EDICE ČASOPISU ZE ZEMĚDĚLSKÁ EKONOMIKA

POUŽITÍ EKONOMICKO-MATEMATICKÝCH METOD PŘI ŘÍZENÍ ZEMĚDĚLSTVÍ

Číslo 7—1975

DOPLŇOVÁNÍ VÁPNÍKU A FOSFORU V KRMNÉ DÁVCE DOJNIC MINERÁLNÍ PŘÍSADOU

V případě, že obsah vápníku a fosforu v krmné dávce dojnic, sestavené z objemných a jadrných krmiv, neodpovídá normě stanovené pro požadovanou užitkovost, používá se k jejich doplnění minerálních přísad. V tomto článku ukážeme, jak je možno za předpokladu, že známe množství vápníku a fosforu v dávce objemných a jadrných krmiv, určit potřebné množství minerální přísady a výslednou hodnotu vápníku a fosforu jednak početně, jednak graficky, a srovnáme některé minerální přísady podle jejich použitelnosti.

Vzhledem k tomu, že přesné dosažení norem obou živin není vždy možné, je v praxi nutno připustit předózování obou složek při splnění tří omezujících požadavků:

1. poměr vápníku a fosforu v krmné dávce po doplnění minerální přísadou musí být roven poměru jejich norem;
2. u obou živin musí být po doplnění minimálně dosaženo hodnot předepsaných normou, nesmí však být překročena jistá horní hranice — zde předpokládáme, že norma smí být překročena maximálně o 100 %;
3. množství vápníku a fosforu v celkové dávce musí být nejméně ze 70 % kryto objemným a jadrným krmivem.

Uvedeme matematickou formulaci těchto tří požadavků. Označme C, P množství vápníku a fosforu v krmné dávce sestavené z objemných a jadrných krmiv, v, f množství vápníku a fosforu v 1 kg minerální přísady a n_C, n_P normy vápníku a fosforu pro požadovanou užitkovost (všechny hodnoty v gramech). Označíme-li množství doplněné minerální přísady (v kg) x, potom celková krmná dávka bude po doplnění obsahovat $C + vx$ gramů vápníku a $P + fx$ gramů fosforu. Z požadavku 1. plyne rovnice

$$\frac{C + vx}{P + fx} = \frac{n_C}{n_P},$$

jejímž řešením vzhledem k neznámé x dostáváme

$$x = \frac{n_C}{n_P v - n_C f} P - \frac{n_P}{n_P v - n_C f} C \qquad \text{(v kilogramech)}$$

resp.

$$x = \frac{1000\, n_C}{n_P v - n_C f} P - \frac{1000\, n_P}{n_P v - n_C f} C \qquad \text{(v gramech)}$$

nebo

$$x = \frac{1000\, n_C}{d} P - \frac{1000\, n_P}{d} C \qquad \text{(v gramech),}$$

kde jsme označili $d = n_P v - n_C f$. Pro celkovou hodnotu vápníku v doplněné krmné dávce V platí potom vzorec

$$V = C + vx = \frac{n_C v}{d} P - \frac{n_C f}{d} C \qquad \text{(v gramech)}$$

a pro celkovou hodnotu fosforu F vzorec

$$F = P + fx = \frac{n_P v}{d} P - \frac{n_P f}{d} C \qquad \text{(v gramech)}$$

Povšimněme si, že koeficienty u P a C v uvedených vzorcích jsou pro danou minerální přísadu a stanovenou užitkovost konstantní a nezávisí na P a C. Tvary těchto vzorců pro některé běžně užívané minerální přísady jsou uvedeny v tab. I pro normy $n_C = 62$ g, $n_P = 43$ g.

I. Tvary vzorců pro některé minerální přísady ($n_C = 62$ g, $n_P = 43$ g)

Přísada	v	f	$\frac{v}{f}$	d	x [g]
MKP 3	292	108	2,70	5860	10,58P− 7,34C
Kostní moučka	180	80	2,25	2780	22,30P−15,47C
Vitapolymin	130	65	2,00	1560	39,74P−27,56C
AD fosfát	90	48	1,88	894	69,35P−48,10C
Dikalciumfosfát	260	210	1,24	−1840	23,37C−33,70P
Dinatriumfosfát	0	83	0	−5146	8,36C−12,05P

K tomu, aby hodnota x vyšla nezáporná, je nutno se při volbě přísady řídit tímto známým pravidlem:

Je-li hodnota $\frac{C}{P}$ proti $\frac{n_C}{n_P}$ v nedostatku, je nutno volit přísadu tak, aby hodnota $\frac{v}{f}$ byla proti $\frac{n_C}{n_P}$ v přebytku, a naopak. Jinak vyjádřeno,

$$\text{pro } \frac{v}{f} > \frac{n_C}{n_P} \text{ musí být } \frac{C}{P} \leq \frac{n_C}{n_P}, \qquad \text{(1A)}$$

$$\text{pro } \frac{v}{f} < \frac{n_C}{n_P} \text{ musí být } \frac{C}{P} \geqslant \frac{n_C}{n_P}. \qquad \text{(1B)}$$

Příklad 1. Krmná dávka, sestavená z objemných a jadrných krmiv, obsahuje $C = 50$ g vápníku a $P = 40$ g fosforu, požadované normy jsou $n_C = 62$ g, $n_P = 43$ g. Zde je $\frac{C}{P} < \frac{n_C}{n_P}$, je proto třeba volit přísadu tak, aby $\frac{v}{f} > \frac{n_C}{n_P}$. Např. při použití MKP 3 je podle tab. I třeba dodat přísadu v množství $x = 10{,}58P - 7{,}34C = 56$ g. Potom budou výsledná množství vápníku a fosforu činit $V = 3{,}09P - 1{,}14C = 67$ g, $F = 2{,}14P - 0{,}79C = 46$ g.

Druhý požadavek můžeme zapsat ve tvaru nerovností

$$n_C \leq V \leq 2n_C$$
$$n_P \leq F \leq 2n_P \ .$$

V dalším stačí uvažovat jen první z nich, neboť druhá je pak vzhledem k prvnímu požadavku splněna automaticky. Dosazením za V dostáváme

$$n_C \leq \frac{n_C v}{d} P - \frac{n_C f}{d} C \leq 2n_C \ ,$$

po úpravě

$$\frac{v}{f} P - 2\frac{d}{f} \leq C \leq \frac{v}{f} P - \frac{d}{f} \ . \qquad (2)$$

Třetí požadavek zapíšeme takto:

$$\frac{C}{V} \geqslant 0{,}7 \ , \quad \frac{P}{F} \geqslant 0{,}7$$

V [g]	F [g]	x [g]
3,09P−1,14C	2,14P−0,79C	12,88z
4,01P−1,78C	2,78P−1,24C	27,14z
5,17P−2,58C	3,58P−1,79C	48,37z
6,24P−3,33C	4,33P−2,31C	84,40z
7,08C−8,76P	4,91C−6,08P	41,01z
1,00C	0,69C	14,66z

Dosazením za V, F po úpravě dostáváme

$$\frac{C}{P} \geqslant \frac{7n_C v}{7n_P v + 3d} \quad \text{pro} \quad \frac{v}{f} > \frac{n_C}{n_P} \ , \qquad (3A)$$

$$\frac{C}{P} \leq \frac{7n_C f - 3d}{7n_P f} \quad \text{pro} \quad \frac{v}{f} < \frac{n_C}{n_P} \ . \qquad (3B)$$

V dalším uvedeme pro každou ze šesti přísad obsažených v tab. I grafické znázornění její použitelnosti. Budeme při tom opět vycházet z norem $n_C = 62$ g, $n_P = 43$ g. Rozlišíme dva případy:

A) Látky, u nichž $\frac{v}{f} > \frac{n_C}{n_P}$ (v našem případě MKP 3, kostní moučka, vitapolymin, AD fosfát). K tomu, aby bylo možno směs objemných a jadrných krmiv s celkovým obsahem C gramů vápníku a P gramů fosforu doplnit minerální přísadou při splnění všech tří požadavků, musí podle toho, co jsme uvedli, platit

$$C \leq \frac{n_C}{n_P} P \tag{1A}$$

$$\frac{v}{f} P - 2\frac{d}{f} \leq C \leq \frac{v}{f} P - \frac{d}{f} \tag{2}$$

$$C \geqslant \frac{7 n_C v}{7 n_P v + 3d} P \tag{3A}$$

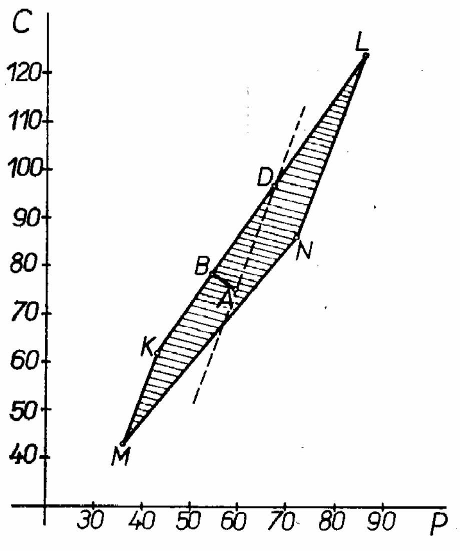
Dvojice hodnot C, P, které splňují tyto nerovnosti, jsou graficky znázorněny na obr. 1—4 pro $n_C = 62$, $n_P = 43$. Všechny grafy mají tyto společné rysy:

a) grafem je čtyřúhelník $KLMN$;

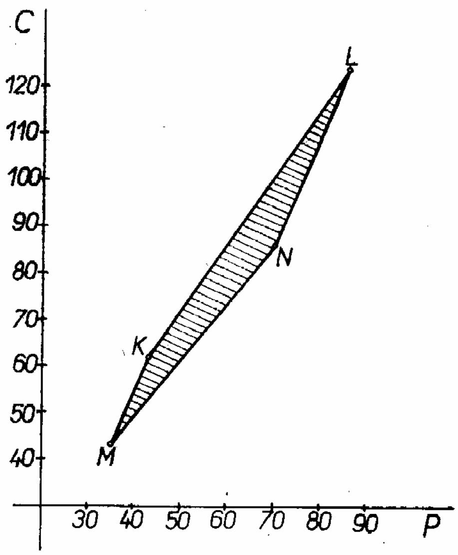
b) body K, L jsou u všech grafů stejné, bod K má souřadnice (n_P, n_C), bod L souřadnice $(2n_P, 2n_C)$;

c) poloha bodů M, N závisí na látce, ale souřadnice bodu N jsou dvojnásobky souřadnic bodu M;

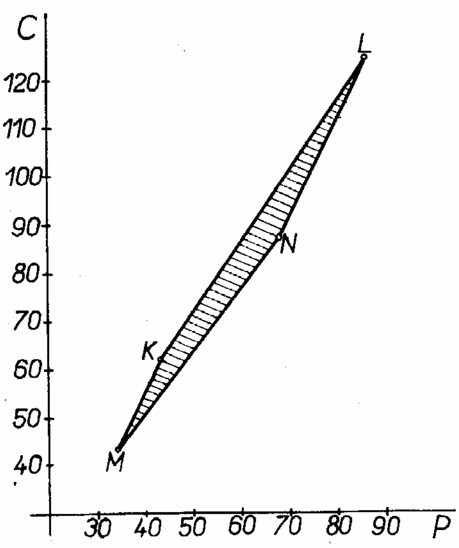
d) strany KM, LN jsou rovnoběžné, strany KL, MN rovnoběžné nejsou, nýbrž se sbíhají v počátku a jejich odchylka je tím větší, čím větší je podíl $\frac{v}{f}$.



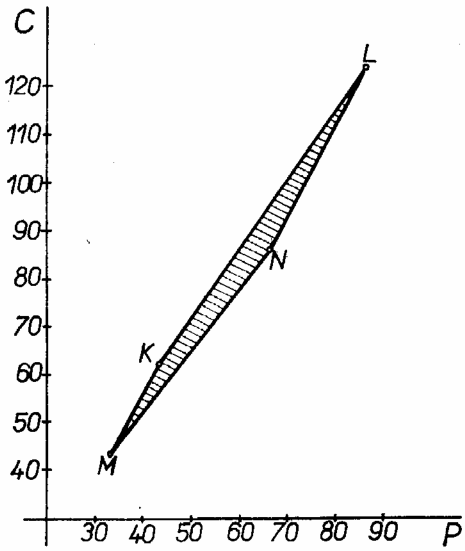
1. Graf pro MKP 3



2. Graf pro kostní moučku



3. Graf pro vitapolymin



4. Graf pro AD fosfát

Jsou-li známy hodnoty C, P vápníku a fosforu v dávce sestavené z objemných a jadrných krmiv, lze z grafu snadno zjistit, zda je danou přísadou možno dávku doplnit podle všech tří požadavků: je to tehdy, leží-li bod o souřadnicích P, C ve čtyřúhelníku $KLMN$. Porovnáním grafů zjistíme, že největší možnosti poskytuje v tomto směru MKP 3, což souvisí s tím, že má ze všech látek největší poměr $\frac{v}{f}$ (viz bod d). Dále následují v pořadí podle stupně použitelnosti: kostní moučka, vitapolymin, AD fosfát.

Hodnoty x, V, F lze určit rovněž přímo z grafu příslušné minerální přísady. Pro určení x zaneseme do grafu bod o souřadnicích P, C a změříme jeho kolmou vzdálenost od úsečky KL (tuto vzdálenost označíme z). Hodnotu x určíme potom dosazením změřené vzdálenosti do vzorce

$$x = \frac{1000\sqrt{n^2_C + n^2_P}}{|d|}\, z \qquad \text{(v gramech)}$$

tedy pouhým vynásobením vzdálenosti z číslem, které je pro danou látku a užitkovost konstantní. Tvary tohoto vzorce pro jednotlivé přísady a normy $n_C = 62$ g, $n_P = 43$ g jsou uvedeny v posledním sloupci tab. I.

Příklad 2 (obr. 1): $C = 75$ g, $P = 59$ g. Do grafu MKP 3 zaneseme bod A o těchto souřadnicích. Kolmá vzdálenost od úsečky KL (délka úsečky AB) je přibližně 6, proto $x = 12{,}88 \cdot 6 = 77$ g. Podle vzorce pro výpočet x pomocí P, C bychom dostali $x = 74$ g.

Protože vzdálenost z je pro stejný bod ve všech grafech stejná, bude potřebné množství minerální přísady tím menší, čím větší je absolutní hodnota čísla d. Nejúspornější je proto dokrmování přísadou MKP 3, u níž je potřebné množství dvakrát menší než u kostní moučky a více než šestkrát menší než u AD fosfátu.

Ještě jednodušší je stanovení hodnot V, F. Bodem o souřadnicích P, C vedeme rovnoběžku se stranou KM (čárkovaná čára na obr. 1) a souřadnice jejího průsečíku s úsečkou KL (bod D) jsou přímo rovny F, V. (Např. při zadání z příkladu 2 má bod D souřadnice

(67, 97).) Je zřejmé, že obě živiny lze doplnit na přesnou hodnotu norem jen tehdy, leží-li bod o souřadnicích P, C na úsečce KM, což se nevyskytuje často.

Výsledné hodnoty F, V budou obecně tím menší, čím větší úhel svírá úsečka KM s osou P; protože směrnice tohoto úhlu je rovna $\frac{v}{f}$, je i z tohoto hlediska minerální přísada tím výhodnější, čím větší má poměr $\frac{v}{f}$.

Závěrem této části můžeme říci, že ze všech tří sledovaných hledisek (rozsah použitelnosti, velikost x a V, F) je nejvýhodnější přísada MKP 3.

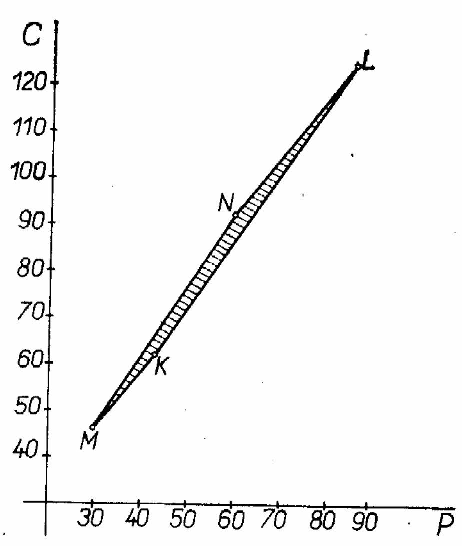
B) Látky, u nichž $\frac{v}{f} < \frac{n_C}{n_P}$ (dikalciumfosfát, dinatriumfosfát). V tomto případě musí C, P splňovat nerovnosti

$$C \geqslant \frac{n_C}{n_P} P \tag{1B}$$

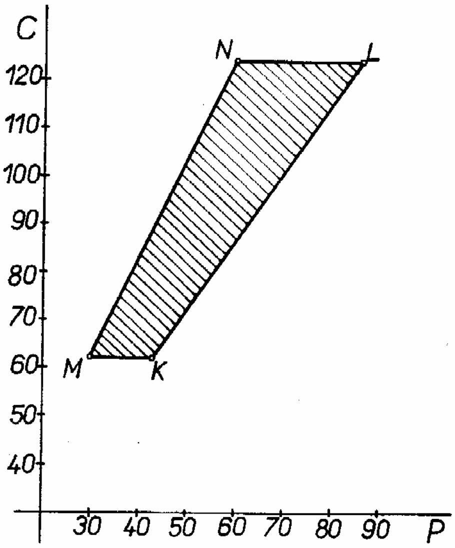
$$\frac{v}{f} P - 2\frac{d}{f} \leq C \leq \frac{v}{f} P - \frac{d}{f} \tag{2}$$

$$C \leq \frac{7n_Cf - 3d}{7n_Pf} P \tag{3B}$$

Příslušné grafy jsou uvedeny na obr. 5 a 6. Graf dinatriumfosfátu má odlišný tvar, což je dáno nulovým obsahem vápníku. Označíme-li tentokrát KL dolní a MN horní



5. Graf pro dikalciumfosfát



6. Graf pro dinatriumfosfát

úsečku, zůstanou body a) až d) ze strany 108 v platnosti pouze s tím rozdílem, že tentokrát je odchylka úseček KL, MN tím větší, čím menší je hodnota $\frac{v}{f}$. Potřebné množství x se i zde určí stejným způsobem pomocí vzdálenosti z od úsečky KL, přičemž z tab. I je zřejmé, že potřebné množství dinatriumfosfátu je 2,8krát menší než dikalciumfosfátu. Hodnoty F, V určíme opět z průsečíku přímky, procházející daným bodem a rovnoběžné s KM, a úsečky KL; u dinatriumfosfátu jde přímo o rovnoběžku s osou P. Je zřejmé, že ze všech tří hledisek je třeba jednoznačně dát přednost dinatriumfosfátu.

Závěrem lze říci, že při doplňování krmné dávky minerální přísadou je při splnění tří omezujících požadavků z uvedených hledisek nejvýhodnější použití MKP 3, je-li $\frac{C}{P} \leq \frac{n_C}{n_P}$, a dinatriumfosfátu, je-li $\frac{C}{P} \geqslant \frac{n_C}{n_P}$.

Za zhotovení grafů děkuji ing. J. Sommrovi.

Jiří Rohn, Výzkumný ústav ekonomiky zemědělství a výživy, Mánesova 75, Praha 2