problém formulovat takto: ocelová jímka válcového tvaru o průměru D je naplněna kejdou rovnoměrně zahřátou na teplotu T_0 . V okamžiku $t = 0$ je jímka zcela ponořena do vzdušného prostředí s konstantní teplotou T_p . Úkolem je zjistit časový průběh změn tepelného obsahu náplně jímky, tj. průměrné teploty, již by se dosáhlo promícháním náplně po uplynutí daného časového intervalu působení vnějšího prostředí. Tato fyzikální studie má značný technologický význam, neboť umožňuje např. posoudit fyzikálně mechanické vlastnosti skladované kejdy po určité době působení nízkých teplot, zhodnotit vlivy tepelné setrvačnosti, odhadnout dobu potřebnou k dostatečnému zpětnému ohřátí kejdy po pominutí mrazů a vzestupu teploty.

Při početním vyšetřování časového průběhu střední relativní teploty $\bar{\theta}$ působením

teploty vnějšího prostředí (vzduchu) vycházíme z rovnice teplotního profilu (Velebil, 1977)

$$\Theta = 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \frac{\sin(n\pi r/R)}{n\pi r/R} \exp(-n^2 \pi^2 at/R^2) \quad (1)$$

Střední relativní teplotu kejdy v jímce počítáme z této rovnice v principu jako vážený aritmetický průměr teplot, přičemž koeficientem je objem hmoty o dané teplotě, který je úměrný čtverci vzdálenosti od středu jímky.

Dospíváme tak k integrálu

$$\bar{\Theta} = (3/R^3) \int_0^R r^2 \Theta(r, t) dr \quad (2)$$

kde: výraz $3/R^3$ — normalizační faktor, neboť r^2 chápeme jako distribuční funkci.

Provedeme-li tento výpočet integrace, dospíváme k rovnosti

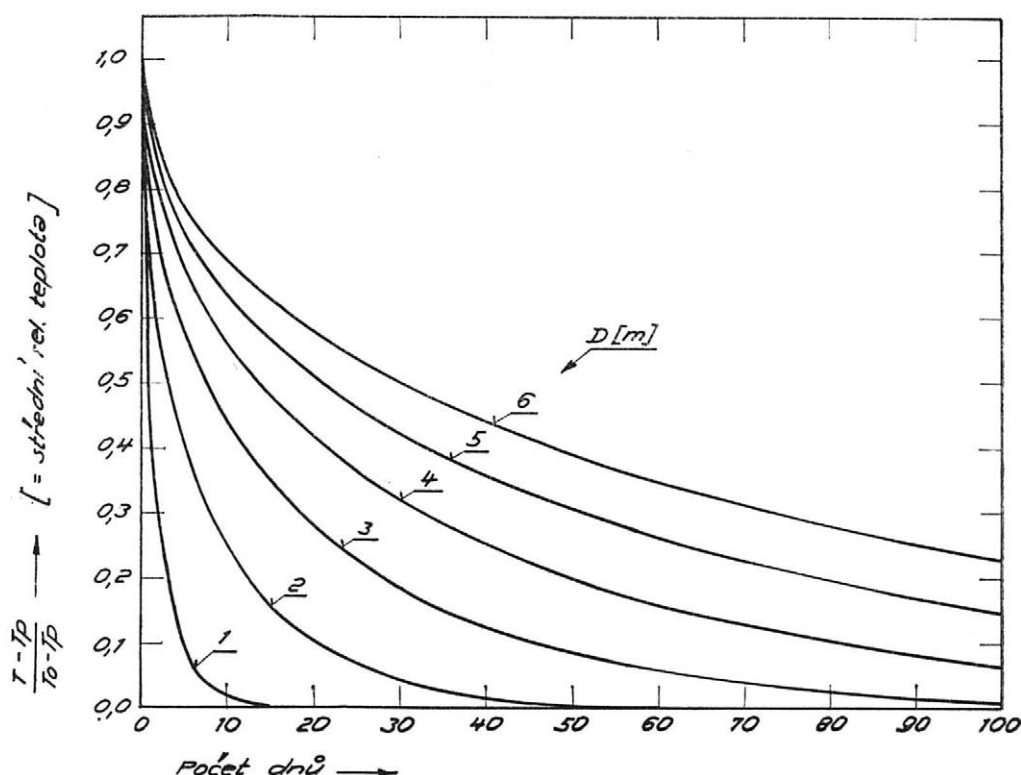
$$\frac{\bar{T} - T_p}{T_o - T_p} = \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\exp(-n^2 z)}{n^2} \quad (3)$$

kde: $\bar{T}$ — hledaná střední teplota a $z = \pi^2 (16/3) \frac{2}{3} (at/D^2)$

I. Střední relativní teplota $(T - T_p)/(T_o - T_p)$ obsahu jímky — Mean relative temperature $(T - T_p)/(T_o - T_p)$ of storage tank content

Počet dnů	Průměr jímky (v metrech)					
	1	2	3	4	5	6
1	0,464	0,705	0,797	0,846	0,875	0,896
2	0,306	0,599	0,720	0,786	0,826	0,854
3	0,210	0,524	0,664	0,741	0,790	0,823
4	0,146	0,464	0,619	0,705	0,760	0,797
5	0,102	0,416	0,580	0,674	0,734	0,775
6	0,071	0,374	0,546	0,646	0,710	0,755
7	0,050	0,338	0,516	0,621	0,690	0,737
8	0,035	0,306	0,489	0,599	0,670	0,720
9	0,024	0,278	0,464	0,578	0,653	0,705
10	0,017	0,253	0,442	0,559	0,636	0,691
20	0,000	0,102	0,281	0,416	0,511	0,580
30	0,000	0,042	0,186	0,322	0,425	0,502
40	0,000	0,017	0,124	0,253	0,359	0,442
50	0,000	0,007	0,083	0,201	0,306	0,392
60	0,000	0,003	0,056	0,160	0,263	0,349
70	0,000	0,001	0,038	0,128	0,226	0,313
80	0,000	0,000	0,025	0,102	0,195	0,281
90	0,000	0,000	0,017	0,081	0,169	0,253
100	0,000	0,000	0,011	0,065	0,146	0,228

Po propočítání součtu této konvergentní řady na výpočetním stroji dospíváme k hodnotám, uvedeným v tab. I a na obr. 1.



1. Střední relativní teplota obsahu jímky — Mean relative temperature of storage tank content

ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET PRŮMĚRNÉ TEPLOTY VE VÁLCOVÉ NÁDOBĚ

Se zřetelem k praktické potřebě jsme odvodili pomocí diferenčního operátoru podstatně jednodušší přibližný vztah, který nevyžaduje sčítání mnoha členů řady a dává výsledky s odchylkou menší než 1,5 %, takže je pro běžnou potřebu bez výhrad použitelný.

Výchozí rovnici zůstává rovnice (3).

Zjednodušení spočívá v tom, že skutečně sečteme pouze první dva členy nekonečné řady a zbývající členy nahradíme přibližným výrazem pro zbytek řady. Podrobné vysvětlení metody podává práce Děmidoviče a Marona (1966).

Potom užitím metody dostaneme

$$\frac{\bar{T} - T_p}{T_o - T_p} = \frac{8}{13} \left[e^{-z} \left(1 + \frac{5}{8} e^{-3z} \right) - \sqrt{\pi z} \operatorname{erfc}(2\sqrt{z}) \right] \quad (4)$$

$$\text{kde: } z = \pi^2 \left(\frac{16}{3} \right)^{\frac{2}{3}} (at/D^2)$$

$$\operatorname{erfc}(x) = 1 - \operatorname{erf}(x)$$

Hodnoty integrálu $\operatorname{erfc}(x)$, resp. jeho doplňku $\operatorname{erf}(x)$, nalezneme v četných tabulkách (Milne-Thomson, Comrie, 1964); pro naši potřebu však plně vyhoví dvě racionální aproximace, které jsme odvodili metodou Padého (Korn, Korn, 1973)

$$\operatorname{erfc}(x) = 1 - \frac{2x(30 - x^2)}{\sqrt{\pi}(30 + 9x^2)} \quad \text{pro } x \in (0; 1,1) \quad (5)$$

$$\operatorname{erfc}(x) = \frac{e^{-x^2}}{x\sqrt{\pi}} \frac{2x^2 + 2}{2x^2 + 3} \quad \text{pro } x \in (1,1; \infty) \quad (6)$$

V našem případě za x dosazujeme

$$x = 2 \sqrt{\pi^2 \left(\frac{16}{3}\right)^{\frac{2}{3}} \frac{at}{D^2}} \quad (7)$$

po numerickém zjednodušení

$$x \approx 1,2 \frac{\sqrt{t}}{D}$$

$$z \approx 0,357 \frac{t}{D^2}$$

a obdobně

$$\sqrt{\pi z} = 1,06 \frac{\sqrt{t}}{D}$$

vždy za předpokladu

$$t[d]; D[m]$$

VÝPOČET STŘEDNÍ TEPLOTY KEJDY VE VÁLCOVÉ NADZEMNÍ JÍMCE Z TEPLOT ZMĚŘENÝCH VE DVOU BODECH

Pro praktickou potřebu technologa je důležité mít prostředek, jak odhadnout průměrnou teplotu kejdy na základě změření aktuální teploty ve vhodně zvolených místech jednoduchým zcela přibližným výpočtem.

Změříme-li teplotu hmoty kejdy ve dvou bodech, a to těsně při stěně a v jedné polovině poloměru, můžeme stanovit s aproximací — pro praxi víc než vyhovující — střední teplotu kejdy v celé jímce, tj. teplotu, kterou bychom obdrželi po promíchání obsahu nádrže. K výpočtu se dospěje tímto početním postupem:

Předpokládáme, že teplotní profil lze aproximovat křivkou druhého stupně tvaru

$$f(x) = T(x) = a \left(\frac{x}{R}\right)^2 + b \left(\frac{x}{R}\right) + c \quad (8)$$

kde: T — teplota v bodě x
 R — poloměr nádrže
 a, b, c — konstanty křivky

Označíme-li teplotu u stěny T_1 , teplotu v polovině poloměru $T_{\frac{1}{2}}$ a teplotu ve středu jímky T_o , pak konstanty

$$a = 2T_1 + 2T_o - 4T_{\frac{1}{2}}$$

$$b = 4T_{\frac{1}{2}} - T_1 - 3T_o$$

$$c = T_o$$

Střední teplota jímky s izolovanými čely je pak dána vztahem

$$\bar{T} = \frac{2}{R^2} \int_0^R x f(x) dx \quad (9)$$

Po provedení integrace a úprav se teplota v centru jímky vykrátí, takže v praktickém případě ji není třeba měřit.

Dospíváme potom ke konečnému vztahu

$$\bar{T} = \frac{1}{3} T_1 + \frac{2}{3} T_{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

Eliminace teploty ve středu jímky má kromě významu pro zjednodušení postupu i tu přednost, že odpadá člen, který je parametrem velmi málo citlivým, jak lze prokázat rozбором chladnutí kejdy zvnějšku (Velebil, 1977).

Tento zjednodušený výpočet, který přináší i určité prvky originálního výpočtového řešení obecnější platnosti, má značný praktický význam. Z jednoduchého měření, snadno proveditelného i v terénních podmínkách, lze určit prakticky významnou hodnotu. Na podkladě tohoto odhadu teploty je možné činit technologické závěry, na jejichž podkladě se lze např. vyhnout provozním obtížím při manipulaci s kejdou a při jejím transportu.

Teplotu stačí měřit s přesností řádu několika jednotek stupně C, takže nároky na techniku provedení jsou minimální. Lze měřit jednoduchým elektrometrickým teploměrem, např. termistorovým. V praxi však postačí i měření teploměrem rtuťovým s dostatečně pomalým chodem rtuťového sloupce.

Pokud bychom se, v případě zcela přibližného odhadu, chtěli spokojit jen jediným měřením, potom je z rovnice (10) zřejmé, že vhodným místem měření je rovina polovičního poloměru.

TVORBA LEDOVÉ VRSTVY VE SKLADOVANÉ KEJDĚ

Při déletrvajících teplotách pod bodem mrazu dochází ve skladované hmotě kejdy k vymrzání ledu, tedy k vytváření vrstvy zmrzlé kejdy, začínající v závislosti na tvaru jímky buď od hladiny (u plochých zemních jímek), nebo od stěny.

Podrobné vyšetření procesu mrznutí kejdy je značně složité. Jde především o početní komplikace, vyvolané tvarem skladové nádoby. Těmto nesnázím je možné se vyhnout, uvažujeme-li zjednodušený tvar jímky a zanedbáme málo významné boční vlivy, např. vliv čel u protáhlých válcových jímek apod. Při svých úvahách jsme zvolili čtyři základní abstrahované tvary nádob — plochou zemní jímku a nadzemní jímky tvaru protáhlého válce, koule a rovnostranného válce.

Vážnější nesnáze spočívají ve vlastní vnitřní stavbě hmoty kejdy, tvořící komplikovaný fyzikálně chemický systém, pro nějž nám při jeho špatné definovanosti zcela chybí nutné termodynamické parametry. Proto jsme přijali zjednodušení, podle něhož jsme brali v úvahu pouze mrznutí čisté vody a zanedbali termodynamické vlivy rozpuštěných látek a ostatních složek, tvořících systém kejdy. Výsledky laboratorního měření oprávněnost tohoto zjednodušení plně potvrzují.

Nakonec je třeba se zmínit o poslední teplotně technické aproximaci, při níž jsme pro zjednodušení výpočtu zanedbávali teplo pohlcované již vytvořeným ledem při jeho dalším chladnutí pod 0 °C za nízkých teplot. Toto zjednodušení je zdůvodněné podstatně menší hodnotou specifického tepla ledu proti jeho skupenskému teplu.

Pro výpočet rychlosti tvorby ledu při dané venkovní teplotě jsme použili těchto termodynamických parametrů ledu (Kutateladze, Borišanskij, 1962):

$$\begin{aligned} \text{měrná tepelná vodivost } (\lambda) & 2,21 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1} \\ \text{skupenské teplo } (s) & 92,7 \text{ W h kg}^{-1} \\ \text{měrná hmotnost } (\rho) & 916,7 \text{ kg m}^{-3} \\ q = \frac{\lambda}{s\rho} & 6,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ d}^{-1} \text{ K}^{-1} \end{aligned}$$

NAMRZÁNÍ LEDU NA HLADINĚ KEJDY V PLOCHÉ ZEMNÍ JÍMCE

U plochých zemních jímek můžeme důvodně zanedbat vliv bočních stěn a dna, které jsou ve styku se zeminou, tedy izolované, a počítat pouze s promrzáním svrchu od hladiny kejdy (Smetana, 1957).

Pro tvorbu ledu za těchto okolností platí rovnice

$$\frac{dx}{dt} = q \frac{T_o - T_p}{x} \quad (11)$$

kde: x — značí tloušťku již vytvořeného ledu

T_o — 273,15 K

T_p — teplota ovzduší nad hladinou ledu (K)

$$q = \frac{\lambda}{s\rho}$$

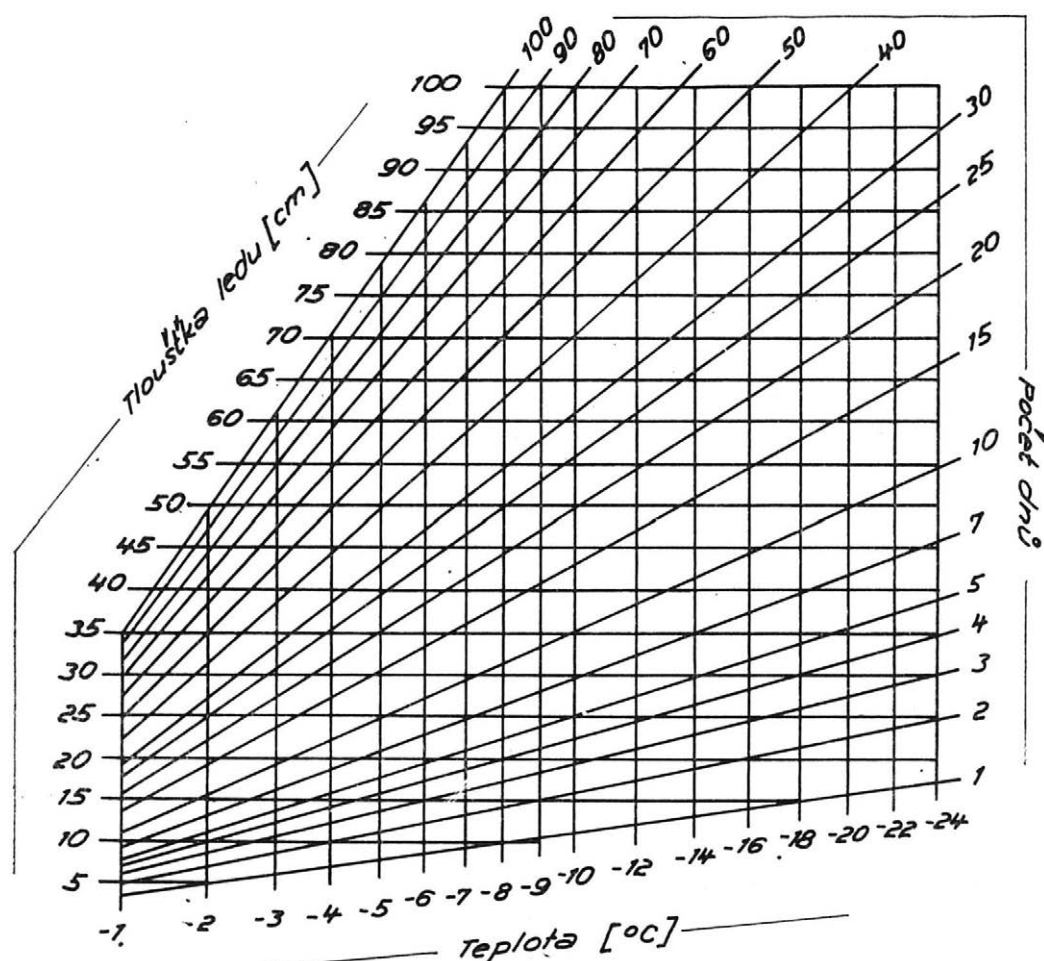
II. Čas (ve dnech) potřebný k vytvoření určité tloušťky ledu — Time (days) needed for formation of a certain ice thickness

Tloušťka (m)	Teplota vzduchu (°C)				
	—5	—10	—15	—20	—25
0,05	0,40	0,20	0,13	0,10	0,08
0,10	1,60	0,80	0,53	0,40	0,32
0,15	3,60	1,80	1,20	0,90	0,72
0,20	6,41	3,20	2,14	1,60	1,28
0,25	10,01	5,01	3,34	2,50	2,00
0,30	14,42	7,21	4,81	3,60	2,88
0,35	19,62	9,81	6,54	4,91	3,92
0,40	25,63	12,82	8,54	6,41	5,13
0,45	32,44	16,22	10,81	8,11	6,49
0,50	40,05	20,02	13,35	10,01	8,01

Po jednoduchém výpočtu dostaneme vztah

$$x = \sqrt{2q(T_o - T_p)t} \quad (12)$$

Grafickým vyjádřením této rovnice je nomogram na obr. 2. Čas, který je potřebný k vytvoření určité tloušťky ledu za určité teploty, uvádí také tab. II. Rozdíl $T_o - T_p$ je roven záporně vzaté teplotě vyjádřené ve stupních Celsia, není tedy nutné ho počítat v kelvinech.



2. Tvorba ledu na hladině kejdy — Ice formation on the surface of liquid manure

PROTÁHLÁ VÁLCOVÁ NÁDOBA

U jímky tvaru protáhlého válce jsme oprávněni z geometrických důvodů pro zjednodušení zanedbat vliv čel, která jsou ostatně obvykle dobře izolovaná, a brát v úvahu jediný rozměrový faktor poloměr válce.

Potom platí rovnice

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{q}{R} \cdot \frac{(T_o - T_p)}{\left(1 - \frac{x}{R}\right) \ln \left(1 - \frac{x}{R}\right)} \quad (13)$$

ze které integrací obdržíme

$$t = \frac{R}{4q\Delta T} \left\{ 1 - \left(1 - \frac{x}{R}\right)^2 \left[1 - \ln \left(1 - \frac{x}{R}\right)^2 \right] \right\} \quad (14)$$

kde tedy x je tloušťka ledu vytvořeného ve válcové nádobě o poloměru R za dobu t . Máme-li v úmyslu vypočítat relativní množství vytvořeného ledu p , potom rovnice (14) nabývá tvaru

$$t = \frac{D^2}{16q\Delta T} \{1 - (1 - p)[1 - \ln(1 - p)]\} \quad (15)$$

$$\text{kde: } p = 1 - \left(1 - \frac{x}{R}\right)^2$$

Vzhledem k tomu, že rychlost tvorby ledu (viz rovnice 11) je přímo úměrná teplotnímu rozdílu $T_o - T_p$, můžeme do výpočtu dosazovat průměrnou teplotu za dané období, aniž by to ovlivnilo přesnost výsledku.

Pro dobu úplného vymrznutí (t_{max}) plyne

$$t_{max} = \frac{D^2}{16q\Delta T} \quad (16)$$

KULOVÁ JÍMKA

Pro namrzání ledu od stěn kulové jámky platí

$$\frac{dx}{dt} = \frac{q}{R} \frac{\Delta T}{\frac{x}{R} \left(1 - \frac{x}{R}\right)} \quad (17)$$

odkud po integraci obdržíme

$$t = \frac{x^2}{2q\Delta T} \left(1 - \frac{2}{3} \frac{x}{R}\right) \quad (18)$$

Z toho plyne doba do úplného vymrznutí obsahu jámky

$$t_{max} = \frac{R^2}{6q\Delta T} \quad (19)$$

Vzhledem ke změně objemu systému při tvorbě ledu jde z prostorových důvodů samozřejmě o abstrahovaný nereálný případ.

ROVNOSTRANNÝ VÁLEC

Pro jímku blíží se svými rozměry případu rovnostranného válce (výška rovna průměru) lze důvodně použít aproximace koule

$$R = D \sqrt[3]{\frac{3}{16}} \doteq 0,57236 D \quad (20)$$

kde: R – poloměr nahrazující koule
 D – průměr skutečné válcové nádoby

Vydeme-li z rovnice (18), potom platí

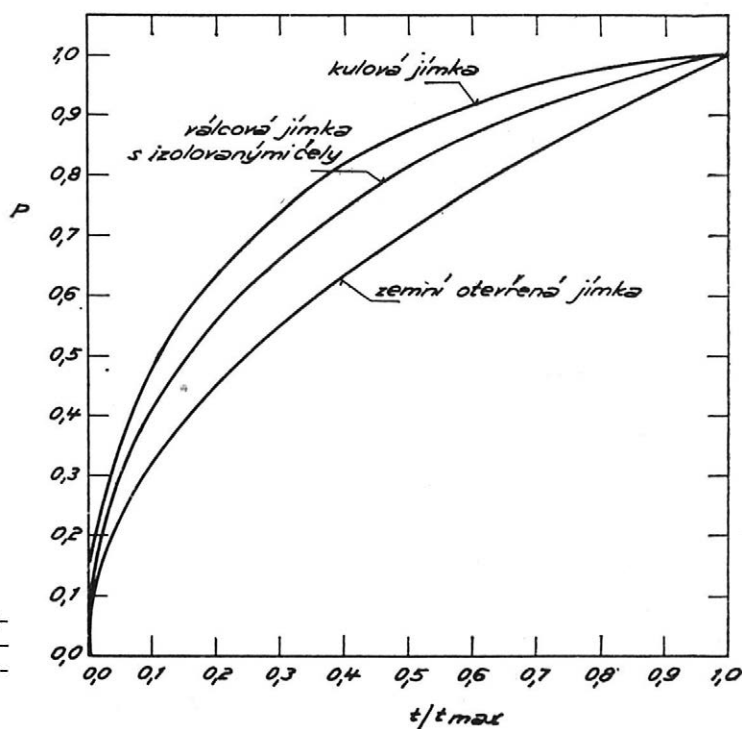
$$t = \frac{R^2}{6q\Delta T} [1 - 3(1-p)^{\frac{2}{3}} + 2(1-p)] \quad (21)$$

kde relativní podíl ledu (p)

$$p = 1 - \left(1 - \frac{x}{R}\right)^3$$

Konečná podoba rovnice pro namrzání ledu v rovnostranném válci je

$$t = \frac{D^2}{8\sqrt[3]{12}q\Delta T} [1 - 3(1-p)^{\frac{2}{3}} + 2(1-p)] \quad (22)$$



3. Časový průběh tvoření ledu v jímce –
 Time course of ice formation in storage tank

POROVNÁNÍ TVORBY LEDU PŘI RŮZNÝCH TVARECH JÍMKY

Na základě matematického aparátu, odvozeného v předchozích kapitolách, lze shrnout závěry o rychlosti tvorby ledu v porovnávacím grafu (obr. 3). Pro přehlednost je zvoleno relativní vyjádření, beroucí za základ hypotetickou dobu potřebnou k úplnému zmrznutí obsahu jímky (t_{max}). Relativní množství vytvořeného ledu p (vzhledem k celkovému obsahu kejdy v nádobě) se porovnává s relativním časovým intervalem působení nízké vnější teploty (t/t_{max}). Předpokládáme, že ve válcové jímce s izolovanými čely se tvoří led podél bočních stěn; v otevřené zeminí jímce se led tvoří na hladině, v kulové se tvoří rovnoměrně po celém povrchu stěny (ve skutečnosti by jímka praskla).

ZÁVĚR

Teplota vnějšího ovzduší ovlivňuje teplotu a stav skladované kejdy bez ohledu na tvar jímky. Je ovšem samozřejmé, že některé způsoby skladování jsou v tomto směru vystaveny více méně tomuto vlivu. Z tohoto hlediska jsou jistě příznivější podpovrchové než nadzemní nádrže, u nichž ovšem hraje dále svoji roli materiál stěn, způsoby tepelné izolace atd.

Počtení aparát, odvozený v této práci, je pokusem o poskytnutí objektivního pohledu na pochody chladnutí kejdy a nalezení jednoduchých metod pro odhad a předvídaní změn důležitých parametrů kejdy.

Literatura

DĚMIDOVIC, B. P. — MARON, I. A.: Základy numerické matematiky. SNTL, Praha 1966.

KORN, G. — KORN, T.: Spravočnik po matematike. Izd. Nauka, Moskva 1973.

KUTATELADZE, S. S. — BORISANSKI, V. M.: Příručka sdílení tepla. SNTL, Praha 1962.

MILNE-THOMSON, H. A. — COMRIE, L. J.: Standard Four-Figure Mathematical Tables. Mc Millan, London 1948.

SMETANA, J.: Hydraulika. Nakl. ČSAV, Praha 1957.

VELEBIL, M.: Teplotní profily v kejdových jímkách při působení chladného počasí. Zeměd. Techn., 23, 1977 č. 10, s. 561-571.

Došlo dne 27. 7. 1977

ВЕЛЕБИЛ, М. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Изменение температуры жидкого навоза в ямке и образование частиц льда в зимний период. Земед. Техн., 23, 1977 (12): 689-699.

При охлаждении жидкого навоза в резервуарах для хранения в зимних условиях значительно ухудшаются их гидродинамические свойства, как было доказано при измерении кажущейся вязкости. Для вычисления средней температуры жидкого навоза в яме цилиндрической формы были выведены соответствующие математические отношения. Была выведена также простая формула для определения средней температуры на основе температур, измеренных в двух пунктах. Далее, в работе выведены отношения для вычисления скорости образования замерзшего слоя в ямках разной формы, которые и при апроксимативном замещении физических данных для воды вместо соответствующих данных для жидкого навоза, дают хотя бы информативную картину данной проблемы.

жидкий навоз; ямка для хранения жидкового навоза; температура жидкого навоза; замерзание жидкого навоза; теплопроводность; теплоемкость

VELEBIL, M. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha - Řepl): *Changes in Heat Content of Liquid Manure in Storage Tanks and Formation of Frozen Clods in Winter Period*. Zeměd. Techn., 23, 1977 (12) : 689-699.

In the winter period, liquid manure in a storage tank cools down and its hydrodynamic properties deteriorate considerably as proved by measuring the apparent viscosity. For calculating the average temperature of liquid manure in a tank of cylindrical shape, relevant mathematical correlations and a simple formula for estimating mean temperature from temperatures measured at two points were derived. Further relations for calculating the speed of frozen layer formation in tanks of various shapes were derived that would give information also with approximative substitution of liquid manure physical data by corresponding physical data for water.

liquid manure; storage tank for liquid manure; temperature of liquid manure; freezing of liquid manure; heat conduction; heat content

VELEBIL, M. (Forschungsinstitut der Landtechnik, Praha - Řepl): *Änderung des Wärmeinhaltes der Gülle in der Grube und Bildung der gefrorenen Schichten in der Winterperiode*. Zeměd. Techn., 23, 1977 (12) : 689-699.

Bei der Erkaltung der Gülle in Lagerbehältern werden in Winterbedingungen deren hydrodynamische Eigenschaften merklich verschlechtert, wie durch die Messung der scheinbaren Viskosität nachgewiesen wurde. Für die Berechnung der mittleren Gülletemperatur in einer zylinderförmigen Lagergrube wurden entsprechende mathematische Beziehungen abgeleitet. Es wurde auch eine einfache Formel für die Schätzung der mittleren Temperatur anhand der in zwei Punkten gemessenen Temperaturen abgeleitet. Ferner werden im Aufsatz Beziehungen für die Berechnung der Geschwindigkeit der Bildung einer gefrorenen Schicht in Gruben verschiedener Form abgeleitet, die auch bei der approximativen Substitution der physikalischen Daten für das Wasser anstatt der entsprechenden Daten für die Gülle wenigstens einen informativen Blick auf das gegebene Problem liefern.

Gülle; Güllelagergrube; Gülletemperatur; Frieren der Gülle; Wärmeleitung; Wärmeinhalt

Adresa autora:

Doc. ing. Miloslav Velebil, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepl

Univerzální přívěsné stroje k obdělávání vinic UNLM - 2,0 a UNLM - 3,5



se šíří záběru od 2,0 do 3,5 m jsou vysoce výkonné stroje, určené pro obdělávání půdy a pro hnojení na vinicích i jiných keřovitých porostů se šířkou meziřádku nad 1,5 m. Připojují se k traktorům třídy 1,4 t s hydraulickým systémem.

Výkon: UNIM - 2,0 0,3 až 0,9 ha h⁻¹

UNIM - 3,5 0,5 až 1,4 ha h⁻¹

obsluhující personál —
— jeden traktorista

Vývozce: GTP Agromachinaimpex, Bulharsko, Sofia, Aksakovova ul. 5, telefon 88 53 25, telex 022 563

Další informace podá Bulharská obchodní mise v ČSSR, Praha I, Krakovská 6, telefon 264 306

Agromachinaimpex



B. Podstavek

PODSTAVEK, B. (Pôdohospodársky projektový ústav, Bratislava): *Skladovacie nádrže na hnojovicu*. Zeměd. Techn., 23, 1977 (12) : 701-716.

Skladovacie nádrže na hnojovicu sú súčasťou hnojnej koncovky fariem vtedy, keď sa hnojovica využíva na hnojenie pôdy. Táto potreba je daná požiadavkou, aby riešenie hnojnej koncovky zabezpečovalo vo vzťahu k farme spoľahlivú a ekonomicky výhodnú prevádzku a vo vzťahu k pôde aplikáciu hnojovice na pôdu vo vhodných agrotechnických termínoch a klimatických podmienkach. V práci sú rozobrané otázky kapacity a konštrukcií skladovacích nádrží, dimenzovanie nádrží, vplyv separácie na kapacitu nádrží, celková potreba skladovacích priestorov v nadväznosti na veľkokapacitné farmy a druhy hospodárskych zvierat.

hnojné koncovky; skladovacie nádrže; separácia; hydrodynamické vlastnosti hnojovice; investičné a prevádzkové náklady; kapacita nádrží; skladovacia doba

V rámci veľkokapacitných fariem sa produkuje veľké množstvo hnojovice, ktoré je ekvivalentné druhu a vekovej kategórii hospodárskych zvierat, koncentracii zvierat na farme, spôsobu kŕmenia, napájania a spôsobu odstraňovania exkrementov z objektov farmy.

Na farmách s bezpodstielkovou prevádzkou vzniká tekutý hnoj, ktorý z hydrodynamického hladiska sa za určitých podmienok chová ako nenenewtonská disperzná sústava (Podstavek, 1975). Súčasne každý druh tekutého hnoja má svoje špecifické chemické vlastnosti, ktoré spolu s fyzikálnymi vlastnosťami predurčujú spôsob riešenia skladovacích nádrží. Okrem spôsobu riešenia skladovacích nádrží je z ekonomického a organizačného hľadiska veľmi dôležitá aj ich kapacita (Podstavek, 1975).

Skladovacie nádrže na hnojovicu sú súčasťou hnojnej koncovky fariem vtedy, keď sa má hnojovica zužitkovať na hnojenie pôdy. Táto potreba je daná požiadavkou, aby riešenie hnojnej koncovky zabezpečovalo vo vzťahu k farme spoľahlivú, ekonomicky výhodnú prevádzku a vo vzťahu k pôde aplikáciu hnojovice vo vhodných agrotechnických a klimatických termínoch.

V citovanej práci sú rozobrané otázky konštrukcie skladovacích nádrží, dimenzovanie nádrží, vplyv separácie na kapacitu nádrží, celková

potreba skladovacích priestorov v nadväznosti na plánovanú produkciu hnojovice včítane technicko-ekonomického zhodnotenia rôznych riešení nádrží.

METODIKA

V tejto práci sa vychádza predovšetkým z poznatkov, ktoré sme v Pôdohospodárskom projektovom ústave v Bratislave získali pri projektovaní hnojných koncoviek veľkokapacitných fariem hovädzieho dobytku i ošípaných. Sú to teda poznatky v podstatnej miere overené v praxi. Zhodnotili sme po konštrukčnej, ekonomickej a organizačnej stránke desať rôznych projektov (tab. I). Hodnotili sme konštrukciu a dimenzovanie skladovacích nádrží na každej farme vo vzťahu k technicko-ekonomickým a organizačným problémom prevádzky hnojných koncoviek. Vzájomne sme porovnávali oceľové a drevené skladovacie nádrže na hnojovicu so zapustenými betónovými nádržami.

Vo všetkých prípadoch vychádza technické riešenie hnojnej koncovky fariem hovädzieho dobytku i ošípaných zo štúdie, ktorú sme spracovali v našom ústave v roku 1972 (P o d s t a v e k, 1972). Úspešnosť takého riešenia hnojnej koncovky fariem závisí, okrem iných faktorov, predovšetkým

I. Konštrukčné, ekonomické a organizačné hodnotenie desiatich rôznych projektov — Evaluation of construction, economic and organizational qualities of the different projects

Názov, miesto farmy, kategória hospodárskych zvierat	Kapacita farmy ks	Denná produkcia hnojovice m ³	Objem skladovacích nádrží m ³	Objem skladovacích nádrží na kus m ³ na ks	Doba u- sklad- nenia dni	Investičné náklady na				Výrobca nádrží
						celú farmu mil. Kčs	kon- covku mil. Kčs	skla- dova- cie ná- drže	u- sklad- nenie m ³ hno- jovice Kčs na m ³	
ŠM Senec, dojnice	950	57,0	3794	3,99	66	51,861	2,640	1,335	352,05	KSB
JRD Žitavany, dojnice	832	49,9	4070	4,89	67	26,501	1,879	1,209	297,19	KSB
JRD Lieskovec, výkrm	800	48,0	3306	4,13	55	11,636	1,755	1,424	430,76	Brno STS Prešov
ŠM Valaliky, dojnice	300	18,0	1250	4,16	21	9,600	0,987	0,650	520,28	dodáv. st. dodáv. st. dodáv. st.
JRD Seňa, dojnice	400	24,0	2000	5,00	33	10,043	1,247	0,978	488,92	
JRD Nitrianske Rudno, dojnice	474	28	2000	4,22	33	16,484	1,047	1,027	513,50	
ŠM Mikuláš, dojnice	400	20	2400	6,0	120	17,819	1,280	1,027	427,92	Dreven. Brunsice Dreven. Brunsice Dreven. Brunsice
JRD N. Život, výkrm	800	24	2280	2,85	95	15,281	0,868	0,608	266,63	
JRD Gajary	728	36,4	3600	4,94	99	29,203	2,659	1,598	443,92	

od správnej lokalizácie výstavby fariem a od úmernej koncentrácie zvierat v rámci jednej farmy. Mnohé problémy s využívaním hnojovice na hnojenie pôdy často vyplývali z toho, že skladovacie nádrže boli veľmi poddimenzované. Cez to všetko sa môže konštatovať, že riešenie hnojnej koncovky, uvedené v práci (P o d s t a v e k, 1975, 1975c), je dobré.

VLASTNÁ PRÁCA

Hnojovica alebo tekutý hnoj predurčujú svojimi fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami spôsob dopravy, ošetrovania, skladovania a zužitkovania.

ZÁKLADNÉ TECHNICKÉ A TECHNOLOGICKÉ POŽIADAVKY NA RIEŠENIE ÚLOHY

Skladovacie nádrže na hnojovicu alebo tekutý hnoj musia z prevádzkovo-ekonomických, ako aj vodohospodárskych a hygienických dôvodov vyhovovať tomu, aby:

- ich kapacita bola schopná akumulovať potrebné množstvá hnojovice v obdobiach, keď nie je možná aplikácia hnojovice na pôdu;
- boli obojsmerne nepriepustné pre vodu, hnojovicu a iné kvapaliny;
- boli odolné proti agresivite hnojovice aj proti agresivite prostredia u podzemných skladovacích nádrží;
- ich technické riešenie zabezpečovalo hygienicky nezávadnú prevádzku.

Skladovacie nádrže na hnojovicu alebo tekutý hnoj môžu byť konštrukčne riešené ako ocelové, drevené, z plastických hmôt, alebo betónové nádrže. Ocelové a drevené nádrže sa budujú ako nadzemné objekty, betónové, ocelové a z plastických hmôt môžu byť riešené ako zapustené a polozapustené.

Z doposiaľ získaných poznatkov a skúseností je vhodnejšie tieto nádrže budovať ako otvorené objekty. Nie je to otázka len ekonomická, ale úzko súvisí aj s kvalitou hnojovice, čo je dôležité pri ďalšom využívaní hnojovice.

Uzavreté nádrže nie sú vzduchotesné. Sú uzavreté len tolko, že do nich nemôže prenikať aktívne vzdušný kyslík. Keď aj áno, tak len v nepatrnom množstve. Následkom nedostatku kyslíku a nahromadenia CO_2 v zatvorenej nádrži prebieha vo vrchnej vrstve hnojovice len veľmi malá mikrobiálna činnosť. V dôsledku toho sa vyvíja v nádrži teplota len 10 až 15 °C. Teplota u maštalného hnoja na otvorených hnojiskách je 50 až 70 °C. Teplota hnojovice 10 až 15 °C je nevhodná nielen z hľadiska jej mikrobiálneho prepracovania, ale aj z toho poznatku, že väčšina patogénnych zárodkov túto teplotu prežíva. Patogénne zárodky, ako napr. salmonelly, baktérie Coli, týfu a paratýfu, prežívajú pri teplotách 28 až 32 °C najviac 26 dní (P ö p e l, 1970).

Okrem živín obsahuje hnojovica (hlavne od ošípaných) intenzívne zapáchajúce látky, ako sú amoniak, merkaptan, sírovodík, skatol, indol a iné. V závislosti od zdravotného stavu zvierat môžu sa v hnojovici nachádzať patogénne zárodky a parazity. Tieto skutočnosti sa musia zo-

brať do úvahy, pokiaľ má navrhované riešenie hnojnej koncovky spĺňať kritériá ochrany životného prostredia pred znečisťovaním.

V závislosti od toho, či počas skladovania hnojovice je prístupný do skladovacích priestorov kyslík alebo nie, sa vytvárajú aerobné alebo anaerobné mikroorganizmy. Oba typy mikroorganizmov odbúravajú organické látky, z ktorých vznikajúce produkty odbúravania sú rozdielne.

V zatvorenej nádrži vznikajú pri nedostatku kyslíka anaerobné podmienky. V dôsledku takéhoto anaerobného skladovania hnojovice vznikajú intenzívne zapachajúce plyny, ako sú: amoniak, sírovodík, merkaptan, indol, skatol a pod. Tieto plyny zvlášť silne cítiť, keď sa manipuluje s hnojovicou.

II. Produkcia tekutého hnoja od hovädzieho dobytku v kg na deň a kus — Slurry production (in kg) per day and head of cattle

Kategória	Živá hmotnosť kg	Pevné výkaly kg	Tekuté výkaly kg	Skladba tekutého hnoja			Výpočtové hodnoty produkcie tekutého hnoja pri dimenzovaní skladovacích nádrží kg na ks a deň
				fyziológické exkrementy spolu kg	manipulačná voda kg	tekutý hnoj celkom kg na deň a ks	
Dojnice	600	27—30	15—18	42—48	10,5-11,5	52,5-59,5	60
Mladý dobytok	150—350	18—22	10—12	28—34	11,0-12,0	39,0-46,0	47
Teľatá	do 150	6—12	4—8	10—20	7,0-10,0	17,0-30,0	30

III. Produkcia tekutého hnoja od ošípaných v kg na deň a kus — Slurry production (in kg) per day and pig

Kategória ošípaných	Exkrementy			Manipulačná voda kg	Tekutý hnoj celkom kg na ks a deň	Výpočtové hodnoty pre dimenzovanie skladovacích nádrží
	pevné výkaly kg	tekuté výkaly kg	spolu kg			
Prasnice pripustené	2,23	5,80	8,03	6,00	14,00	14,00
Prasnice s prasiatkami	4,50	9,90	14,40	10,00	24,40	25,00
Ciciaky 5—15 kg	0,35	0,65	1,00	2,20	3,20	3,00
Odstavčatá 15—30 kg	0,67	1,23	1,90	2,60	4,50	4,00
Predvýkrm 5—30 kg	0,58	1,03	1,61	2,50	4,10	4,00
Dokrm 30—110 kg	1,42	3,12	4,54	2,90	7,44	7,50
Kanci	6,00	6,00	12,00	5,00	17,00	17,00

PRODUKCIA HNOJOVICE

Produkcia hnojovice alebo tekutého hnoja je na farme závislá od druhu a vekovej kategórie zvierat. Podrobné údaje o produkcii hnojovice od hovädzieho dobytku sú uvedené v tab. II, od ošipaných v tab. III.

V tabulkách sú uvedené produkcie pevných a tekutých exkrementov v závislosti od vekovej kategórie zvierat. Pre každú kategóriu zvierat sa uvádza množstvo manipulačnej vody, ktorá sa v objektoch do exkrementov dostáva v dôsledku prevádzky.

Pre každú vekovú kategóriu zvierat sa uvádzajú výpočtové hodnoty produkcie hnojovice, resp. tekutého hnoja, ktoré majú byť používané pri dimenzovaní skladovacích nádrží v kg na kus a deň.

DIMENZOVANIE NÁDRŽÍ

Pri dimenzovaní nádrží na prechodné uskladnenie hnojovice je treba vychádzať z dennej produkcie hnojovice (tab. II, III) na jednej strane a zo systému vývozu hnojovice na pole v závislosti od klimatických, vegetačných a agrotechnických podmienok na strane druhej. Podrobné spracovanie systému vývozu hnojovice na pole v závislosti od konkrétnych podmienok je možné len pre konkrétnu farmu a pri pokročilom štádiu spracovania projektovej dokumentácie, keď sú známe záväzné údaje o produkcii hnojovice a navrhovanom spôsobe manipulácie, dopravy a ošetrovania hnojovice.

Z celkového rájónového zhodnotenia prírodných, vegetačných a agrotechnických podmienok sme rozborom dospeli k poznaniu, že v oblastiach, ktoré patria do výrobného typu:

- kukuričného je doba akumulácie hnojovice priemerne 75 dní,
- repárskeho je doba akumulácie hnojovice 90 až 100 dní,
- zemiakárskeho je doba akumulácie 120 až 130 dní,
- horské hospodárstva je doba akumulácie 130 až 150 dní.

Vo výrobnom type kukuričnom a v podstate aj zemiakárskom nie je problém ani v priebehu miernej zimy, keď je pôda prístupná, aplikovať do nej hnojovicu. Organizačné problémy tu vznikajú skôr vo vegetačnom období, keď určité druhy rastlín nedovoľujú aplikáciu hnojovice na pôdu. To je treba riešiť prispôbením osevného postupu jedného alebo viacerých poľnohospodárskych podnikov na pozemkoch, na ktorých sa má hnojovica využívať na hnojenie pôdy.

Vo výrobnom type zemiakárskom a v horských hospodárstvách je aplikácia hnojovice na pôdu limitovaná hlavne klimatickými podmienkami.

RÔZNE KONŠTRUKČNÉ SYSTÉMY SKLADOVACÍCH NÁDRŽÍ

Hodnotili sme tri rozdielne konštrukčné systémy skladovacích nádrží na hnojovicu :

- oceľové nadzemné nádrže – výrobca Kralovopolská, Brno, STS Prešov a VŽKG Ostrava,
- drevené nadzemné nádrže – výrobca JRD Horné Brusnice,
- železobetónové nádrže zapustené, polozapustené a povrchové.

Nadzemné ocelové nádrže, výrobcom ktorých sú Kralovopolské strojárne, Brno, môžu byť otvorené i zatvorené. Vyrábajú sa s vonkajšími priermi od 3600 do 29 505 mm, výškami 1,995 m až 15,799 m a 10,00 až 22,00 m. Objem nádrží v závislosti od priemeru a výšky sa pohybuje v rozpätí od 20 m³ do 2201 m³ a od 2563 m³ do 15 054 m³.

Z celej série týchto nádrží pre uskladňovanie hnojovice sú vhodné len niektoré. Limitujúcim faktorom výberu nádrží pre uskladnenie hnojovice je výtlačná výška čerpadiel po odpočítaní strát tlaku vo výtlačnom potrubí. V dôsledku trenia a geodetického prevýšenia je veľmi malý výber čerpadiel na prečerpávanie hnojovice. Čerpadlá, ktoré sa používajú na prečerpávanie neupravenej hnojovice so sušinou nad 10,2 %, umožňujú používať nadzemné nádrže s výškou do 8,5 m; u hnojovice so sušinou do 8,1 % môže byť výška nadzemnej nádrže až 10,0 m.

V praxi na farmách sú s týmito nádržami veľmi dobré skúsenosti. Investičný náklad na spodnú stavbu nádrže o objeme 1102 m³ je 73 500 Kčs a na vrchnú stavbu (kompletná dodávka a montáž) 397 000 Kčs, spolu: 470 500 Kčs, t. j. 360,25 Kčs na m³. Investičný náklad na spodnú stavbu nádrže o objeme 2563 m³ je 88 230 Kčs a na vrchnú stavbu 519 000 Kčs, t. j. 236,92 Kčs na m³. Ďalšie údaje sú uvedené v tab. I.

Nadzemné ocelové nádrže, výrobcom ktorých je STS Prešov, sú otvorené. Vyrábajú sa len s jedným vnútorným priemerom 13 322 mm, výškami 3000 až 9000 mm a objemom 376 až 1212 m³.

Investičný náklad na spodnú stavbu je 73 357 a vrchnú stavbu (kompletná dodávka a montáž) 401 458 Kčs, spolu 474 815 Kčs, t. j. 430,86 Kčs na m³ (tab. I).

Nadzemné ocelové nádrže vyrába aj VŽKG Ostrava. Vyrábajú štyri varianty: typ F-09080, F-12060, F-15050, F-18041. Sú určené na skladovanie hnojovice hovädzieho dobytku alebo ošípaných. Obvodový plášť nádrží vzniká zošroubovaním smaltovaných plechov o hrúbke 3–5 mm. Spojenie jednotlivých dielcov sa tesnia silikónovým tmelom. Vyrábané nádrže majú tieto technické parametre:

typ:	F-09080	F-12060	F-15050	F-18041
hmotnosť:	19,5 t	23,1 t	27,8 t	17,2 t
priemer vnútorný:	9,0 m	12,0 m	15,0 m	18,0 m
výška nádrže:	11,17 m	8,47 m	7,1 m	5,66 m
užitočný objem:	600 m ³	900 m ³	1250 m ³	1380 m ³

cena nádrže bez základov,
strojného zariadenia

a elektroinštalácie	200 000 Kčs	230 000 Kčs	270 000 Kčs	210 000 Kčs
montáž	40 000 Kčs	50 000 Kčs	60 000 Kčs	40 000 Kčs
náklad na dodávku v Kčs na m ³	450	370	330	330

Nádrže ešte nie sú odskúšané v prevádzkových podmienkach, a preto je predčasné hovoriť o ich spoľahlivosti z hľadiska vodotesnosti. Zdokumentovanie tejto otázky konkrétnymi meraniami je maximálne aktuálne, pretože senážne veže, ktoré majú obdobnú konštrukciu, často prepúšťajú štavu.

Nadzemné drevené nádrže, výrobcom ktorých je JRD Horné Brusnice, sú len otvorené. Vyrábajú sa v piatich veľkostných variantoch: 219, 400, 786, 1281, 1681 m³. Nádrže sa montujú na stavenisku z dubových alebo borových fošien hrúbky 6 cm, spojených medzi sebou na pero a drážku. Dĺžka fošien je 275 a 375 cm. Pevnosť dreveného plášťa zabezpečujú ocelové obruče. Celá konštrukcia je natretá náterovou hmotou Rubol RS. Styky fošien sa tmelia plastickým tmelom RB.

Investičný náklad na spodnú stavbu nádrže o objeme 1681 m³ je 115 250 Kčs a vrchnú stavbu (kompletná dodávka, montáž a nátery) 467 119 Kčs, spolu: 544 141 Kčs, t. j. 363,98 Kčs na m³. Investičný náklad na spodnú stavbu nádrže o objeme 786 m³ je 52 579 Kčs a na vrchnú stavbu 289 917 Kčs, spolu 342 496 Kčs, t. j. 428,12 Kčs na m³.

Zapustené, polozapustené a nadzemné železobetónové nádrže majú pravouhlý pôdorys. Steny a dno nádrže sa navrhujú zo železobetónu B 170 s ocelovou výstužou, oceľ 10216 (E). Väčšiu nádrž nad 500 m³ je vhodné deliť na samostatné komory s tým, aby každá komora mala objem 450 až 550 m³. Komory môžu byť vzájomne prepojené. Otvory sa môžu vybaviť tabuľovými uzávermi.

Dno a steny nádrže musia byť izolované proti zemnej vlhkosti a prenikaniu hnojovice do podlažia.

Investičný náklad na výstavbu zapustenej železobetónovej nádrže s objemom 1250 m³ s príslušenstvom je 787 000 Kčs, t. j. 520,28 Kčs na m³, polozapustenej s objemom 2000 m³ je 1 047 000 Kčs, tj. 513,50 Kčs na m³ a povrchovej s objemom 2000 m³ je 978 000 Kčs, t. j. 488,92 Kčs na m³ (tab. I).

Zapustené a polozapustené železobetónové nádrže sú investične drahšie ako nadzemné nádrže drevené alebo ocelové. Pre veľký objem málo mechanizovaných stavebných a betonárskych prác dodávateľa stavebnej časti odmietajú realizáciu týchto nádrží.

Z hľadiska investičných nákladov, organizácie výstavby a spoľahlivosti uskladnenia hnojovice v nádržiach sú z hľadiska odstránenia nebezpečia kontaminácie povrchových a podzemných vôd najvhodnejšie nadzemné ocelové nádrže.

VPLYV SEPARÁCIE NA KAPACITU SKLADOVACÍCH NÁDRŽÍ

V otázke separácie hnojovice sa názory odborníkov rozchádzajú. Stretávame sa s názorom, že surovú hnojovicu separovať treba, ale aj s názorom opačným. V mnohých prácach (Bláha, 1972; Reiman, Jensen, 1973; Podstavek, 1972, 1975c) sa vychádza z odôvodnenia, že hnojovicu separovať treba.

Problém je totiž v tom, že hnojovica a tekutý hnoj majú ako kvapalina veľmi nevhodné vlastnosti (Marčenko, 1972; Hörning, 1970; Podstavek, 1975). Z toho vznikajú veľké problémy pri navrhovaní hydraulikkej sústavy pre manipuláciu hnojovice a tekutého hnoja.

Neseparovaná, resp. sústavne nehomogenizovaná hnojovica komplikuje manipuláciu po dlhodobom skladovaní v akumulčných nádržiach, a to tým, že sa diferencuje na tri časti: sediment, plávajúci koláč a strednú časť – hnojovú vodu. Sediment v nadzemných nádržiach (Podstavek, 1975b) sa počas doby uskladnenia zhutňuje a robí starosti pri vyprázdňovaní nádrží. Z toho dôvodu dochádza k situáciám, keď v nadzemných

nádržiach po dvoch rokoch technologicky nesprávnej prevádzky odsedimentovalo množstvo pevných častí hnojovice (340 ml l^{-1} – 420 ml l^{-1}), a preto boli nádrže vyradené z prevádzky (farma ošípaných Belova Ves, okres Dunajská Streda, farma ošípaných Vlčany, okres Galanta, farma hovädzieho dobytká Nový Trh a pod.). Pre zabezpečenie ďalšej prevádzky bolo treba z každej nádrže vybrať 390 až 450 m^3 sedimentu.

Separácia hnojovice sa odporúča, nakoľko:

- podstatne zjednodušuje spôsob riešenia celej hydraulickej sústavy pre hnojovicu. Po separácii sa s hnojovou vodou – tekutá fáza – môže manipulovať ako s každou inou Newtonovou kvapalinou;
- podstatne zjednodušuje spôsob a rozsah prevádzania homogenizácie hnojovej vody oproti surovej hnojovici;
- sa o odseparovaný pevný podiel zníži objem sedimentu v každej skladovacej nádrži. Zmení sa aj štruktúra sedimentu. Odseparovaný pevný diel sa môže úspešne používať v systéme hnojenia pôdy obdobným spôsobom ako maštalný hnoj;
- o odseparovaný pevný podiel, t. j. o 15 až 25 %, sa znížia nároky na skladovacie nádrže pre uskladnenie hnojovej vody;
- uplatnením separácie v riešení hnojnej koncovky farmy sa nezvyšujú investičné a prevádzkové náklady (tab. IV, V).
- v hnojovici má pevný podiel výkalov škodlivejší vplyv na porasty než tekutá fáza. Pevná časť výkalov môže tvoriť na pôde pevnú kôru, ktorá brzdí výmenu plynov medzi pôdou a vzduchom. Tento vplyv je tak veľký, že môže dôjsť k porušeniu rastu rastlín. Pevná časť hnojovice značne znehodnocuje porasty lúk a pasienkov;
- v odseparovanej tekutej časti hnojovice zostáva len 0,15 až 0,20 % z celkového obsahu dusíka v hnojovici. Táto skutočnosť má vplyv na výšku stredných a maximálnych dávok hnojovice na 1 ha za rok a cez tieto dávky aj na potrebnú výmeru pôdy určenej na hnojenie tekutou časťou hnojovice po separácii. S tým úzko súvisia prevádzkové náklady, t. j. ekonomika farmy.

V tab. IV sú vyčíslené nároky na kapacitu skladovacích nádrží bez separácie hnojovice a po separácii. Z tabuľky jednoznačne vyplýva veľká úspora kapacít skladovacích nádrží v dôsledku uplatnenia separácie v technickom riešení hnojných koncoviek veľkokapacitných fariem. Napr. na farme hovädzieho dobytká (HD) s kapacitou 800 dojníc, ktorá má byť realizovaná v kukuričnej výrobnnej oblasti, sa separáciou zníži potreba kapacity skladovacích nádrží o 720 m^3 . Podstatne väčšie rozdiely vznikajú pri zvýšení koncentrácie zvierat na farme, resp. vtedy, keď sú farmy realizované v repárskej, zemiakárskej, resp. horskej oblasti.

Súčasne treba konštatovať, že pre navrhovanie separácie do technického riešenia hnojnej koncovky veľkokapacitných fariem nemáme v ČSSR vhodný separátor. Nami odskúšaná horizontálna bubnová odstredivka PO-420 V na separáciu hnojovice hovädzieho dobytká a ošípaných, ktorú vyrábali do roku 1971 Blanícke strojárne, n. p., Vlašim, sa prestala vyrábať. Agra Přelouč dodáva vibračný separátor OVP-10. Toto zariadenie nemá vhodný separačný účinok, nakoľko v tekutej zložke po separácii je ešte 4,5 až 5,5 % nerozpustných látok a pevná zložka po sepa-

IV. Základné parametre nadzemných nádrží – Main parameters of aboveground tanks

Konštrukčné parametre – vnútorný priemer	Oceľové nádrže Kraľovopolská Brno			Prešov STS	Drevené nádrže JRD Horné Brusnice			
	Ø 11 418 mm	Ø 13 322 mm	Ø 18 092 mm	Ø 13 322 mm	9000 mm	12 460 mm	15 910 mm	18 220 mm
Hrúbka dna mm	5	5	5	5				
Výška nádrže mm	3967	3967	10 000	3000	3700	6700	6700	6700
objem nádrže m ³	405	552	2 563	376	219	786	1281	1681
	5939	5939	12 000	4500				
	607	827	3 097	585				
	7911	7911		6000				
	809	1102		794				
				9000				
				1212				

V. Vplyv separácie na kapacitu skladovacích nádrží – Effect of separation on the capacity of storage tanks

Výrobná oblasť	Doba akumula- cie	Kapa- cita farmy	Kapacita skladovacích nádrží		Investičné náklady na se- paráciu	Investičné náklady na skladovacie nádrže		Rozdiel
			bez sepa- rácie	po sepa- rácii		bez separácie	po separácii	
	dní	ks	m ³	m ³	Kčs	Kčs	Kčs	
Kukuričná					2 × 32 000			
– farma dojníc	75	800	3 600	2880	64 000	1 548 000	1 238 000	310 000
– farma HD-výkrm		2 000	5 250	4200	96 000	2 257 500	1 806 000	451 000
– farma ošípaných		10 000	6 000	4800	96 000	2 580 000	2 064 000	516 000
Repárska	100							
– farma dojníc		800	4 800	3840	96 000	2 064 000	1 651 200	412 800
– farma HD výkrm		2 000	7 000	5600	128 000	3 010 000	2 408 000	602 000
– farma ošípaných		10 000	8 000	6400	128 000	3 440 000	2 752 000	688 000
Zemiakárska	130							
– farma dojníc		800	6 240	4992	96 000	2 683 200	2 146 560	536 640
– farma HD výkrm		2 000	9 100	7280	128 000	3 913 000	3 130 400	783 600
– farma ošípaných		5 000	10 400	8320	128 000	4 472 000	3 577 600	894 400

rácii dosahuje sušinu maximálne 17 až 19 %. S prihliadnutím na prevádzkové problémy spojené so skladovaním neseparovanej hnojovice je žiadúce otázku separácie riešiť vhodnou cestou. Otázka separácie je z technického, ekonomického a prevádzkového hľadiska nedostatočne prepracovaná.

Homogenizáciou hnojovice sa neznižuje jej percento sušiny, a preto hydraulické problémy spojené s dopravou a skladovaním zostávajú. Tento poznatok nie je teoretický, ale vyplýva zo získaných poznatkov z prevádzky hnojných koncoviek veľkokapacitných fariem a tiež sa opiera o fyzikálne a chemické vlastnosti hnojovice hovädzieho dobytku a ošípaných (P o d s t a v e k, 1972, 1975b, c; M a r č e n k o, 1972; K a l i n i n, 1969).

V tab. V sú uvedené investičné a prevádzkové náklady rôznych spôsobov usporiadania hnojenej koncovky v tom prípade, keď sa výkaly využívajú na hnojenie pôdy. V technickom riešení hnojnej koncovky na niektorých farmách v prevádzke je uplatnená separácia (tab. V). Nižšie investičné prevádzkové náklady hnojnej koncovky sú v tých prípadoch, keď sa hnojovica separovala pred jej používaním na hnojenie pôdy.

Nižšie prevádzkové náklady u hnojných koncoviek so separáciou sú hlavne v dôsledku nižších čiastok na odpisy zo strojovej a stavebnej časti, predovšetkým zo skladovacích nádrží.

Z rozborov vplyvu separácie na kapacitu skladovacích nádrží môžeme konštatovať, že pri uplatnení separácie v technickom riešení hnojných koncoviek veľkokapacitných fariem hovädzieho dobytku a ošípaných sa znižujú nároky na kapacitu skladovacích nádrží, znižujú sa investičné náklady na riešenie hnojnej koncovky a znižujú sa prevádzkové náklady. Súčasne sa riešia uvedené problémy s manipuláciou, ošetrovaním, dopravou a skladovaním hnojovice za farmou.

ORIENTAČNÁ POTREBA SKLADOVACÍCH NÁDRŽÍ PRE ŠPECIALIZOVANÉ VEĽKOKAPACITNÉ FARMY HOVÄDZIEHO DOBYTKA A OŠÍPANÝCH

V tejto časti práce sú vyčíslené a porovnané údaje o potrebe skladovacích nádrží na hnojovicu, resp. na hnojovú vodu po separácii pre farmy hovädzieho dobytku a ošípaných. Pri spracovaní sa vychádzalo z údajov o perspektívnom stave hospodárskych zvierat v rokoch 1976 a 1990.

K 1. 1. 1976 bolo z celkového počtu hospodárskych zvierat ustajnené a k 1. 1. 1990 má byť ustajnené v objektoch z bezpodstielkovou prevádzkou (v tis. kusoch):

	1976	1990
dojnice	84	509
ostatný dobytok	119	813
prasnice	153	545
výkrm ošípaných	3500	4268

VI. Porovnanie investičných a prevádzkových nákladov rôznych spôsobov usporiadania hnojnej koncovky v tom prípade, keď sa výkaly využívajú na hnojenie pôdy (dojivosť 3750 l na kus a rok) — Comparison of the investment and operating costs of different arrangements of the dung-disposal facilities, in case the dung is used for manuring (milk yield 3,750 l per head per year)

Názov farmy	Kapacita ks	Investičné náklady		Spôsob riešenia koncovky	Ekonomické parametre koncovky v Kčs		
		celkové na farmu Kčs	na hnojnú koncovku mil. Kčs		IN na koncovku a ks Kčs na ha	ročné prevádzkové náklady Kčs	ročné prevádzkové náklady na 1 mlieka alebo kg mäsa
JRD Seňa, dojnice	400	10,040	1,247	využitie výkalov na hnojenie bez separácie	3118,85	290 133	0,19
JRD Lieskovec, výkrm HD	800	11,640	1,755	využitie výkalov na hnojenie bez separácie	2194,10	376 216	—
JRD Žitavany, dojnice	832	26,500	1,879	využitie výkalov na hnojenie bez separácie	2258,43	393 272	0,12
ŠM Senec, dojnice	950	51,861	2,640	využitie výkalov na hnojivé závlahy po separácii	2779,83	335 448	0,09
ŠM Jelšava, dojnice	591	34,545	1,878	využitie výkalov na hnojenie vývoz po separácii a skladovaní	3178,00	255 425	0,11
JRD Zlatná na Ostr., ošípané	5 000	34,330	2,820	využitie výkalov na hnojenie pôdy po separácii a uskladnení	564	218 765	0,20
JRD B. Ves, ošípané	5 000	32,297	2,500	využitie výkalov na hnojenie pôdy po separácii a uskladnení	500	218 820	0,20
JRD Vojnice, ošípané	5 000	16,173	2,950	využitie výkalov na hnojenie pôdy po separácii a uskladnení	590	218 630	0,20
JRD Rybany, ošípané	8 800	20,523	5,086	využitie výkalov na hnojenie	578	275 680	0,20
JRD V. Rypňany, ošípané	8 800	22,770	3,650	využitie výkalov na hnojenie	414	275 740	0,20
IRD Pribeník, ošípané	10 372	64,166	4,494	využitie výkalov na hnojenie	433	384 175	0,23

VII. Potreba skladovacích priestorov a nádrží na surovú hnojovicu hovädzieho dobytku — Demand of storage space and storage tanks for raw cattle slurry

Druh hospodárskych zvierat	Rok 1976				Rok 1990			
	stav tis. ks	produkcia hnojovice m ³ na deň	celková potreba skladovacích priestorov m ³	IN na skladovacie nádrže tis. Kčs	stav tis. ks	produkcia hnojovice m ³ na deň	celková potreba skladovacích priestorov m ³	IN na skladovacie nádrže tis. Kčs
Dojnice	84	5040	604 800	229 824	509	30 540	3 664 800	1 392 624
Ostatný hovädzí dobytok	119	4165	499 800	189 924	813	28 455	3 414 600	1 297 548
		spolu	1 104 600	319 748		spolu	7 079 400	2 690 172

IN na 1 m³ skladovacieho priestoru 380 Kčs na m³

Skladovacie nádrže à 1200 m³ = 1976 = 921 ks
1990 = 5900 ks

VIII. Potreba skladovacích priestorov a nádrží na hnojovú vodu po separácii hnojovice hovädzieho dobytku — Demand of storage space and storage tanks for slurry water after separation of cattle slurry

Druh hospodárskych zvierat	Rok 1976				Rok 1990			
	stav tis. ks	produkcia hnojovice m ³ na deň	celková potreba skladovacích priestorov m ³	IN na skladovacie nádrže tis. Kčs	stav tis. ks	produkcia hnojovice m ³ na deň	celková potreba skladovacích priestorov m ³	IN na skladovacie nádrže tis. Kčs
Dojnice	84	5040	483 840	183 859	509	30 540	2 931 840	1 114 099
Ostatný hovädzí dobytok	119	4160	399 360	151 756	813	28 455	2 731 680	1 038 038
		spolu	883 200	335 615			5 663 520	2 152 137

IN na 1 m³ skladovacieho priestoru 380 Kčs na m³ (nadzemná oceľová nádrž)

Skladovacie nádrže à 1200 m³ 1976 = 736
1990 = 4720

Tieto stavy hospodárskych zvierat na jednotlivých farmách ročne produkujú hnojovicu (v tis. m³):

	1976	1990
dojnice	1839	11 147
ostatný dobytok	2042	13 947
prasnice	782	2 785
výkrm ošípaných	8942	10 905

Hnojovica od každého druhu hospodárskych zvierat je bohatá na živiny (Podstavek, 1972, 1975b). Pri navrhovaní spôsobu ošetrovania a zužitkovania produkovanej hnojovice sa musia zobrať do úvahy aj bakteriologické znečistenie, pomer N:C, mikrobiálna činnosť a iné. Hnojovica hovädzieho dobytká má podstatne lepšie chemické a mikrobiologické vlastnosti ako hnojovica ošípaných. Pre tieto chemické a mikrobiologické vlastnosti sa odporúča hnojovicu hovädzieho dobytká využívať na hnojenie pôdy.

Z hľadiska potreby uskladnenia hnojovice na prechodnú dobu bude rozdielna potreba skladovacích nádrží pre uskladňovanie surovej hnojovice a uskladnenie hnojovej vody po separácii. Potreba skladovacích nádrží a priestorov pre uskladnenie surovej hnojovice a odseparovanej hnojovej vody je uvedená v tab. VI a VII.

V roku 1990 len pre farmy hovädzieho dobytká bude treba 5900 skladovacích nádrží s kapacitou 1200 m³, jedna s celkovou kapacitou 1104600 m³, na uskladnenie surovej neseparovanej hnojovice. Uplatnením separácie sa odstráni v priemere 20 % vody zo surovej hnojovice. O túto časť sa zníži potreba skladovacích nádrží (tab. VIII).

U veľkokapacitných fariem ošípaných je riešenie hnojnej koncovky limitované:

- a) vlastnosťami hnojovice,
- b) podmienkami územia, kde se farma nachádza.

Hnojovica ošípaných má veľmi malú mikrobiálnu účinnosť na pôdu. Obsahuje intenzívne zapáchajúce látky, ako sú: amoniak, merkaptan, sírovodík, skatol, indol a iné. Okrem toho surová hnojovica môže obsahovať rôzne choroboplodné zárodky, vajíčka rôznych parazitov a semená buriny. Tieto skutočnosti sa musia zobrať do úvahy, pokiaľ má navrhované riešenie hnojnej koncovky spĺňať kritériá ochrany životného prostredia pred znečisťovaním.

S prihliadnutím na reálne podmienky lokalizácie výstavby veľkokapacitných fariem ošípaných z hľadiska ochrany životného prostredia pred znečisťovaním v nadväznosti na chemické, mikrobiologické, hygienicko-veterinárne vlastnosti hnojovice ošípaných predpokladáme, že hnojnú koncovku veľkokapacitných fariem ošípaných bude treba riešiť:

- 1,2 % sušením;
- 31,0 % čistiarenské systémy len pre farmy ošípaných. Pevná časť po separácii a prebytočný kal sa môže kompostovať a potom využívať na hnojenie pôdy. Prečistená voda môže byť vypúšťaná do toku bez nebezpečia jeho znečistenia, alebo využívaná na závlahy, resp. vracaná späť do farmy ako prevádzková voda;
- 17,0 % čistenie odseparovanej tekutej časti hnojovice spolu s priemyselnými odpadovými vodami. Pevná časť po separácii hnojovice a prebytočný kal sa môžu kompostovať a potom využívať na hnojenie pôdy. Prečistená voda sa môže vypúšťať do toku bez nebezpečia jeho znečistenia, alebo využívať na závlahy;
- 15,0 % čistenie odseparovanej tekutej časti hnojovice spolu s mestskými odpadovými vodami. Využívanie pevnej časti hnojovice po separácii môže byť obdobné ako v predchádzajúcich dvoch systémoch.

Prečistená voda sa môže vypúšťať do toku bez nebezpečia jeho znečistenia, alebo využívať na závlahy.

35,8 % využívanie hnojovice ošipáných na hnojenie pôdy po separácii.

Skladovacie nádrže na farmách ošipáných budú potrebné len v tých prípadoch, keď hnojná koncovka fariem bude riešená takým spôsobom, aby sa hnojovica využívala na hnojenie pôdy. Potreba kapacít skladovacích nádrží je vyčíslená v tab. IX a X.

Za predpokladu, že v rokoch 1977 až 1990 budú realizované v ČSSR farmy pre plánované stavy ošipáných (tab. VIII, IX). a farmy pre plánované stavy hovädzieho dobytku (tab. VI, VII), bude potrebné pre uva-

IX. Potreba skladovacích priestorov a nádrží na surovú hnojovicu ošipáných – Demand of storage space and storage tanks for raw pig slurry

Kategória ošipáných	Rok 1976					Rok 1990				
	stav ošipáných tis. ks	produkcia hnojovice za deň m ³ za deň	celková potreba skladovacích priestorov m ³	počet nádrží à 1200 m ³	IN skladovacie nádrže	stav ošipáných tis. ks	produkcia hnojovice za deň m ³ za deň	celková potreba skladovacích priestorov m ³	počet nádrží à 1200 m ³	IN na skladovacie nádrže tis. Kčs
Prasnice	153	1 224	127 198	106	48 335	545	4 360	187 306	156	71 176
Výkrm ošipáných	3500	28 000	2 909 760	2425	1 105 420	4268	34 144	1 466 880	1223	557 460
			spolu	2531	153 755		spolu	1 654 186	1379	628 636

X. Orientačná potreba skladovacích priestorov nádrží na hnojovú vodu po separácii hnojovice ošipáných – Preliminary demand of storage space and storage tanks for slurry water after separation of pig slurry

Kategória ošipáných	Rok 1990							
	stav ošipáných	produkcia hnojovice za deň	hnojivá voda po separácii za deň celkom	pevná časť po separácii za deň celkom	objem hnojovej vody po separácii na hnojenie pôdy	celková potreba skladovacích priestorov	celkový počet nádrží à 1200 m ³	IN na skladovacie nádrže
Prasnice	545	4 360	3 788	872	1249	149 880	125	56 954
Výkrm ošipáných	4268	34 144	27 315	6828	9779	1 173 480	978	445 740
					spolu	1 323 360	1103	502 694

žované riešenia hnojných koncoviek vyrobiť a postaviť skladovacie nádrže na:

a) surovú neseparovanú hnojovicu

– farmy hovädzieho dobytká:	7 079 400 m ³ , t. j. 5900 nádrží à 1200 m ³
– farmy ošípaných:	1 654 186 m ³ , t. j. 1379 nádrží à 1200 m ³
	spolu 7279 nádrží à 1200 m ³

b) hnojovú vodu po separácii hnojovice

– farmy hovädzieho dobytká:	5 663 520 m ³ , t. j. 4720 nádrží à 1200 m ³
– farmy ošípaných:	1 323 360 m ³ , t. j. 1103 nádrží à 1200 m ³
	spolu 5823 nádrží à 1200 m ³

ZÁVER

Skladovacie nádrže na hnojovicu v systéme riešenia hnojenej koncovky farmy, ktorou sa zabezpečuje využívanie výkalov na hnojenie pôdy podstatnou mierou, t. j. 50,6 % až 64,34 %, sa podieľajú na výške investičných nákladov hnojných koncoviek fariem. Je preto účelné hľadať spôsoby, ako potrebné objemy skladovacích nádrží znížiť. Jednou zo schodných ciest je separácia hnojovice s tým, že uskladňovať v nádržiach sa bude len hnojová voda po separácii. Separáciu hnojovice však odporúčame aj z iných dôvodov, ktoré zlepšujú možnosti manipulácie, dopravy a spôsobu ošetrovania pevnej a tekutej zložky po separácii.

Literatúra

- BLÁHA, K.: Zpracování a likvidace výkalů odstředováním. Mechanizace zemědělství, 22, 1972, č. 3, s. 99-104.
- FALKNÄAS, P. O.: Ny billigare götselbehållare. Lantmannen, 1969, č. 20, s. 14-15.
- HÖRNING, G.: Forden von Rind- und Schweinegülle in Durchrohrleitungen. Berlin.
- KALININ, V. A.: Transportovanie navoza po trubam. Mech. elektr. soc. selsk. choz., 27, 1969, č. 2.
- MARČENKO, N. M.: Dviženie židkovo navoza po trubam. Mech. elektr. soc. selsk. choz., 30, 1972, č. 3.
- PODSTAVEK, B.: Technické riešenie hnojných koncoviek špecializovaných veľkokapacitných fariem. [Štúdia.] Pôdohospodársky projektový ústav, Bratislava 1972.
- PODSTAVEK, B.: Prúdenie hnojovice v potrubí. [Štúdia.] Pôdohospodársky projektový ústav, Bratislava 1975a.
- PODSTAVEK, B.: Fyzikálne a chemické vlastnosti hnojovice hovädzieho dobytká a ošípaných a riešenie manipulácie s hnojovicou. Zeměd. Techn., 21, 1975b, č. 2, s. 79-93.
- PODSTAVEK, B.: Riešenie hnojných koncoviek fariem hovädzieho dobytká a ošípaných pre využívanie hnojovice na hnojenie pôdy. Zeměd. Techn., 21, 1975c, č. 10, s. 617-635.
- PÖPEL, F.: Selbsterwärmung bei der aeroben Reinigung hochkonzentrierter Substrate mit Hilfe von Umwälzbelüftern. 1970.
- REIMANN, U. – JENSEN, H.: Ein neues Gerät zur aeroben Dungbehandlung. Landtechnik, 28, 1973, č. 11-12, s. 319-320.
- SHATTOK, G. F.: Slurry treatment plants – The problem and the quest for a solution. Pwr. Fmg., 1972, č. 4, s. 42-50.
- , —: Patenty FABRICOM – fy SOCSER: Spracovanie exkrementov hovädzieho dobytká a ošípaných. 1973.

Došlo dňa 10. 10. 1976

ПОДСТАВЕК, Б. (Сельскохозяйственный проектный институт, Братислава): Резервуары для хранения навозной жижи. *Zeměd. Techn.*, 23, 1977 (12) : 701-716.

Резервуар для хранения жидкого навоза является составной частью финального этапа ферм, когда жидкий навоз применяется для удобрения почвы. Эта необходимость обусловлена требованием, чтобы решение финального этапа навоза в отношении к ферме обеспечивало надежную и экономически выгодную эксплуатацию, а в отношении к почве — применение жидкого навоза в почву в подходящие агротехнические сроки и в пригодных климатических условиях. В работе анализируются вопросы объема и конструкции резервуаров для хранения жидкого навоза, их размеры, влияние сепарации на объем резервуара, общая потребность в резервуарах в связи с крупными габаритами фермы и видами сельскохозяйственных животных.

финальный этап навозной жижи; резервуары для хранения навозной жижи; сепарация; гидродинамические свойства навозной жижи; капиталовложение и эксплуатационные расходы; объем резервуара; время хранения

PODSTAVEK, B. (Agricultural Projecting Institute, Bratislava): *Slurry Storage Tanks*. *Zeměd. Techn.*, 23, 1977 (12) : 701-716.

Slurry storage tanks are a part of the dung-disposal facilities when the slurry is used for manuring the soil. This is given by the demand that the dung-disposal facilities should ensure a reliable and economically advantageous supply of dung in relation to the farm, and it should also ensure the supply of slurry at agronomically suitable terms and under favourable climatic conditions. The paper gives an analysis of the construction and capacity of storage tanks, their dimensions, effect of separation on the capacity of the tanks, overall need of storage capacity with a view to the size of the large-capacity farm and kinds of farm animals.

dung-disposal facilities; storage tanks; separation; hydrodynamic properties of dung; investment and operating costs; capacity of tanks; time of storage

PODSTAVEK, B. (Landwirtschaftliches Projektinstitut, Bratislava): *Güllelagerbehälter*. *Zeměd. Techn.*, 23, 1977 (12) : 701-716.

Die Güllelagerbehälter sind Bestandteil des Endgliedes der Stalldungkette in landwirtschaftlichen Betrieben dort, wo die Gülle zur Bodendüngung genutzt wird. Dieses Bedürfnis ist durch das Erfordernis gegeben, daß die Lösung des Endgliedes der Stalldungkette in Beziehung zur Farm einen zuverlässigen und von ökonomischer Hinsicht günstigen Betrieb und in Beziehung zum Boden die Gülleearbeitung in den Boden in geeigneten agrotechnischen Terminen und klimatischen Bedingungen gewährleistet. Im Aufsatz werden Fragen des Fassungsvermögens und Bauweise der Lagerbehälter, deren Bemessung, Einfluß der Abscheidung auf das Fassungsvermögen, Gesamtbedarf der Lagerbehälter in Angliederung an Großraumbetriebe und Nutztierarten.

Endglieder der Stalldungkette; Lagerbehälter; Abscheidung; hydrodynamische Eigenschaften der Gülle; Investitions- und Betriebskosten; Fassungsvermögen der Behälter; Lagerdauer

Adresa autora:

Ing. Bohumil Podstavek, CSc., Pôdohospodársky projektový ústav, Vajnorská 21, 899 21 Bratislava

R. Řezníček, K. Patočka, J. Louda

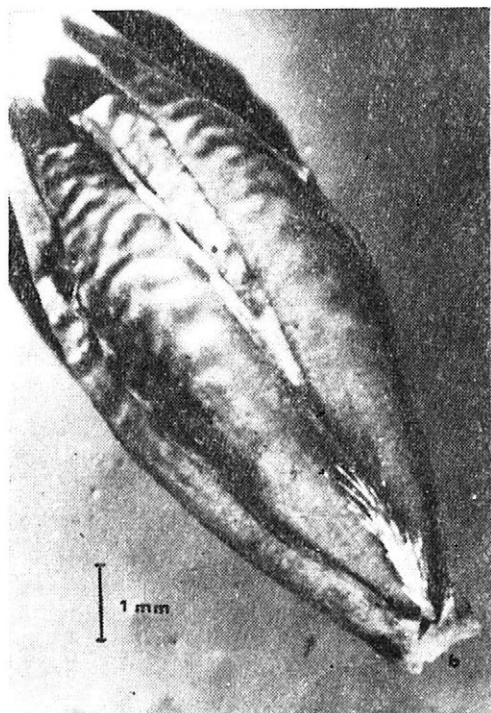
ŘEZNÍČEK, R. — PATOČKA, K. — LOUDA, J. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Pevnost vazby zrna v klasu u jarního ječmene*. Zeměd. Techn., 23, 1977 (12) : 717-724.

V článku, který navazuje na práce Řezníček aj. (1971, 1974), jsou zpracovány výsledky měření pevnosti vazby zrna v klasu u odrůd jarního ječmene — 'Ametyst', 'Dvoran', 'Favorit' a 'Hana'. Pevnost vazby zrna v klasu je důležitou agrofyzikální veličinou, využitelnou jak v zemědělské technice, tak při klasifikaci a šlechtění odrůd. Výsledky měření ukazují, že průměrná pevnost vazby zrna v klasu u měřených odrůd jarního ječmene se pohybuje od 5,03 N do 5,9 N. Průkaznost rozdílů průměrné pevnosti vazby zrna byla na 5% hladině významnosti zjištěna pro soubor 'Ametyst', 'Favorit', 'Hana' a pro soubor 'Ametyst', 'Dvoran', 'Hana'. U souboru 'Dvoran', 'Favorit' tato průkaznost rozdílů pevnosti vazby zrna prokázána nebyla.

obiloviny; agrofyzikální vlastnosti; pevnost vazby zrna v klasu

Jak již bylo zdůrazněno v předešlých pracích autorského kolektivu katedry fyziky, je pevnost vazby zrna v klasu důležitou agrofyzikální veličinou využitelnou v mnoha oblastech zemědělské techniky, šlechtění a klasifikace odrůd. Současná práce doplňuje naše znalosti v tomto okruhu u jarních ječmenů. Předem je nutné zdůraznit rozdíl podstaty pevnosti vazby zrna v klasu u pšenice a žita na jedné straně a u ječmenů na straně druhé. Zatím co u pšenice a žita má zásadní vliv na hodnotu pevnosti vazby zrna v klasu poutko zrna, u ječmene, který má pluchu a plušku přirostlou k vlastnímu zrnu, má zásadní vliv na hodnotu pevnosti vazby zrna právě bazální část pluchy a plušky. Podstata měření a definice pevnosti vazby zrna v klasu zůstávají stejné a uvedli je Řezníček aj. (1971). K tomu je třeba dodat, v souvislosti s předchozí poznámkou, že pevnost vazby zrna ječmene v klasu je síla, která poruší spojení zrna při tahovém napětí bazální části pluchy a plušky (na obr. 1 označené písmenem b). Při aplikaci měřicí metody musí být tedy tato podmínka dodržena vhodnou volbou směru síly působící na zrno, aby bazální část nebyla namáhána ohybovým momentem (obr. 3). S tím souvisí i otázka úsilí potřebného k uvolnění zrna z klasu u ječmene, tzn. energie vazby. U pšenice a žita plucha a pluška svým sevřením spolu se stavbou klasu

zabraňují ohybovému namáhání poutka i při ne zcela přesném osovém působení síly na zrno. U ječmene je však podmínka dodržení osového působení síly velmi důležitá.



1. Spodní strana zrna s pluškou a bazální štětičkou (po stranách plucha) — odrůda 'Dvoran' — Lower part of grain with lower pale and basal brush (hull on both sides) — 'Dvoran' variety

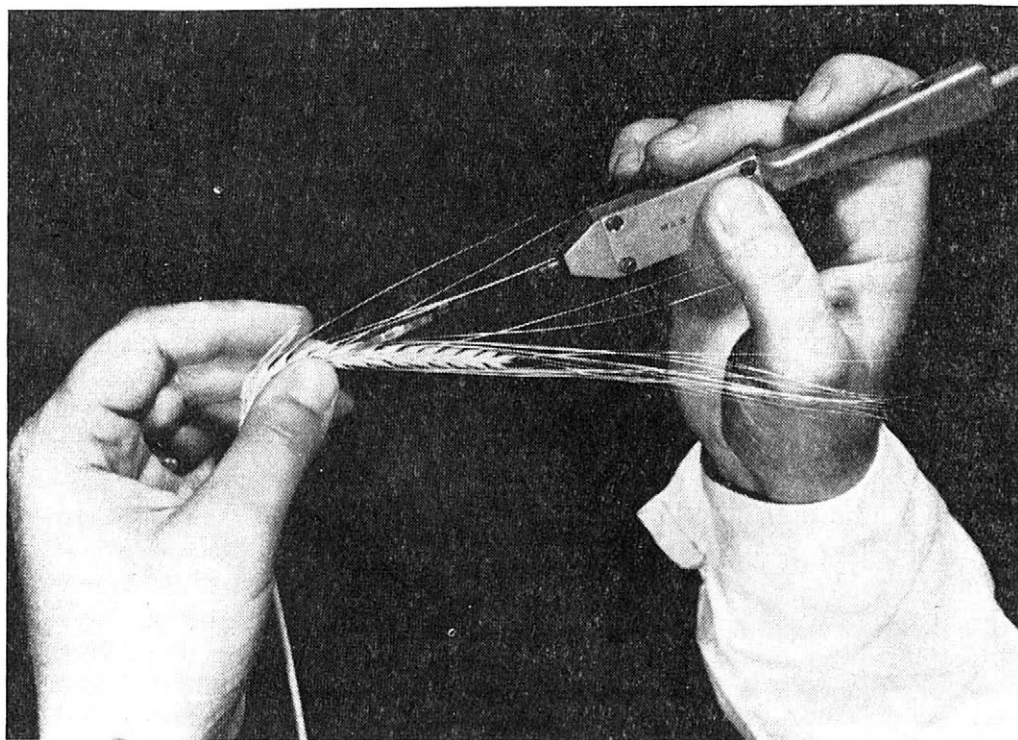
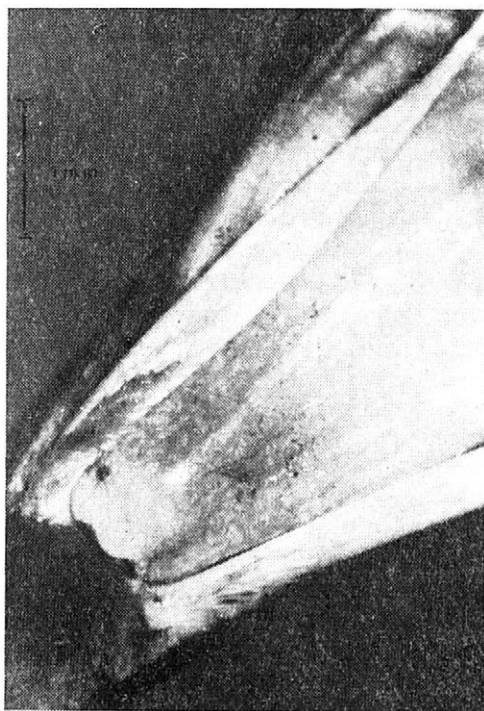
MATERIÁL A METODA

Výběr odrůd byl zaměřen na progresivní nové odrůdy nízkého typu, které svými výnosy, dobrou odolností proti poléhání, zlepšeným tříděním a dobrou skladařskou kvalitou odpovídají požadavkům, které jsou na jarní ječmeny kladeny jak ze strany zemědělců, tak ze strany zpracovatelského průmyslu. Jedná se o československé odrůdy 'Favorit' a 'Hana', které byly povoleny od r. 1973 a odrůdu 'Ametyst', povolenou v r. 1972, která se pro své dobré vlastnosti v praxi rychle rozšířila. Pro srovnání k těmto nízkostébelným odrůdám byla vzata do měření středně vysoká odrůda 'Dvoran', povolená již v r. 1965.

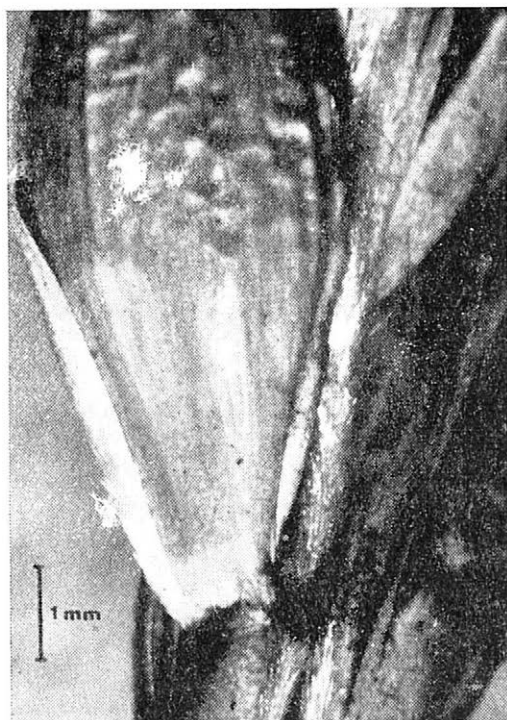
Jmenované odrůdy jsme pěstovali na pozemcích Pokusné stanice agronomické fakulty pražské VŠZ v Červeném Újezdě. K měření bylo vzato od každé odrůdy 50 rostlin, z každého klasu bylo proměřeno šest zrn, a to dvě zrna ze spodní, dvě zrna ze střední a dvě zrna z horní části klasu. Vzorky jsme odebírali v období plné zralosti, stupeň zralosti byl během dozrávání ověřován objektivní barvicí metodou.

Práce je součástí obsáhlejší studie zabývající se fyzikálními vlastnostmi jarních ječmenů. Metodicky i použitím přístrojové techniky navazuje na výzkum v oblasti pevnosti vazby zrna, který byl v letech 1971–1975 řešen na odrůdách pšenice a žita (Řezníček aj., 1971, 1973, 1974,

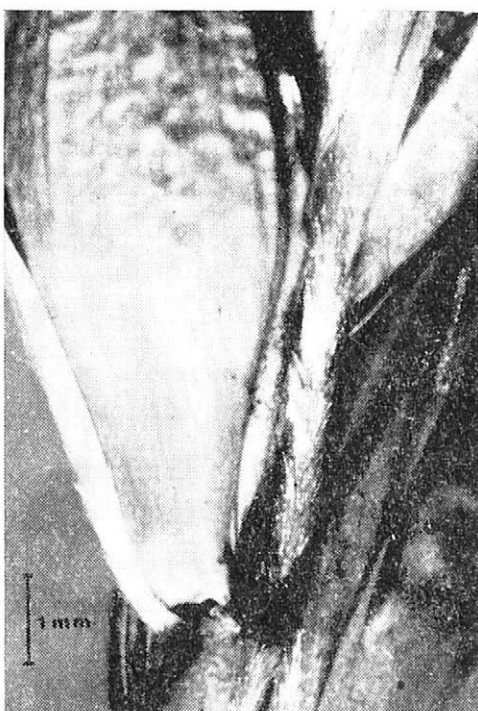
2. Vrchní strana zrna s pluchou a dvěma plevami — Upper part of grain with hull and two glumes



3. Způsob odtržení zrna ruční tenzometrickou trhačkou — Way of tearing off grain by means of a hand-operated tensometric tearing machine



4 Detail bazální části zrna před odtržením — odrůda 'Dvoran' — Detail of the basal part of grain before tearing off ('Dvoran' variety)



5. Detail bazální části zrna po odtržení — odrůda 'Dvoran' — Detail of the basal part of grain after tearing off ('Dvoran' variety)

1975). Jemnými čelistmi zachycené zrno je závěsem připojeno k ručnímu tenzometrickému siloměru, který je připojen k tenzometrické aparatuře. Výstupní signál z tenzometrické aparatury je zpracován analogovým páměťovým obvodem a veden na voltmetr. Podrobnější popis je uveden v práci Řezníčka aj. (1971). Kromě hodnot pevnosti vazby zrna v klasu byly zjišťovány hodnoty hmotnosti zrna, sušina a vlhkost zrna, počet zrn v klasu a hustota klasu. Detaily zrna ječmene a místo odtržení zrna jsou zachyceny na obr. 1, 2, 4, 5.

VÝSLEDKY

Abychom získali základní statistické charakteristiky jednotlivých měřených souborů, zpracovali jsme naměřené hodnoty. Vybrané statistické charakteristiky jsou přehledně uvedeny pro jednotlivé sledované odrůdy v tab. I.

Srovnáním průměrné pevnosti vazby zrna v klasu zjistíme, že v porovnání s odrůdou 'Dvoran' (jednou ze starších povolených odrůd) má téměř shodnou pevnost vazby zrna odrůda 'Favorit' (povolená od r. 1973). Největší hodnota pevnosti vazby zrna v klasu byla naměřena u odrůdy 'Ametyst', která má také největší variační rozpětí hodnot pevnosti vazby

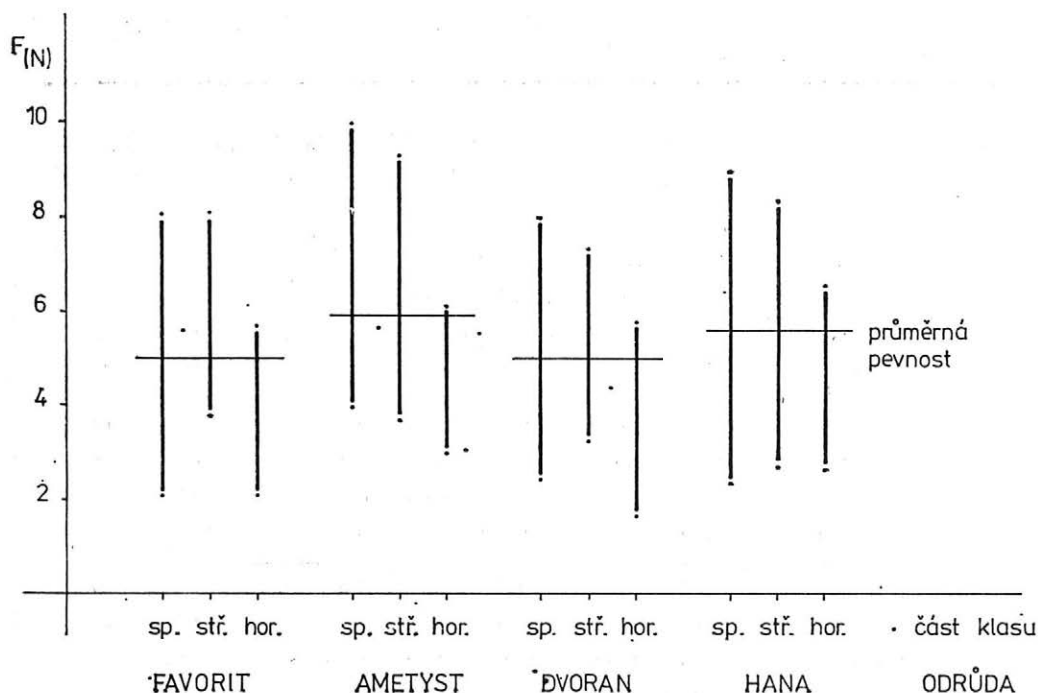
I. Pevnost vazby zrna v klasu u měřených odrůd ječmene — Bond strength of grain in ears of the tested barley varieties

Odrůda	Část klasu	Průměr (N)	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Střední chyba	Variační rozpětí (N)	Variační koeficient
Favorit	spodní	5,65	1,457	1,207	0,1207	8,05 — 2,1 = 5,95	21,36
	střední	5,51	0,679	0,824	0,0824	8,10 — 3,8 = 4,30	14,95
	horní	3,96	0,560	0,748	0,0748	5,70 — 2,1 = 3,60	18,89
	klas jako celek	5,04	1,476	1,215	0,0701	8,10 — 2,1 = 6,00	24,11
Ametyst	spodní	6,65	1,419	1,191	0,1191	10,00 — 4,0 = 6,00	17,91
	střední	6,38	1,022	1,011	0,1011	9,35 — 3,7 = 5,65	15,85
	horní	4,66	0,657	0,810	0,0810	6,10 — 3,0 = 3,10	17,38
	klas jako celek	5,90	1,803	1,343	0,0775	10,00 — 3,0 = 7,00	22,76
Dvoran	spodní	5,85	1,361	1,167	0,1167	8,00 — 2,5 = 5,50	19,95
	střední	5,19	0,673	0,820	0,0820	7,30 — 3,3 = 4,00	15,80
	horní	4,05	0,686	0,828	0,0828	5,80 — 1,7 = 4,10	20,44
	klas jako celek	5,03	1,459	1,208	0,0697	8,00 — 1,7 = 6,30	24,02
Hana	spodní	6,36	1,821	1,350	0,1350	9,00 — 2,4 = 6,60	21,23
	střední	5,95	1,153	1,074	0,1074	8,40 — 2,7 = 5,70	18,05
	horní	4,63	0,566	0,752	0,0752	6,60 — 2,7 = 3,90	16,24
	klas jako celek	5,65	1,716	1,310	0,0756	9,00 — 2,4 = 6,60	23,19

zrna v klasu, a to 7 N. Variační koeficient se u všech sledovaných odrůd pohyboval kolem 23,5 %.

Variační rozpětí a průměrná pevnost vazby zrna pro klas jako celek jsou vyneseny na obr. 6. Průkaznost rozdílu průměrné pevnosti vazby zrna byla určována užitím *t*-testu pro výběrové průměry. Pro testování byla zvolena s ohledem na charakter zpracovávaného materiálu 5 % hladina významnosti. Bylo zjištěno, že na této hladině významnosti se průměrnou pevností vazby zrna v klasu průkazně liší odrůdy 'Hana', 'Favorit' a 'Ametyst'. Tutéž souvislost lze shledat mezi odrůdami 'Hana', 'Ametyst' a 'Dvoran'. Odrůdy 'Dvoran' a 'Favorit' se průměrnou pevností vazby zrna v klasu průkazně neliší. U odrůdy 'Hana' a 'Ametyst' je výpočetná hodnota testovacího kritéria jen o 12 % vyšší než kritická hodnota kritéria *t* pro 5 % hladinu významnosti. Rozdíl středních hodnot pevnosti vazby zrna u těchto odrůd jen těsně překračuje hranice průkaznosti pro 5 % hladinu významnosti.

Z tab. II, ve které jsou uvedeny charakteristiky zrna a klasu, je patrné, že u všech sledovaných odrůd jarního ječmene se pohybovala průměrná vlhkost zrna v době měření od 11,4 % do 13,0 %. Hustota klasu se pohybovala u jednotlivých odrůd v rámci jejich odrůdových charakteristik.



6. Variační rozpětí a průměrná pevnost vazby zrna u měřených odrůd jarního ječmene — Variation range and average bond strength of grain in the tested spring barley varieties

II. Charakteristiky zrna a klasu měřených odrůd ječmene — Characteristics of grain and ear of the tested barley varieties

Odrůda	Část klasu	Hmotnost 1000 zrn	Vlhkost zrna %	Hustota klasu
Favorit	spodní	37,9	11,9	—
	střední	38,5	11,9	—
	horní	29,8	12,1	—
	klas jako celek	35,4	12,0	33,1
Ametyst	spodní	42,3	14,5	—
	střední	42,3	13,3	—
	horní	34,5	12,9	—
	klas jako celek	39,6	13,0	31,1
Dvoran	spodní	43,2	11,3	—
	střední	44,0	11,3	—
	horní	32,1	11,9	—
	klas jako celek	40,2	11,4	33,7
Hana	spodní	41,6	13,6	—
	střední	41,5	12,4	—
	horní	31,6	12,2	—
	klas jako celek	38,2	12,3	31,7

ZÁVĚR

Průměrná pevnost vazby zrna v klasu se pohybovala u měřeného souboru jarních ječmenů odrůd 'Ametyst', 'Dvoran', 'Favorit' a 'Hana' v době sklizně od 5,03 N do 5,9 N. Nepřehlízíme-li k zásadnímu vlivu bazální části pluchy a plušky na pevnost vazby zrna u ječmenů, jsou zde hodnoty pevnosti vazby několikanásobně větší než u pšenic. Variační rozpětí, tedy rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou pevnosti vazby, se pohybuje u měřených odrůd od 6,3 N do 7,0 N.

Průkaznost rozdílů průměrné pevnosti vazby zrna byla na 5 % hladině významnosti zjištěna pro soubor 'Ametyst', 'Favorit', 'Hana' a pro soubor 'Ametyst', 'Dvoran', 'Hana'. U souboru 'Dvoran', 'Favorit' tato průkaznost rozdílů pevnosti vazby zrna v klasu potvrzena nebyla.

Literatura

ŘEZNÍČEK, R. — PATOČKA, K. — KADRMAS, J.: Pevnost vazby zrna v klasu u pšenice a žita. Zeměd. Techn., 17, 1971, s. 445-456.

ŘEZNÍČEK, R. — PATOČKA, K. — KADRMAS, J.: Pevnost a energie vazby zrna v klasu. [Závěrečná zpráva etapy úkolu st. badat. výzkumu.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1973.

ŘEZNÍČEK, R. — PATOČKA, K. — KADRMAS, J.: Pevnost vazby zrna v klasu u různých odrůd jarních a ozimých pšenic a napětí na mezi pevnosti poutka zrna v tahu. Zeměd. Techn., 20, 1974, s. 189-204.

ŘEZNÍČEK, R. — PATOČKA, K. — KADRMAS, J. — BLAHOVEC, J.: Studium experimentálních a teoretických metod pro agrofyzikální výzkum. [Závěrečná zpráva VÚ ZT-0-3/15.] Praha, Vysoká škola zemědělská, 1975.

Došlo dne 3. 6. 1977

РЖЕЗНИЧЕК, Р. — ПАТОЧКА, К. — ЛОУДА, Й. (Сельскохозяйственный институт, Прага - Сухдол): Прочность связи зерна с колосом у ярового ячменя. Земед. Techn., 23, 1977 (12): 717-724.

В статье, которая является продолжением работ Ржезничка и др. (1971, 1974), разработаны результаты измерения прочности связи зерна с колосом у сортов ярового ячменя — 'Аметист', 'Дворан', 'Фаворит' и 'Тана'. Прочность связи зерна с колосом — это важная агрофизическая величина, применяемая как в сельскохозяйственной технике, так и при классификации и селекции сортов. Результаты измерения показывают, что средняя прочность связи зерна с колосом у измеряемых сортов ярового ячменя колеблется от 5,03 N до 5,9 N. Достоверность различий средней прочности связи зерна с колосом составляла 5 % у комплекса сортов 'Аметист', 'Фаворит', 'Тана' и для 'Аметист', 'Дворан', 'Тана'. У сортов 'Дворан', 'Фаворит' эта достоверность различий в прочности связи зерна с колосом доказана не была.

зерновые; агрофизические свойства; прочность связи зерна с колосом

ŘEZNÍČEK, R. — PATOČKA, K. — LOUDA, J. (University of Agriculture, Praha - Suchdol): Bond Strength of Grain in Ears of Spring Barley. Zeměd. Techn., 23, 1977 (12): 717-724.

The paper, being a continuation of a previous work by Řezníček et al. (1971, 1974), presents measuring results of bond strength of grain in ears of spring barley varieties 'Ametyst', 'Dvoran', 'Favorit', and 'Hana'. The bond strength of grain is an important agrophysical variable that can be applied both in agricultural engineering and in classification and breeding of varieties. The measuring results revealed an average bond strength of grain in spring barley varieties to range from 5.03 N to 5.9 N. The significance of differences of the average bond strength of grain amounted to 5 % in the set 'Ametyst', 'Favorit', 'Hana', and in the set 'Ametyst', 'Dvoran', 'Hana'. The significance of differences of bond strength of grain was not proved in the set 'Dvoran', 'Favorit'.

cereals; agrophysical properties; bond strength of grain in ear

ŘEZNÍČEK, R. — PATOČKA, K. — LOUDA, J. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha - Suchdol): *Festigkeit der Kornbindung in der Ähre bei der Sommergerste*. Zeměd. Techn., 23, 1977 (12) : 717-724.

Im Aufsatz, der an die Abhandlungen von Řezníček u. a. (1971, 1974) anknüpft, werden Meßergebnisse der Festigkeit der Kornbindung in der Ähre bei den Sommergerstensorten — 'Ametyst', 'Dvoran', 'Favorit' und 'Hana' bearbeitet. Die Festigkeit der Kornbindung in der Ähre stellt eine wichtige agrophysikalische Größe dar, die sowohl in der Landtechnik als auch bei der Sortenklassifizierung und -züchtung ausgenützt werden können. Die Meßergebnisse lassen erkennen, daß die mittlere Festigkeit der Kornbindung in der Ähre bei den gemessenen Sommergerstensorten zwischen 5,03 N und 5,9 N liegt. Die Aussagekraft der Unterschiede von mittlerer Festigkeit der Kornbindung wurde am 5 % Spiegel der Bedeutsamkeit für das Komplex 'Ametyst', 'Favorit', 'Hana' und für das Komplex 'Ametyst', 'Dvoran', 'Hana' ermittelt. Bei dem Komplex 'Dvoran', 'Favorit' wurde die Aussagekraft der Unterschiede bei der Festigkeit der Kornbindung nicht nachgewiesen.

Getreidekulturen; agrophysikalische Eigenschaften; Festigkeit der Kornbindung in der Ähre

Adresa autorů:

Prof. ing. Radoš Řezníček, DrSc., Karel Patočka, prom. biolog, ing. Jindřich Louďa, Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchbátov

J. Mládek, S. S. Stuchly

MLÁDEK, J. — STUCHLY, S. S. (Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, Praha; University of Ottawa, Ottawa): *Dielektrické vlastnosti a zimovzdornost řepky*. Zeměd. Techn., 23, 1977 (12): 725–736.

V práci jsou navrženy a popsány metody měření dielektrických vlastností rostlin. Jsou sledovány frekvenční a teplotní závislosti komplexní permitivity vzorků jarní řepky odrůdy 'Target' na frekvencích 100 kHz až 8,5 GHz při teplotách -25 až $+35$ °C s cílem přispět k objasnění mechanismu vazby vody v rostlinách s různou zimovzdorností. Byly nalezeny výrazné rozdíly mezi dielektrickými vlastnostmi rostlin s různou odolností proti chladu a mrazu, svědčící o odlišném způsobu vazby vody. Ukazuje se, že těchto rozdílů by bylo možné využít v praxi při selekci rostlin.

dielektrické vlastnosti; metody měření permitivity; řepka; zimovzdornost

Nedostatečná odolnost řepky proti chladu a mrazu negativně ovlivňuje v některých letech a oblastech výši výnosů a je trvale nedořešeným problémem. Proto je také jedním z hlavních cílů šlechtění řepky získat odrůdy s maximální zimovzdorností, tj. schopností snášet bez poškození určitý stupeň mrazu v zimním období a odolávat i pozdním jarním poklesům teploty. Zajímavé je zjištění (Fábry aj., 1975), že v klimatu ČSSR je jen v málo případech řepka poškožována extrémně nízkými teplotami. Častěji vyzimuje v důsledku střídání teplot v předjarním a jarním období, kdy v přechodném oteplení ztrácí řepka odolnost a může být poškozena i poměrně slabými mrazíky -5 až -7 °C, trvajících jen velmi krátkou dobu. Z tohoto hlediska jsou jistě zajímavé i některé experimenty se sledováním odolnosti proti mrazu a dielektrických vlastností jarní řepky (*Brassica napus*, var. *arvensis*, f. *annua*) odrůdy 'Target', které jsme dělali na manitobské univerzitě, Winnipeg v Kanadě.

Pěstování jarní řepky zaznamenalo v mnoha zemích, mezi nimi i v Kanadě, v posledních letech podstatný rozmach provázený rozšířením ploch, zlepšením výnosů i kvality semene. Ve specifických kanadských klimatických podmínkách se při krátkém vegetačním období doporučuje včasný jarní výsev. Při možnostech jarních mrazíků a často extrémních změn teploty je zvýšení odolnosti proti chladu a mrazu rozhodující pro pěstitelský úspěch nebo nezdár.

Cílem práce bylo vyšetřit dielektrické chování rostlin řepky s různou odolností proti chladu a mrazu a posoudit, zda rozdíly mezi jednotlivými rostlinami jsou způsobeny rozdílným množstvím tzv. volné a vázané vody. Pod dojmem vázané vody rozumíme tu

část vody, která je vázána na makromolekuly včetně proteinu. V důsledku této vazby mrzne voda při teplotě nižší než voda volná. Voda obsažená v biologických materiálech současně výrazně ovlivňuje jejich dielektrické vlastnosti, a to zejména hodnoty obou složek komplexní permitivity. Tyto hodnoty nezávisí jen na celkovém složení biologických materiálů, ale i na způsobu, jak je voda na materiál vázána. Vazba vody přímo ovlivňuje frekvenční průběhy komplexní permitivity. Polohy inflexních bodů ve frekvenčním průběhu reálné části, extrémy v průběhu imaginární části a jejich posuv se změnami teploty sledovaných materiálů mohou být pak použity pro hodnocení způsobů vazby vody a výpočet vazebních energií. Proto sledování dielektrických vlastností může přispět k objasnění mechanismu vazby vody i zimovzdornosti rostlin.

METODY MĚŘENÍ DIELEKTRICKÝCH VLASTNOSTÍ

Přes značný počet dosud známých metod měření dielektrických vlastností (Brandt, 1963) pouze velmi omezená část může být použita pro měření biologických materiálů v širokém frekvenčním pásmu. Zkušenosti s měřením na mikrovlnných frekvencích (Mládek, Komárek, 1974) ukazují, že objemnější vzorky je nutné z hlediska teoretického popisu metod měření považovat za obvody s rozloženými parametry. V tomto smyslu je tedy výhodnější měření s malými vzorky, které mohou být reprezentovány například kapacitním elementem v náhradním schématu. Gemert (1973) a Stuchly aj. (1974) ukazují, že i s těmito malými vzorky lze dosáhnout velmi dobré přesnosti měření.

Po zkušenostech na pracovišti manitobské univerzity s aplikacemi koaxiálních vedení pro měření dielektrických vlastností biologických substancí bylo navrženo deset konfigurací umístění vzorku ve vedení a různá zakončení vedení. Cílem bylo nalézt nejvhodnější uspořádání pro měření vzorků rostlin z hlediska možností realizace držáku vzorku, definování podmínek měření, širší frekvenčních rozsahů, citlivosti, širší rozsahů měření permitivity a možností temperování vzorků. Po teoretickém rozboru s orientačních měření byla vybrána dvě uspořádání, která dále uvádíme.

Metoda 1

Držák vzorku je část koaxiálního vedení s mezerou mezi centrálním vodičem a zakončením zkratem. Vzorek je umístěn v této mezeře. Schematické provedení a ekvivalentní obvod jsou na obr. 1. Permitivita zkoušené látky je počítána z teoretického popisu tohoto uspořádání a experimentálně zjištěných hodnot koeficientu odrazu.

Z náhradního schématu na obr. 1 lze vyjádřit koeficient odrazu v rovině $A - A$ vztahem

$$\Gamma^* = |\Gamma| e^{-j\vartheta} = \frac{1 - j\omega C_0 Z_0 \varepsilon_r^*}{1 + j\omega C_0 Z_0 \varepsilon_r^*} \quad (1)$$

kde: $|\Gamma|$ a ϑ — modul a fáze činitele odrazu
 $\omega = 2\pi f$ — kruhová frekvence
 C_0 — kapacita prázdného měřicího kondenzátoru
 Z_0 — impedance koaxiálního vedení
 $\varepsilon_r^* = \varepsilon_r' - j\varepsilon_r''$ — relativní komplexní permitivita

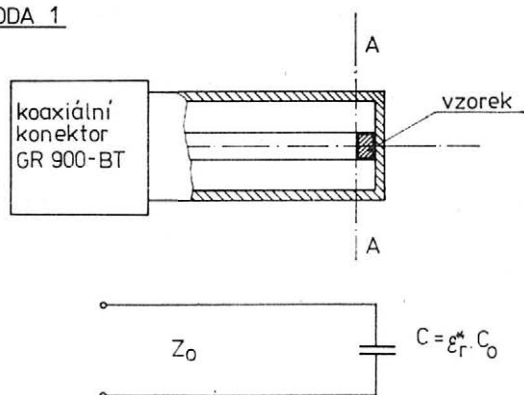
Reálnou a imaginární část relativní komplexní permitivity lze potom určit ze vztahů

$$\varepsilon_r' = \frac{2|\Gamma| \sin \vartheta}{\omega C_0 Z_0 (|\Gamma|^2 + 2|\Gamma| \cos \vartheta + 1)} \quad (2)$$

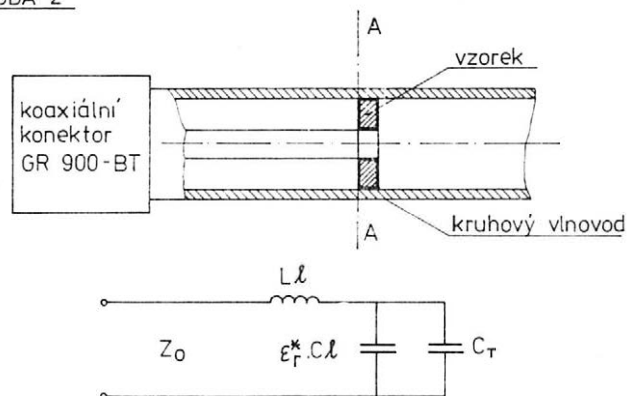
$$\varepsilon_r'' = \frac{1 - |\Gamma|^2}{\omega C_0 Z_0 (|\Gamma|^2 + 2|\Gamma| \cos \vartheta + 1)} \quad (3)$$

1. Principiální řešení držáků vzorku a ekvivalentní obvody — Essential solution for sample holders and equivalent circuits

METODA 1



METODA 2



Celkové nepřesnosti měření ϵ'_r a ϵ''_r jsou výsledkem chyb určení jednotlivých veličin vstupujících do vztahů (2) a (3). Mohou být vypočteny podle těchto vztahů

$$\frac{\Delta \epsilon'_r}{\epsilon'_r} = \left\{ \left(\frac{\Delta C_0}{C_0} \right)^2 + \left(\frac{\Delta Z_0}{Z_0} \right)^2 + \left(\epsilon''_r \frac{Z_0}{Z_c} \frac{\Delta |I|}{|I|} \right)^2 + \left[\frac{1 + (Z_0/Z_c)^2 (\epsilon'^2_r - \epsilon''^2_r)}{2 \epsilon'_r (Z_0/Z_c)} \Delta \vartheta \right]^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

$$\frac{\Delta \epsilon''_r}{\epsilon''_r} = \left\{ \left(\frac{\Delta C_0}{C_0} \right)^2 + \left(\frac{\Delta Z_0}{Z_0} \right)^2 + \left[\frac{1 + (Z_0/Z_c)^2 (\epsilon'^2_r - \epsilon''^2_r)}{2 \epsilon''_r (Z_0/Z_c)} \frac{\Delta |I|}{|I|} \right]^2 + \left(\epsilon'_r \frac{Z_0}{Z_c} \Delta \vartheta \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

kde: pro C_0 platí

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{\pi d^2}{4l} \quad (6)$$

d	— průměr vnitřního vodiče vedení
l	— délka mezery mezi vnitřním vodičem a zkratem na konci vedení
ε_0	— permitivita vakua
Z_c	— impedance prázdného kondenzátoru $Z_r = 1/\omega C_0$
ΔC_0 a ΔZ_0	— nepřesnosti C_0 a Z_0 dané nepřesnosti rozměrů vedení a mezery
$\Delta I $ a $\Delta\theta$	— nepřesnosti měření modulu a fáze činitele odrazu

Další nepřesnost určení C_0 je dána vlivem rozptylového pole (Green, 1965). Při běžných aplikacích lze vliv tohoto členu potlačit pod 1 % vhodnou volbou délky mezery l . Diferencováním vztahů (4) a (5) lze rovněž nalézt optimální hodnotu Z_0/Z_c pro minimální $\Delta\varepsilon'_r/\varepsilon'_r$ a $\Delta\varepsilon''_r/\varepsilon''_r$ (Stuchly aj., 1974). Pro konkrétní měření lze volbu optimálních podmínek provést změnou C_0 , tj. změnou rozměrů mezery mezi středním vodičem a zkratovým zakončením.

Metoda 2

Principiální řešení držáku vzorku a jeho náhradní schéma je patrné z obr. 1. Vzorek je umístěn na konci koaxiálního vedení zakončeného kruhovým vlnovodem.

Teoretický popis nespojitosti mezi koaxiálním vedením a kruhovým vlnovodem publikovali Risley (1969) a Somlo (1967) a plně teoreticky zdůvodnili koncepci ekvivalentní paralelní kapacity umístěné v rovině diskontinuity. Gemert (1973) uvádí rovněž popis šíření elektromagnetické energie v koaxiálním vedení částečně zaplněném vzorkem. Pro tenké vzorky, kde délka vzorku l je podstatně menší než délka vlny λ , může být opět použito náhradní schéma reprezentované jednoduchým ekvivalentním obvodem, který se skládá z indukčnosti Ll a kapacity Cl . Vedení je zakončeno impedancí

$$Z_T = 1/j\omega C_T$$

kde: C_T — ekvivalentní kapacita zakončení vedení vlnovodem

Impedance Z v rovině $A - A$ může být pak vyjádřena

$$Z = j\omega Ll + \frac{1}{j\omega (\varepsilon_r^* Cl + C_T)} \quad (7)$$

Permitivita vzorku je dána vztahem

$$\varepsilon_r^* = \frac{1}{Z - j\omega Ll} \cdot \frac{1}{j\omega Cl} - \frac{C_T}{Cl} \quad (8)$$

kde: C a L — kapacita a indukčnost vedení (F/m , H/m)

Celkovou nepřesnost měření reálné a imaginární části ε_r^* lze vyjádřit ve vztazích

$$\begin{aligned} \Delta\varepsilon'_r = & \left[\left(\frac{\partial\varepsilon'_r}{\partial R} \Delta R \right)^2 + \left(\frac{\partial\varepsilon'_r}{\partial X} \Delta X \right)^2 + \left(\frac{\partial\varepsilon'_r}{\partial C} \Delta C \right)^2 + \right. \\ & \left. + \left(\frac{\partial\varepsilon'_r}{\partial L} \Delta L \right)^2 + \left(\frac{\partial\varepsilon'_r}{\partial l} \Delta l \right)^2 + \left(\frac{\partial\varepsilon'_r}{\partial C_T} \Delta C_T \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (9) \end{aligned}$$

$$\Delta \varepsilon''_r = \left[\left(\frac{\partial \varepsilon''_r}{\partial R} \Delta R \right)^2 + \left(\frac{\partial \varepsilon''_r}{\partial X} \Delta X \right)^2 + \left(\frac{\partial \varepsilon''_r}{\partial C} \Delta C \right)^2 + \left(\frac{\partial \varepsilon''_r}{\partial L} \Delta L \right)^2 + \left(\frac{\partial \varepsilon''_r}{\partial l} \Delta l \right)^2 + \left(\frac{\partial \varepsilon''_r}{\partial C_T} \Delta C_T \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

kde: ΔZ — chyba měření impedance, skládající se ze dvou částí

$$\Delta \operatorname{Re} Z = \Delta R$$

$$\Delta \operatorname{Im} Z = \Delta X$$

- ΔC a ΔL — odchylky od ideální hodnoty kapacity a indukčnosti vedení
 Δl — nepřesnosti v rozměrech vzorku, v tomto případě jeho délky
 ΔC_T — nepřesnosti výpočtu ekvivalentní kapacity zakončující vedení

Parciální derivace byly získány ze vztahu (8) po jeho rozdělení na reálnou a imaginární část. Veškeré výpočty permitivity a chyb měření se dělají počítačem.

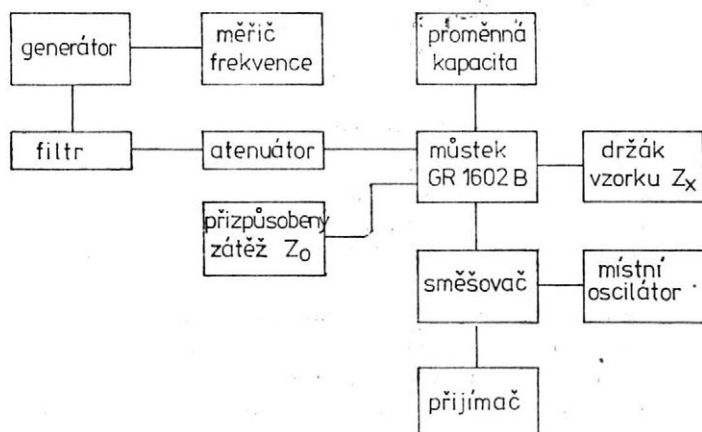
Programy pro výpočet jsou k dispozici u autora.

MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ PRO PÁSMO 100 kHz AŽ 8,5 GHz

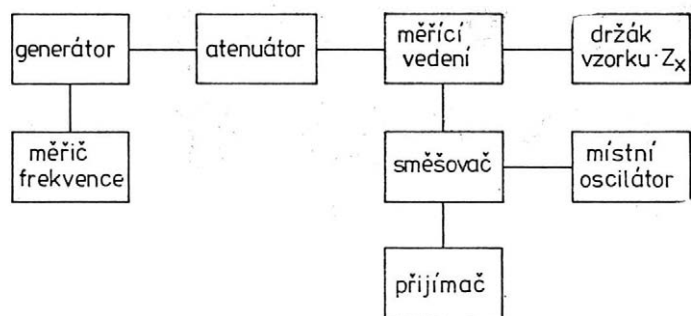
Konfigurace popsané v předchozí části byly realizovány modifikací precizních konektorů GR 900-BT (General Radio). U metody 1 je vzorek temperován polovodičovou jednotkou CAMBION typ 812-1004-01. Rozsah změn teploty může být -25 až $+125$ °C.

Vzhledem ke značnému frekvenčnímu rozsahu (téměř 5 řádů) a odlišnému chování měřených materiálů na různých frekvencích je nutné volit jednotlivé držáky podle konkrétních podmínek, zejména rozsahů měřených hodnot ε^*_r . Pro nižší frekvence zde přistupuje i vliv vodivosti materiálu. U biologických materiálů je to oblast do 100 MHz. Pro kmitočty vyšší než 1 GHz se vlivem vysoké permitivity biologických materiálů mohou objevit zcela nežádoucí jevy. Elektrická délka mezery mezi středním vodičem a zkratem již nesplňuje podmínku $l \ll \lambda$. Proto je výhodnější uspořádání se zakončením kruhovým vlnovodem.

Pro výběr měřicí techniky lze doporučit můstkové metody a užití vf. můstku a měřičů impedance asi do frekvencí 400 MHz. Blokové schéma jedné z použitých sestav je na obr. 2. Ze změřených hodnot elektrické délky vedení od můstku k rovině vzorku, frekvence, konduktance a susceptance lze potom vypočítat obě složky komplexní permitivity.



2. Blokové schéma zařízení pro měření permitivity můstkovou metodou — Block diagram of the device for permittivity measurements by means of the bridge method



3. Blokové schéma zařízení pro měření permitivity měřicím vedením — Block diagram of the device for permittivity measurements by slotted line technique

Pro frekvence vyšší než 400 MHz byl měřen koeficient odrazu. Měřili jsme aparaturu podle blokového schématu na obr. 3. Koeficient odrazu je pak přímo zaveden do vztahů uvedených v teoretické části.

MĚŘENÝ MATERIÁL

Měřili jsme jarní řepku odrůdy 'Target'. Rostliny pro experimenty byly pěstovány v nádobách o průměru 10 cm ve směsi jíl, písku a rašeliny po třech rostlinách v jedné nádobě.

Rostliny označené jako kontrolní byly pěstovány v klimatizovaném prostoru s konstantní teplotou 20 °C a s uměle udržovaným biorytmem (osvětlení 10 hodin denně). Rostliny byly testovány ve stadiu, kdy měly tři až čtyři listy.

Rostliny se zvýšenou odolností proti nízkým teplotám byly získány otužováním. Tyto rostliny byly přeneseny ve stadiu, kdy se vyvinul první list, do klimatizovaného prostoru s uměle vytvořenými podmínkami, které jsou charakteristické pro jarní vegetační období. Tato klimatizační skříň měla stejný světelný rytmus, ale nižší intenzitu osvětlení. Nejdůležitější byla variabilita denní teploty. Maximální teplota byla 15 °C během „odpoledne“ a postupně klesala k 5 °C. V „ranních“ hodinách byla teplota –1 °C po dobu dvou hodin a postupně vzrůstala opět k 15 °C. Rostliny byly pěstovány za těchto podmínek po dobu čtyř až šesti týdnů, kdy měly pět až šest listů.

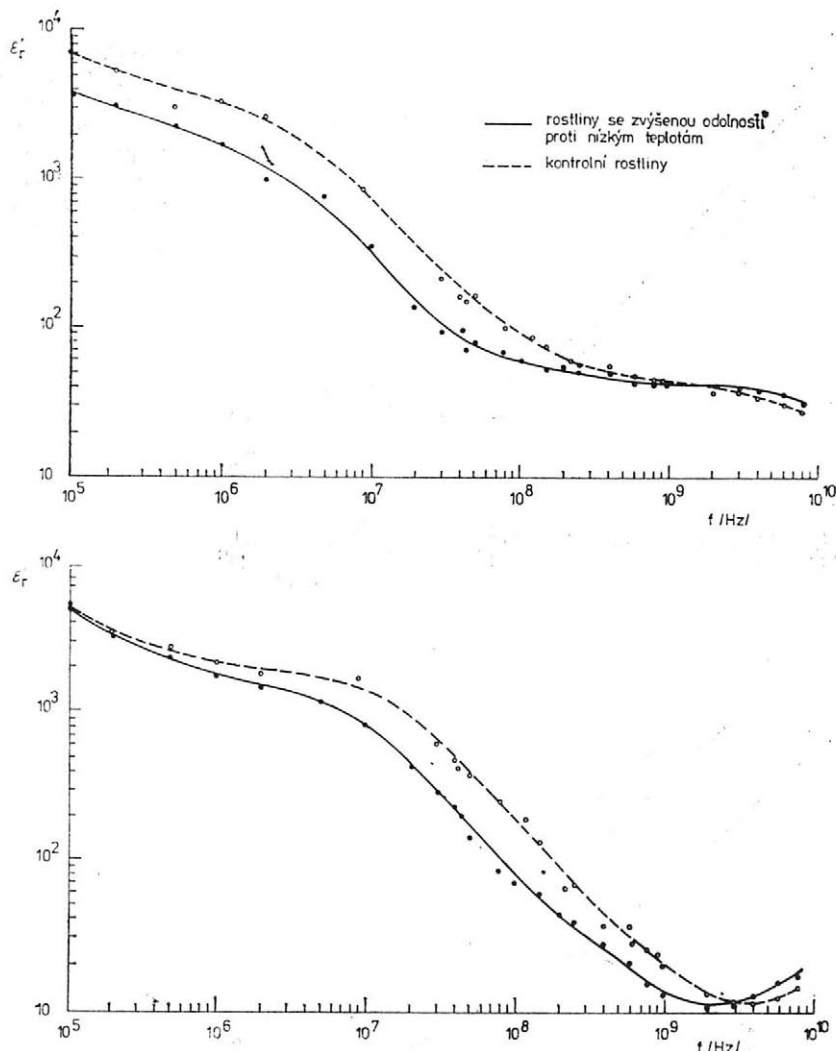
Vzorky pro měření dielektrických vlastností byly připravovány z listů rostlin. Speciálním přípravkem byl vyříznut potřebný tvar, u první metody kotouček o průměru 6,2 mm, u druhé metody mezikruží o vnitřním průměru 6,2 mm a vnějším průměru 14,3 mm. Tloušťka vzorků odpovídala tloušťce listů a pohybovala se v rozsahu 0,2 až 0,6 mm. Průměrná vlhkost vzorků byla 90 % u kontrolních rostlin a 87 % u rostlin se zvýšenou odolností proti nízkým teplotám.

EXPERIMENTÁLNÍ VÝSLEDKY

Frekvenční závislosti reálné a imaginární složky permitivity pro oba typy rostlin jsou uvedeny na obr. 4. Průběhy ϵ'_r a ϵ''_r listů rostlin se zvýšenou odolností proti nízkým teplotám v rozsahu 6 až 1000 MHz pro tři různé teploty vzorku (–3, +10, +24 °C) jsou na obr. 5. Teplotní závislost ϵ'_r a ϵ''_r pro oba typy rostlin v rozsahu –25 až +35 °C je na obr. 6. Tato měření se dělala na frekvenci 280 MHz.

Chyby měření se pohybují v rozsahu 2 až 7 % pro ϵ'_r a 3 až 15 % pro ϵ''_r podle frekvenčního pásma a užitých metod.

Při opakovaných měřeních více rostlin téhož druhu, tj. kontrolních rostlin a rostlin se zvýšenou odolností, byla nalezena překvapivě malá variabilita v hodnotách permitivity,



4. Frekvenční závislost ϵ_r^* listů řepky kontrolních rostlin a rostlin se zvýšenou odolností proti nízkým teplotám (teplota vzorků $T = 23 \pm 1^\circ\text{C}$) — Frequency dependence ϵ_r^* of rape leaves of control plants and plants with a higher resistance to low temperatures (temperature of samples $T = 23 \pm 1^\circ\text{C}$)

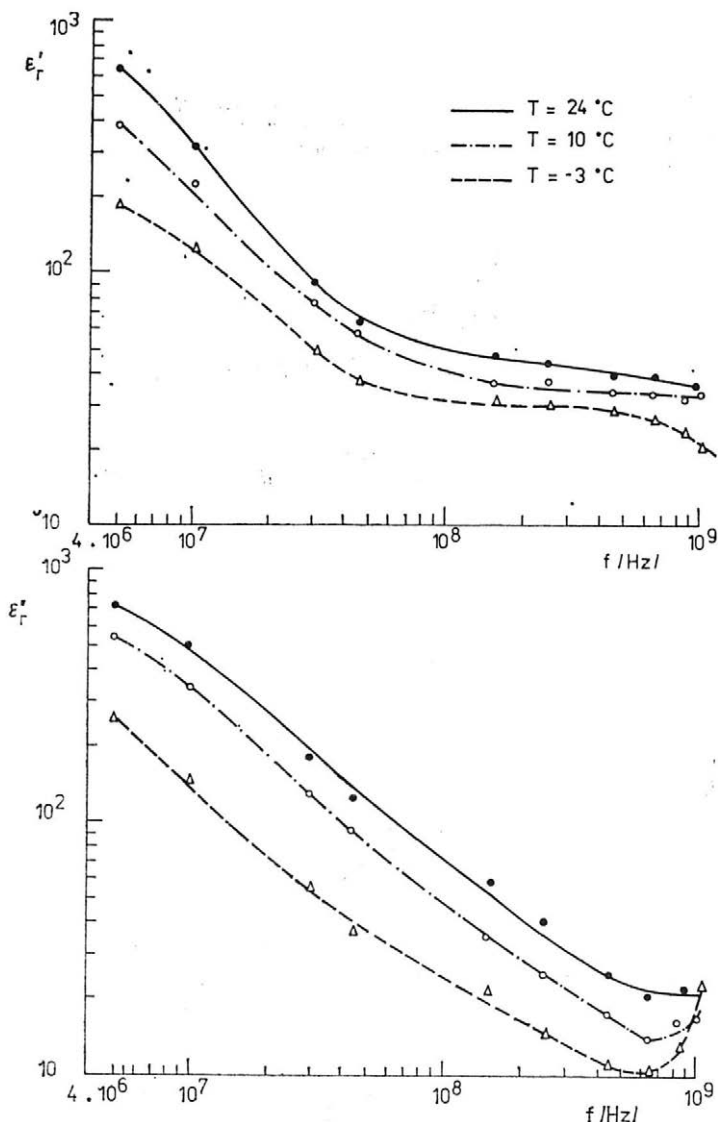
zejména reálné části, prakticky v rozsahu 10 až 20 % v období tří měsíců, kdy probíhaly experimenty.

DISKUSE

Z obr. 4 je zřejmý výrazný rozdíl mezi hodnotami pro jednotlivé typy rostlin. Rozdíly mezi ϵ'_r a ϵ''_r obou typů rostlin normalizované k hodnotám pro rostliny se zvýšenou odolností proti nízkým teplotám jsou na obr. 7,

kde: ϵ'_{rNOR} , ϵ''_{rNOR} — reálná a imaginární část ϵ_r^* pro kontrolní rostliny

ϵ'_{rRES} , ϵ''_{rRES} — reálná a imaginární část ϵ_r^* pro rostliny se zvýšenou odolností proti nízkým teplotám

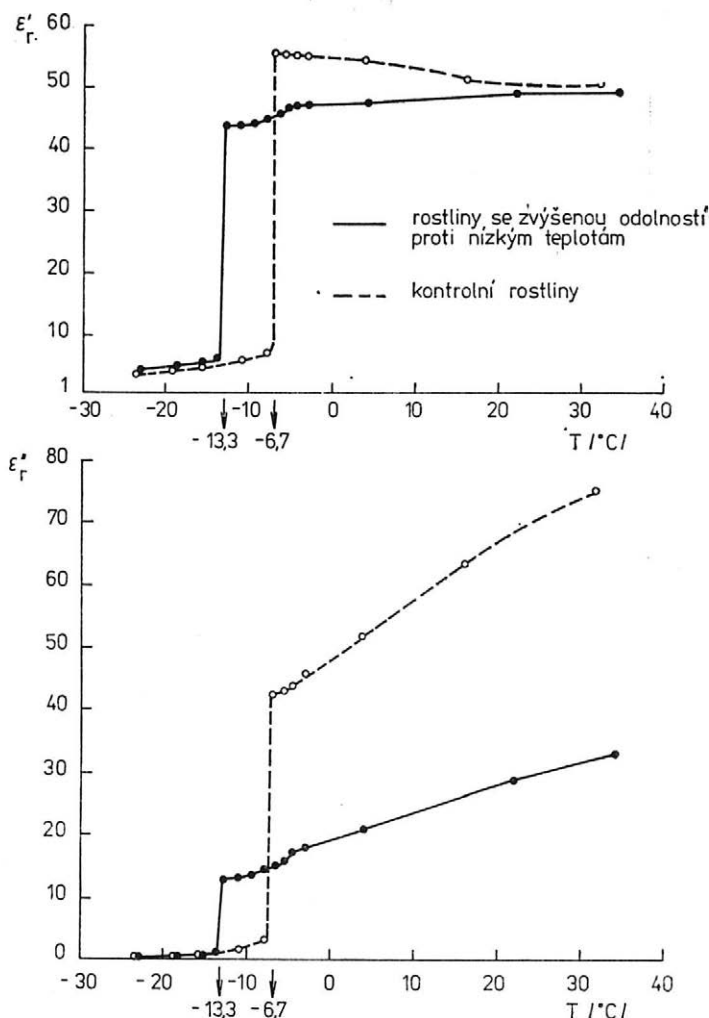


5. Frekvenční a teplotní závislost ϵ_r^* listů řepky se zvýšenou odolností proti nízkým teplotám – Frequency and temperature dependence ϵ_r^* of rape leaves with a higher resistance to low temperatures

Maximální rozdíly mezi oběma typy rostlin jsou na frekvencích řádu 10^7 až 10^8 Hz. V oblasti nízkých kmitočtů se začíná výrazně uplatňovat vodivost materiálu. Polarizační jevy, zřejmě i uvnitř materiálu na buněčných stěnách, vedou i k extrémním hodnotám E'_r na nízkých frekvencích. Z průběhu ϵ'_r lze usuzovat na relaxační maximum tzv. vázané vody v rozsahu 10^6 až 10^8 Hz. V důsledku značné iontové vodivosti však ϵ''_r trvale vzrůstá a je obtížné relaxační a vodivostní jevy oddělit. Zajímavý je i nepatrný rozdíl mezi hodnotami ϵ'_r pro oba typy rostlin pro frekvence vyšší než 200 MHz. Průběhu ϵ'_r a ϵ''_r v horní části frekvenčního pásma a posuv experimentálních křivek s teplotou (obr. 5) ukazují na relaxační maximum tzv. volné vody v rozsahu 10 až 20 GHz.

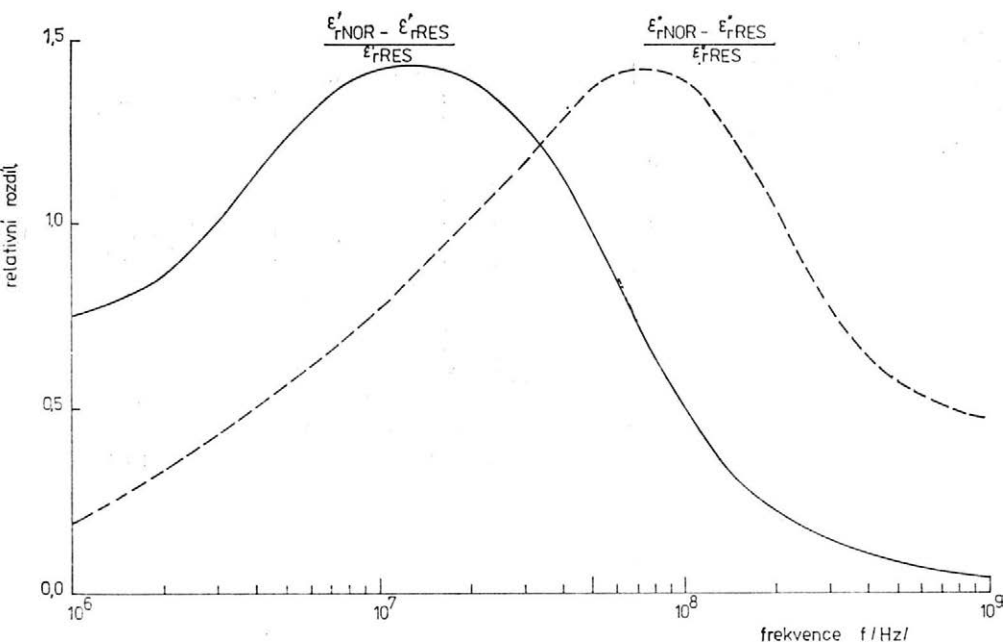
Významný je i rozdíl mezi teplotami, u nichž došlo ke skokové změně elektrických vlastností a ke změně skupenství převážné části vody obsažené v rostlinách (obr. 6). Pro uvedené vzorky se tento skok objevil při $-6,7$ °C a $-13,3$ °C. Je zde však nutné počítat s určitým vlivem podchlazení v důsledku malých rozměrů vzorků. Rozsahy teplot, při

6. Teplotní závislost ε_r^* listů řepky, frekvence $f = 280$ MHz — Temperature dependence ε_r^* of rape leaves, frequency $f = 280$ MHz



kterých rostliny mrznou, byly zjištěny širší: pro kontrolní rostliny -4 až -7°C a pro rostliny se zvýšenou odolností proti nízkým teplotám -11 až -14°C . Od této teploty se ε_r' blíží hodnotě, kterou udává Hasted (1973) pro led, ε_r' je poněkud vyšší. Rovněž průběh ε_r' s teplotou nad bodem zmrazení ukazuje rozdíly v chování obou typů rostlin. S klesající teplotou vzrůstá ε_r' pro kontrolní rostliny a naopak klesá pro rostliny se zvýšenou odolností proti nízkým teplotám, což nasvědčuje odlišnému mechanismu vazby vody.

Nedostatkem měření je, že jsme nesledovali také rozdíly mezi odolností jednotlivých listů. Pro další měření by bylo vhodné sledovat vlastnosti vzorků odebraných i ze vzrostného vrcholu rostlin. Přesto měření přesvědčivě prokázala výrazné rozdíly mezi dielektrickými vlastnostmi rostlin s různou odolností proti chladu a mrazu. Rovněž potvrdila hypotézu o odlišném mechanismu vazby vody v rostlinách. Pro rostliny se zvýšenou odolností je charakteristický posuv relaxačních maxim směrem k nižším kmitočtům, svědčící o pevnější vazbě. Tento mechanismus je zřejmě jednou z příčin vyšší zimovzdornosti. Zároveň se zdá, že dalšími důvody jsou i zvýšená koncentrace iontů, jak vyplývá z vysokých hodnot vodivosti na nižších kmitočtech, a rozdíly v celkovém obsahu vody v rostlinách s různou zimovzdorností.



7. Rozdíly mezi dielektrickými vlastnostmi kontrolních rostlin a rostlin se zvýšenou odolností proti nízkým teplotám — Differences between the dielectric properties of control plants and plants with a higher resistance to low temperatures

ZÁVĚR

Navržené metody zcela vyhovují pro měření dielektrických vlastností biologických materiálů v širokém frekvenčním pásmu a mají také dostatečnou přesnost. Využitelný frekvenční rozsah je minimálně čtyři až pět řádů s možnostmi měření ϵ^*_{r} v rozsahu nejméně tři řády s poměrně dobrou přesností. Přesnost měření je 2 až 7 % pro reálnou část permitivity a 3 až 15 % pro část imaginární. Měření vzorků kontrolních rostlin a rostlin se zvýšenou odolností proti nízkým teplotám ukázala na výrazné rozdíly mezi jejich dielektrickými vlastnostmi v některých částech frekvenčního pásma. Je tedy nutné zkoumat dielektrické vlastnosti v co nejširším pásmu a nalézt frekvence, při kterých jsou rozdíly maximální. U sledovaných rostlin to jsou frekvence 10^7 až 10^8 Hz; rozdíly mezi hodnotami reálných i imaginárních složek permitivity kontrolních rostlin a rostlin se zvýšenou odolností potom činí až 150 %. Zde se nabízí bezprostřední využití pro konstrukci jednoúčelového přístroje na jediné frekvenci v tomto rozsahu. Přístroj může být použit pro selekci rostlin v šlechtitelství. Rovněž skoková změna dielektrických vlastností, ke které dochází při zmrazení rostliny, by mohla být využita v aplikovaném výzkumu. Výsledky mají teoretický význam pro objasnění mechanismu vazby vody a souvislostí s dalšími vlastnostmi rostlin. I když při omezeném rozsahu měření nelze dělat zcela definitivní závěry, výsledky potvrzují hypotézu o rozdílném mechanismu vazby vody ve zkoumaných rostlinách.

Poděkování

Autoři děkují Agriculture Canada a vedoucímu katedry zemědělské techniky manitobské univerzity dr. G. E. Laliberte za umožnění výzkumu. Dále děkují za cenné rady a účinnou pomoc pracovníkům této univerzity dr. L. J. LaCroix, B. Land a prof. ing. A. Fábrymu, CSc., z Vysoké školy zemědělské v Praze.

Literatura

- BRANDT, A. A.: Issledovanije dielektrikov na svėrchvysokich častotach. Moskva, Gos. izd. fiz. mat. lit. 1963.
- FÁBRY, A. aj.: Repka, hořčice, mák a slunečnice. Praha, Stát. zem. nakl. 1975.
- GEMERT, M. J. C.: High-Frequency Time-Domain Methods in Dielectric Spectroscopy Philips Res. Repts, 28, 1973, s. 530-572.
- GREEN, H. E.: The Numerical Solution of Some Important Transmission-Line Problems. IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-13, 1965, č. 5, s. 676.
- HASTED, J. B.: Aqueous Dielectrics. London, Chapman & Hall, 1973.
- MLÁDEK, J. — KOMÁREK, K.: Die dielektrischen Eigenschaften der Stärke im Mikrowellenbereich als Grundlage für die Feuchtigkeitsbestimmung. Die Stärke, 26, 1974, č. 5, s. 160.
- RISLEY, E. W.: Discontinuity Capacitance of a Coaxial Line Terminated in a Circular Waveguide. IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-17, 1969, č. 2, s. 86.
- SOMLO, P. I.: The Discontinuity Capacitance and the Effective Position of a Shielded Open Circuit in a Coaxial Line. Proceedings IREE (Austrálie), 1967, č. 1, s. 7.
- STUCHLY, S. S. — RZEPECKA, M. A. — ISKANDER, M. F.: Permittivity Measurements at Microwave Frequencies Using Lumped Elements. IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, Vol. IM-23, 1974, č. 1, s. 56.

Došlo dne 11. 5. 1977

МЛАДЕК, Й. — СТУХЛЫ, С. С. (Научно-исследовательский институт пищевой промышленности, Прага; Университет в Оттаве): *Диэлектрические свойства и зимостойкость рапса*. Zeměd. Techn., 23, 1977 (12) : 725-736.

В работе предлагаются и описаны методы измерения диэлектрических свойств растений. Изучаются частотные и температурные зависимости комплексной диэлектрической проницаемости образцов ярового рапса сорта Таргет от частоты 10 кГц — 8,5 ГГц при температурах — 25°—35° С с целью помочь объяснить механизм связи воды в растениях с различной зимостойкостью. Были обнаружены заметные различия между диэлектрическими свойствами растений и разной устойчивостью против холода и мороза, свидетельствующие о различном способе связи воды. Оказалось, что эти различия можно использовать в практике при селекции растений.

диэлектрические свойства; методы измерения диэлектрической проницаемости; рапс; зимостойкость

MLÁDEK, J. — STUCHLY, S. S. (Research Institute of Food Industry, Praha; University of Ottawa, Ottawa): *Dielectric Properties in Rape and its Resistance to Cold*. Zeměd. Techn., 23, 1977 (12) : 725-736.

Methods for measurement of the dielectric properties of plants are described. Frequency and temperature dependences of the complex permittivity of spring rape samples of the Target variety were investigated at frequencies from 100 kHz to 8.5 GHz and at temperature from —25 to +35 °C with the aim to contribute to the knowledge of the water binding mechanism in plants with different resistance to cold. Significant differences were found between the dielectric properties of normal and frost resistant plants demonstrating a different way of water binding. The differences indicate possibilities of being used in practice for plant selection.

dielectric properties; permittivity measurement methods; rape; resistance to cold

MLÁDEK, J. — STUCHLY, S. S. (Forschungsinstitut der Nahrungsmittelindustrie, Praha; University of Ottawa, Ottawa): *Dielektrische Eigenschaften und Winterbeständigkeit des Rapses*. Zeměd. Techn., 23, 1977 (12) : 725-736.

Im Aufsatz werden Verfahren für die Messung von dielektrischen Pflanzeigenschaften vorgeschlagen und beschrieben. Es werden Frequenz- und Temperaturab-

hängigkeiten der komplexen Dielektrizitätskonstante von Proben der Frühjahrsraps-
sorte Target auf Frequenzen von 100 kHz bis 8,5 GHz bei den Temperaturen von
-25 bis +35 °C verfolgt mit dem Ziel, zur Aufklärung des Mechanismus der Wasser-
bindung in Pflanzen mit unterschiedlicher Winterbeständigkeit beizutragen. Es wur-
den ausdrucksvolle Unterschiede zwischen den dielektrischen Pflanzeigenschaften
von verschiedener Kälte- und Frostbeständigkeit gefunden, die ein abweichendes
Verfahren der Wasserbindung beweisen. Es liegt auf der Hand, daß diese Unter-
schiede in der Praxis bei der Pflanzenselektion genutzt werden könnten.

dielektrische Eigenschaften; Meßverfahren der Dielektrizitätskonstante; Raps; Winter-
beständigkeit

Adresy autorů:

Ing. Josef Mládek, CSc., Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, odbor po-
travinářského inženýrství, Třebohostická 12, 100 00 Praha 10

Dr. Stanislaw S. Stuchly, Associate Professor, University of Ottawa, Dept. of
Electrical Engineering, Ontario, Canada

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA V ZAHRANIČÍ

ZASEDÁNÍ MEZINÁRODNÍ KOMISE PRO ZEMĚDĚLSKOU TECHNIKU CIGR, SEKCE 1 A 3

Mezinárodní konferenci CIGR v Cordóbě pořádala Španělská komise pro zemědělský výzkum CIGR pod záštitou národní komise pro vývojovou reformu španělského zemědělství I. R. Y. D. A. (Národní ústav pro zemědělskou reformu a rozvoj zemědělství), ve spolupráci s Ústavem pro zemědělský výzkum v Cordóbě, s představiteli města Cordoby a s Vysokou školou zemědělskou v Cordóbě E. T. S. I. A.

Společně zde zasedaly sekce 1, sdružující vědy týkající se otázek půdy a vody a jejich aplikace v zemědělské technice, a sekce 3, zabývající se zemědělskými stroji.

Jednání oficiálně zahájil Alberto González Quijano, prezident španělské komise CIGR.

Vlastní jednání bylo rozděleno do tří tématických celků, z nichž první byl rozdělen do tří podskupin.

První podskupinu 1.1 — Výzkum půdních faktorů ovlivňujících typy a velikost zemědělských závodů — uvedl M. L. Bournos (Francie). Na stoletém vývoji Francie ukázal při téměř nezměněné obdělávané půdní výměře prudký pokles pracovníků v zemědělství v posledních letech a prudký vzestup počtu obyvatel. Po komentáři k některým referátům, které byly v podskupině 1.1 předneseny, probral pak jednotlivé případy závislosti mezi strukturou závodů a půdními podmínkami.

Z hlediska zemědělské techniky byl zajímavý referát G. Stefanelliho (Itálie); na základě syntetického výkladu o nejnovějším vývoji mechanizace zemědělství a vztahu stroj — plodina — závod — člověk uvedl některé výsledky měření při zpracování půdy v Toskáne na různých půdách (středně těžké, střední, lehké) na svazích i v rovině. Byly použity traktory 75–100 kW s pohonem čtyř kol i pásové s různými druhy nářadí (vibrační brány, kultivátory, závěsné i návěsné pluhy). Shrnul mechanické, provozní a energetické poznatky a zdůraznil výhody silných traktorů s pohonem čtyř kol (tento vývoj je v Itálii na postupu) a větší výměry, které se v Itálii postupně, ač pomalu, vytvářejí.

Diskuse k celé podskupině 1.1 se zaměřila na použití vysoce výkonných traktorů. Bylo konstatováno, že nejde o módní směr, ale že na velkých pozemcích jsou takové traktory v zemědělské technice nepostradatelné. Poškození půdy vysokými měrnými tlaky — a nejen tlaky — je třeba dále výzkumně řešit.

K podskupině 1.2 — Výzkum faktorů

zavlažovacích systémů ovlivňujících typy a velikost zemědělských závodů — promluvil C. Bijkerk (Holandsko).

Ve všech zemích existuje úzký vztah mezi úrovní a intenzitou využití půdy a úrovní vodohospodářské infrastruktury. Meliorační systémy jsou velmi důležitou složkou zemědělství hlavně v suchých anebo naopak vlhkých oblastech. Kromě nich však mají pro zemědělský podnik význam i další složky infrastruktury, jako uspořádání půdního fondu, půdní podmínky, komunikace, svahovitost, mechanizace a sociálně ekonomické faktory.

C. Bijkerk pak zhodnotil referáty k tomuto tématu, zmínil se o otázkách mechanizace, investic do zařízení a nakonec o zavlažování chemicky znečištěnými vodami.

Zajímavé poznatky byly v referátech C. C. Bowmana a kol. (USA), kteří hodnotili nepřímé znečišťování vodních toků zemědělskými závodami v oblastech, kde nepřicházelo v úvahu jiné znečištění.

Zjistilo se, že zemědělská výroba, jako je pastva na zavlažovaných loukách, má zanedbatelný účinek na chemické znečištění vodních toků. Obsah splavené půdy ve vodě roste úměrně s průtokem vody. Zavlažovací systémy mohou vymývat soli z půdy a musí být proto kontrolovány. Hnojiva na zavlažovaných výměrách neměla podstatný vliv na kvalitu povrchové vody. Fosfáty se splavovaly jen v suspenzi s částicemi půdy nebo prachu.

Infekce toků bakteriemi rostla v oblastech konzervované živočišné výroby. Počet bakterií však klesal rychle směrem po proudu vlivem ředění a odumírání. Uhlíkaté látky obsažené v závlahových vodách se usazovaly v půdě a nedostávaly se do vodních toků.

Diskuse k podskupině 1.2 byla zaměřena hlavně na to, jak získat maximální

výnos při zavlažování a prostředky k jejich zabezpečení.

K podskupině 1.3 — Výzkum mechanizačních prostředků, které ovlivňují typy a velikost zemědělských závodů — promluvil C. J. Mackson (USA).

Zabýval se výzkumem mechanizace prací v zemědělství od pěstování ovoce a zeleniny přes hlavní zemědělské plodiny až po některé otázky mechanizace živočišné výroby.

Komentoval dále předložené referáty k tomuto tématu a ve značné míře využil myšlenek referátu předloženého čs. delegátem k otázkám ochrany životního prostředí při zemědělské velkovýrobě.

Závěrem konstatoval, že mnohé práce na toto téma zaměřily pozornost na určité aspekty využití strojů nebo na analýzu systémů. Typické modely analýzy systémů mohou být využity k tomu, aby podpořily zemědělce při takových rozhodnutích, která souvisí s výběrem potřebných strojů, plodin a s programováním polních prací. Jsou-li učiněna nesprávná rozhodnutí, důsledky mohou vést k velkým ztrátám.

Nemají-li zemědělci k dispozici dostatečně výkonné stroje, vyrábějí velmi drahé, neboť lze více pocítovat nepříznivé následky související se zpožděním výsadby nebo sklizně ve formě nižších výnosů. Tyto ztráty mohou být značné zvláště za nepříznivých povětrnostních podmínek. Nadměrně výkonné stroje jsou nákladné, ale lze vyslovit názor, že stroje s nadměrnou výkonností jsou dobrou ochranou proti ztrátám, nemohou-li být dodrženy agrotechnické lhůty za špatných povětrnostních podmínek.

V této podskupině byla přednesena celá řada velmi zajímavých příspěvků, z nichž např. referát F. Coolmana (Holandsko) hodnotil spojení moderní mechanizace mezi jiným s rozlohou zemědělského závodu, s tvarem pozemků a s jejich umístěním.

Mnoho vědeckých projektů a studií provedl k těmto problémům Ústav pro zemědělskou techniku (IMAG ve Wageningen). Studie se týkala vztahu mezi délkou a velikostí honů na jedné straně a výkonností strojů na straně druhé. Nejzajímavější byly tyto rozborů zpracovány pro sklizeň brambor a cukrové řepy.

Zajímavé byly referáty z oblasti spojování technologických operací z hlediska zvýšení efektivnosti polních prací (A. Gego, NSR).

Velmi zajímavé byly dále referáty zabývající se pěstováním a sklizní rajčat (M. O'Brien, USA) a velkoprodukci málin se zcela mechanizovanou sklizní (G. Lindsay, N. Zéland). V obou případech

jde o velmi výrazné přizpůsobení vzrůstu rostlin a jejich tvaru mechanizované technologii pěstování a sklizně (otázka šlechtění rostlin a jejich přizpůsobení „průmyslovým metodám“ moderního zemědělství).

V rozsáhlé diskusi k této podskupině byly zdůrazněny tyto otázky:

- je nezbytné speciální vzdělání pro mechanizátory na všech stupních, tj. i pro obsluhu strojů, které jsou stále dražší a komplikovanější,
- faktor člověka při řízení strojů a nových technologií neustále stoupá;
- budoucnost zemědělství je ve vytváření družstev pro společné hospodaření; jen tak je možné využít zemědělskou techniku;
- jednou z klíčových otázek dalšího rozvoje je zabezpečení dostatku energie a hledání cest pro její úsporu.

K druhému tématickému celku zasedání, který nebyl rozdělen na podskupiny, referoval G. Preuschen (NSR). Rozbral všechny referáty došlé k tomuto tématu a konstatoval, že prudký vývoj techniky v zemědělství po 2. světové válce vedl ve všech zemích k jednostrannému chápání techniky a jejích ekonomických a sociálních účinků. Velikost strojů se volila podle technických a technologických hledisek a velikost zemědělských závodů se plánovala podle ekonomických hledisek. Změny týkající se půdy a přirozených výrobních faktorů se braly v úvahu jen z hlediska technologických nebo chemických zásahů, nerespektovaly se ekologické faktory. Všeobecné tendence, které se částečně již projevují anebo je lze očekávat v budoucnosti, lze shrnout takto:

1. Technika může poskytnout tím lepší stroje, čím jsou specializovanější.
2. Nahrazování lidské práce stroji bylo spojeno zpočátku v zemědělství s takovým ekonomickým úspěchem, že se v něm považuje za základní předpoklad.
3. Omezující ekologické faktory — půda, klima, rostlina, zvíře — se mají technickými zásahy a chemickými prostředky změnit tak, aby průběh výroby byl pokud možno unifikován.
4. Stálé snižování počtu pracovníků v zemědělských závodech vede většinou k migraci do měst.
5. Vývoj ke zprůměrnění zemědělství má umožnit snížit ceny zemědělských výrobků.

Předložené referáty se zabývaly mnoha faktory, mezi jiným předpoklady pro racionální využití strojů, skupinovým nasazením strojů, velikostí a tvarem honů atd.

Diskuse byla opět zaměřena na těžké zemědělské stroje vyšších generací — diskutovalo se o poškozování půdní struktury měrným tlakem. Bylo konstatováno, že to není jediný faktor, že jsou tu ještě problémy dlouhodobého působení na půdu, např. otázka rychlosti pohybu strojů po poli atd.

V referátu tématického celku 3 „Modely zemědělských podniků a jejich seskupení“ se zabýval E. Egido (Španělsko) nutností typologie zemědělských podniků. Zdůraznil obtížnost klasifikace podniků, protože existuje řada kritérií (např. sociální struktura, velikost, výrobní zaměření atd.).

V teoretické části referátu byly rozebrány základní otázky produktivity zemědělského podniku a vliv jednotlivých výrobních faktorů na základě sestavené produkční funkce. Za předpokladu, že pro daný podnik získáme potřebný soubor dat, můžeme sestavit křivku nákladů pro jednotlivé podniky a vzájemně je srovnávat. Z hlediska dynamiky faktorů ovlivňujících výrobu upozornil autor na význam snížení ceny strojů. Tento faktor vede k náhradě lidské práce stroji, ke zvýšené produktivitě práce a tím i k možnosti zvětšovat podniky. Tím je dána souvislost mezi úrovní rozvoje národního hospodářství jako celku a mezi optimální velikostí podniků, která se zvětšuje díky intenzivní mechanizaci a jako důsledek vědeckotechnického pokroku.

V průběhu zasedání se konala plánovaná exkurze do zavlažované oblasti Guadalmellato, dále do zavlažované oblasti Bembézar na zemědělskou farmu „Torbiscal de Escatonias“ a do obce Cespedes s kolektivním zemědělstvím.

Zavlažované oblasti byly zřízeny se státní dotací podél řeky Guadalquivir. Voda se odebírá z přehradních nádrží a z řeky Guadalquivir. Zavlažovací systém je zátopový, místy jsou mobilní jednotky pro zadesťování. Proud vody je veden hlavními kanály, které se rozvětvují (přečerpávací stanice). Pěstují se pšenice, obiloviny, bavlna, cukrovka, pomeranče, olivy, boby a kukuřice.

Zajímavá byla návštěva vesnice Cespedes v zavlažované oblasti Bembézar. Půda je ve vlastnictví instituce I. R. Y. D. A. (Národní ústav pro zemědělskou reformu a rozvoj zemědělství). Celková

plocha je 350 ha, obděláno je 310 ha, rozdělených na 54 dílce, tj. 5,7 ha na jednoho uživatele. Celkem mají 25 traktorů s průměrným výkonem 40 kW.

V posledním roce se utvořila skupina šesti účastníků, společně obhospodařujících 35 ha, které jim předala I. R. Y. D. A., 36 ha mají pronajatých.

Jde o zajímavý přístup k užití strojního zařízení a ke zvětšení výměry půdy — vlastně o družstevní hospodaření se státní podporou. Výsledky hospodaření se rozdělují rovným dílem. Družstevní hospodaření se jeví tedy i zde jako jedna z forem, jak vyřešit palčivou otázku nastupující zemědělské velkovýroby.

ZÁVĚR

Zasedání v Cordobě bylo příležitostí k přezkoumání dosud uznávaných tendencí v sekci jedna a tři CIGRu. Byly projednány vzájemné vztahy technických, ekonomických a sociálních aspektů mechanizace zemědělství. Ukázalo se, že je třeba kriticky přezkoumat dosavadní vývoj podle potřeb člověka — a to jak zemědělce, tak spotřebitele — z hlediska výrobních faktorů a požadavků na životní prostředí.

Tyto úvahy jsou ovlivňovány i změnami ve světové ekonomice, zejména ve vyspělých kapitalistických zemích, kde se snižuje přírůstek pracovních příležitostí v průmyslu a mnohde těchto příležitostí i ubývá. Zvyšuje se tím nezaměstnanost. Nevyhnutelně tak dochází ke srovnání poměrů v socialistických zemích, kde komplexním plánovitým řešením hospodářského rozvoje v souladu jak se vzrůstajícími potřebami pracujících, tak s ochranou životního prostředí jsou tyto otázky řešeny beze zbytku.

Je třeba nadále dbát, aby při výzkumu a ověřování nových technologií byly otázky životního prostředí plně respektovány a aby nové technologie byly v největší míře bezodpadové, tj., aby všechny materiál byl zpracován.

Se zvyšujícími se cenami těžkých a komplikovaných zemědělských strojů vyšších generací se kladou stále větší nároky na obsluhu těchto strojů a hlavně na příslušné vzdělání a výchovu pracovníků, kteří tuto techniku obsluhují a udržují. I když systém tohoto vzdělávání je v naší republice plně zabezpečen, je třeba se průběžně zabývat souvislostmi náplně výuky řídících pracovníků v oblasti zemědělské techniky a náplně

výuky obsluh komplikovaných zemědělských strojů s rozvíjenými novými technologiemi, aby při realizaci těchto tech-

nologií s novou technikou již byli připraveni pracovníci, schopní ji plně a efektivně využít.

Ing. Jiří Fiala, CSc.

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy

Rukopis odevzdán k tisku 7. 10. 1977 — Podepsáno k tisku 13. 1. 1978

OBSAH

Velebil M.: Změna tepelného obsahu kejdy v jímce a tvorba zmrzků	689
Podstavek B.: Skladovací nádrže na hnojovicu	701
Řezníček R., Patočka K., Louda J.: Pevnost vazby zrna v klasu u jarního ječmene	717
Mládek J., Stuchlý S. S.: Dielektrické vlastnosti a zimovzdornost řepky	725

Zemědělská technika v zahraničí

Fiala J.: Zasedání mezinárodní komise pro zemědělskou techniku CIGR, sekci 1 a 3	737
--	-----

СОДЕРЖАНИЕ

Велебил М.: Изменение температуры жидкого навоза в ямке и образование частиц льда в зимний период	698
Подставек Б.: Резервуары для хранения навозной жижи	716
Резничек, Р., Паточка К., Лоуда Й.: Прочность связи зерна с колосом у ярового ячменя	723
Младек Й., Стухлы С. С.: Диэлектрические свойства и зимостойкость рапса	735

CONTENTS

Velebil M.: Changes in Heat Content of Liquid Manure in Storage Tanks and Formation of Frozen Clods in Winter Period	699
Podstavek B.: Slurry Storage Tanks	716
Řezníček R., Patočka K., Louda J.: Bond Strength of Grain in Ears of Spring Barley	723
Mládek J., Stuchly S. S.: Dielectric Properties in Rape and its Resistance to Cold	735

INHALT

Velebil M.: Änderung des Wärmeinhaltes der Gülle in der Grube und Bildung der gefrorenen Schichten in der Winterperiode	699
Podstavek B.: Güllelagerbehälter	716
Řezníček R., Patočka K., Louda J.: Festigkeit der Kornbindung in der Ähre bei der Sommergerste	724
Mládek J., Stuchly S. S.: Dielektrische Eigenschaften und Winterbeständigkeit des Rapses	735

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