ČESKOSLOVENSKÁ SOCIALISTICKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY

POPIS OBJEVU K DIPLOMU ČÍS. 12

Přihlášeno 23. 01. 75 (PO 8-75)
Právo přednosti od 23. 05. 73 (Závěrečná zpráva za ukončenou etapu výzkumného úkolu VI-4-13/19- Katedra rostlinné výroby agronomické fakulty Vysoké školy zemědělské v Brně)
Zveřejněno Acta Univ. Agric. (Brno), fac. agron., XXI, 1973, 3 : 523-530; Acta Univ. Agric. (Brno), fac. agron., XXI, 1973, 4 : : 717-727; Acta Univ. Agric. (Brno), fac. agron., XXI, 1973, 4:711-716
Uděleno 05. 12. 78
Vydáno 15. 04. 79

MDT
63:331.876

Autor objevu: MINX LUBOMÍR, doc. ing. CSc., BRNO

Název objevu: **Zákonitost výskytu počtu a velikostí mezer a úseků řádků po přesném výsevu**

Předmět objevu: Zákonitost početního výskytu velikostního zastoupení mezer a úseků řádků připadajících na délku řádku rovnající se stonásobku vzdálenosti přesného výsevu semen rostlin v řádku vyjádřená matematickými vztahy

$$m_n = [(R - 0{,}01\,R^2) - (m_2 + m_3 + m_4 \ldots + m_{n-1})] \cdot 0{,}01\,R$$

$$u_n = [(R - 0{,}01\,R^2) - (u_1 + u_2 + u_3 \ldots + u_{n-1})] \cdot (1 - 0{,}01\,R)$$

ve kterých m_n udává početní výskyt velikostního zastoupení mezer, jejichž délku v násobcích vzdálenosti výsevu v řádku vyčísluje index, u_n představuje početní výskyt velikostního zastoupení úseků řádků, jejichž počet rostlin (nebo případných shluků rostlin u řep) udává číselný index, R je absolutní vzešlost porostu (procento vzešlých rostlin z teoretického počtu vysetých semen, přičemž shluky rostlin u řep se považují za jednu rostlinu) a kde $m_2 = 0{,}01\,R^2 - 0{,}0001\,R^3$ a $u_1 = R - 0{,}02\,R^2 + 0{,}0001\,R^3$.

Objev se týká zákonitosti, jíž se v zemědělské prvovýrobě řídí uspořádání porostů zakládaných přesným výsevem nebo výsadbou polních plodin na stavitelnou vzdálenost v řádku. Rozdílná vzešlost porostů a možné vzdálenosti výsevu (výsadby) v řádku vedou ke vzniku značného množství teoreticky i prakticky možných kvalit organizace porostů. Není-li dosažena určitá minimální vzešlost porostů, dochází k jejich mezerovitosti, jejímž důsledkem je výnosová deprese. Velmi značně mezerovité porosty je třeba dokonce zaorat a znovu zasít. Hlavním záměrem tohoto výzkumu proto bylo prostudovat rozdílné kvality organizace porostů, utřídit je a poznat mechanismus a podmíněnost jejich změn a využít je pro řízení organizace porostů.

Dosavadní poznatky týkající se uvedené problematiky jsou zatím ojedinělé. Nutnost srovnání rozdílných kvalit organizace porostů vede jednak k členění naměřených vzdáleností rostlin v řádku do skupin (Chittey, E. T. — Perkins, D. J.: A Method of Recording and Evaluating Seedling Distributions. J. Agric. Engng Res., 12, 1967 : 133 až 141), jednak k hledání pravidelností v rozmístěním porostu. Statistickým hodnocením skupin vzdáleností rostlin se zaměřením na optimalizační předpoklady konstrukce jednotičů se porostech kukuřice, okurek, a cukrovky zabývali Rohrbach, R. P. — Brazee, R. D. — Barre, H. J. (On Spacing Statistic of Plant Population Produced by Uniform Seedplacement Devices. J. Agric. Engng. Res., 14, 1969 : 210 — 225). Vyvinuli velmi složitý stochastický model umožňující předvídat rozmístění rostlin podle zvolených skupin vzdáleností. Popis porostů řep pomocí matematického modelu si za cíl práce vytkl též Kästner, B. (Untersuchungen zur Gestaltung optimaler Pflanzenbestände bei der handarbeitslosen Standraumzumessung der Zuckerrüben. Dissertation. Halle, 1973. 108 s.). Vyvodil vzorce pro výpočet výskytu tzv. stanovištních délek a jejich indexů. Vzhledek k zaměření práce výše uvedení autoři nedospěli k širšímu zobecnění výsledků. Zastoupením vzdáleností rostlin v řádku se též zabývá firemní prospekt KWS Einbeck (Anregungen für den Zuckerrübenanbau - 1974). Doporučená metoda stanovení vzešlosti porostu a údaje o zastoupení vzdáleností rostlin v násobcích vzdáleností výsevu v řádku jsou shodné s našimi údaji uveřejněnými již v roce 1972 (Minx, L.: Příspěvek ke studiu modelu vědeckého řízení organizace porostů. Záv. zpráva za etapu úkolu VI-4-13/19. Brno, 1972) s tím rozdílem, že ve firemním prospektu není uváděn procentický výskyt

vzdáleností, ale jejich počet na hektar při rozdílné vzdálenosti výsevu.

Podstatou objevu je poznání zákonitosti, jíž se řídí početní výskyt velikostního zastoupení mezer a úseků řádků v porostech okopanin a některých dalších polních plodin a zelenin zakládaných přesným výsevem na zvolenou vzdálenost v řádku. Mezerou se rozumí vzdálenost dvou sousedních rostlin v řádku rovnající se dvoj- nebo vícenásobku vzdálenosti přesného výsevu semen rostlin v řádku rovnající se dvoj- nebo víceměrně na délku řádku rovnající se stonásobku vzdálenosti výsevu v řádku je označován symbolem m_n, přičemž délku velikostní skupiny v násobcích vzdálenosti výsevu v řádku udává číselný index. Úsek řádku představuje jednu rostlinu nebo více rostlin vzdálených od sebe na vzdálenost výsevu v řádku (s možnými plusovými nebo minusovými odchylkami vlivem případných nepřesností ve výsevu nebo vzejití) z obou stran ohraničených mezerami. Početní výskyt úseků řádků je označován symbolem u_n, počet rostlin v úseku řádku (shluky rostlin řep jsou zde, podobně jako při zjišťování vzešlosti porostu, považovány za jednu rostlinu) udává číselný index. Uvedenou zákonitost je možné vyjádřit matematickými vztahy

$$m_n = [(R - 0{,}01\ R^2) - (m_2 + m_3 + m_4 \ldots + m_{n-1})] \,.\, 0{,}01\ R \quad \text{(rovnice 1)}$$

$$u_n = [(R - 0{,}01\ R^2) - (u_1 + u_2 + u_3 \ldots + u_{n-1})] \,.\, (1 - 0{,}01\ R) \quad \text{(rovnice 2)}$$

V těchto rovnicích R je absolutní vzešlost porostu, tj. procento vzešlých rostlin z počtu semen či jiných osivových jednotek, jež měly být teoreticky dle zvoleného sponu výsevu vysety na jednotku plochy půdy; $m_2 = 0{,}01\ R^2 - 0{,}0001\ R^3$; $u_1 = R - 0{,}02\ R^2 + 0{,}0001\ R^3$. Vzorce 1 a 2 byly vyvozeny prostřednictvím rovnic 3, 4, 5 a 6.

Základem objevu byla domněnka, že by dostatečná přesnost výsevu měla skýtat předpoklady projevu určitých matematicky vyčíslitelných zákonitostí v rozmístění rostlin v porostu. Tuto domněnku bylo třeba doložit teorií. Protože se nedařilo k ní dospět pomocí údajů získaných z porostů polních plodin, byla pro její tvorbu zvolena sestava laboratorních simulačních pokusů. Získaný podkladový materiál byl zbaven komplikací přicházejících v úvahu v polních podmínkách (rozdíl vzdáleností vlivem nepřesností ve výsevu a místa vzejití rostliny od místa výsevu apod.). Výsledky simulačních pokusů pokrývajících plánovanou sestavu modelových porostů dokládá následující tabulka 1.

udávající výskyt mezer; podobně bylo postupováno při studiu výskytu úseků řádků obsazených rostlinami. Uvedený postup usnadnil třídění údajů a tím i vyvození potřebných vzorců, nehledě k tomu, že laboratorní forma řešení umožnila zpracovat velmi rozsáhlý materiál. Metodicky bylo uvažováno, že počet mezer (m) a počet úseků řádků (u) se rovnají, takže

Pro stanovení počtu mezer (nebo úseků řádků) připadajících průměrně na délku řádku rovnající se stonásobku vzdálenosti výsevu v řádku byl vyvozen vzorec

$$m = R - 0{,}01\ R^2 \qquad \text{(rovnice 4)}$$

Pro výpočet procentického zastoupení kterékoliv velikostní skupiny mezer (M_n) nebo úseku řádků (U_n) byly vyvozeny rovnice

$$M_n = [100 - (M_2+M_3+M_4 \ldots +M_{n-1})].0{,}01\ R \qquad \text{(rovnice 5)}$$

$$U_n = [100 - (U_1+U_2+U_3 \ldots +_{n-1}U)] \cdot (1 - 0{,}01\ R) \qquad \text{(rovnice 6)}$$

V těchto vzorcích $M_2 = R$, $M_3 = m$, $U_1 = 100 - R$, $U_2 = u$, n je číselný index udávající velikost mezer v násobcích vzdálenosti výsevu v řdku nebo velikost úseku řádku počtem rostlin.

Průběh změn sledovaných ukazatelů znázorňují přiložené obrázky 1 (mezery) a 2 (úseky řádků), v nichž osa x udává velikostní skupiny mezer (v násobcích vzdálenosti výsevu v řádku) nebo úseků řádků (počtem rostlin), osa y jejich procenticky výskyt a osa z absolutní vzešlosti porostu. U mezer dlouhých deset vzdáleností výsevu v řádku a u úseků řádků o devíti rostlinách je uveden jednak jejich výskyt, jednak výskyt mezer dlouhých deset a více vzdáleností výsevu v řádku a výskyt úseků řádků sestávajících z devíti a více rostlin (silněji čárkovaná křivka).

Po vyvození rovnic 4, 5 a 6 a po jejich prověření v dalších simulačně navozených podmínkách bylo přistoupeno k ověření vytvořené teorie v porostech cukrovky. Byly pro to zvoleny dva způsoby:

a) srovnání rozdílů mezi skutečným a vypočítaným procentickým výskytem velikostních skupin mezer a úseků řádků (u šesti porostů A — F), jehož výsledky uvádí tabulka 2.

Tabulka 1

Výsledky simulačních pokusů a jejich srovnání s vypočítanými hodnotami

Procentický výskyt velikostních skupin mezer	Vzešlost porostu							
	90 %		70 %		50 %		30 %	
	pokus	výpočet	pokus	výpočet	pokus	výpočet	pokus	výpočet
Dvě vzdálenosti výsevu	90,63	90,00	71,68	70,00	49,90	50,00	30,02	30,00
Tři vzdálenosti výsevu	8,54	9,00	18,78	21,00	25,69	25,00	21,28	21,00
Čtyři vzdálenosti výsevu	0,83	0,90	6,64	6,30	12,77	12,50	13,95	14,70
Pět vzdáleností výsevu	0,00	0,09	1,89	1,89	6,21	6,25	11,11	10,29
Šest vzdáleností výsevu	0,00	0,01	0,71	0,57	2,66	3,12	7,45	7,20
Sedm vzdáleností výsevu			0,18	0,17	1,18	1,56	4,85	5,04
Osm vzdáleností výsevu			0,12	0,05	0,79	0,78	3,25	3,53
Devět vzdáleností výsevu			0,00	0,01	0,49	0,39	2,72	2,47
Deset a více vzdáleností výsevu			0,00	0,01	0,31	0,40	5,37	5,77
Počet mezer připadajících na sto výsevních míst	9,07	9,00	21,10	21,00	25,35	25,00	21,15	21,00

Tabulka 2

Procentický výskyt mezer a úseků řádků v porostech cukrovky

Mezery, úseky řádků	A		B		C		D		E		F	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
M_2	36,27	+2,44	31,72	+4,42	35,73	+3,40	28,40	—1,34	55,78	+1,10	40,22	+0,12
M_3	23,11	+1,23	21,65	—3,12	22,96	+1,05	20,33	+0,96	24,67	—1,34	24,04	+0,18
M_4	14,73	—1,24	14,79	+1,27	14,76	—0,49	14,56	+0,58	10,91	+0,59	14,37	—0,70
M_5	9,39	—0,69	10,10	—1,55	9,49	—0,17	10,42	+0,37	4,82	—0,15	8,59	+0,19
M_6	5,98	—0,18	6,90	—1,98	6,10	—0,73	7,46	+0,39	2,13	—0,04	5,14	—0,25
M_7	3,81	—1,41	4,71	+0,08	3,92	—1,40	5,34	+0,24	0,94	—0,22	3,07	—0,12
M_8	2,43	—0,67	3,21	+0,42	2,52	—1,09	3,83	+0,62	0,42	—0,02	1,84	+0,10
M_9	1,55	+0,47	2,20	—0,26	1,61	—0,52	2,74	—0,38	0,18	+0,06	1,10	+0,17
M_{10} a více	2,73	+0,05	4,72	+0,72	2,91	—0,05	6,92	—1,44	0,15	+0,02	1,63	+0,31
m, u	23,11	+0,41	21,65	+0,30	22,96	+0,54	20,33	+0,81	24,67	+0,19	24,01	—0,37
U_1	63,73	+1,71	68,28	+0,90	64,27	+3,66	71,60	+3,05	44,22	+1,56	59,78	—0,88
U_2	23,11	—0,11	21,65	—1,70	22,96	—0,85	20,33	—1,41	24,67	—1,74	24,04	—0,07
U_3	8,39	—0,64	6,88	+0,37	8,21	—2,13	5,77	—1,14	13,76	—0,49	9,67	+0,46
U_4	3,04	—0,50	2,18	—0,24	2,93	—0,32	1,64	—0,32	7,67	+0,46	3,89	+0,41
U_5	1,10	—0,34	0,69	+0,22	1,05	—0,29	0,47	—0,19	4,28	—0,10	1,56	+0,13
U_6	0,40	—0,15	0,22	+0,43	0,37	+0,05	0,13	—0,03	2,39	—0,06	0,63	+0,05
U_7	0,15	—0,02	0,07	+0,05	0,13	—0,04	0,04	+0,06	1,33	+0,36	0,25	—0,08
U_8 a více	0,08	+0,05	0,03	—0,03	0,08	—0,08	0,02	—0,02	1,68	+0,01	0,18	—0,02

I = teoretický předpoklad výskytu (%) vycházející z absolutní vzešlosti porostu

II = rozdíl skutečného výskytu oproti teoretickému předpokladu

Vyjádření délek mezer násobky vzdálenosti výsevu v řádku a úseků řádků počtem rostlin mělo mimo jiné též potvrdit jeden ze závěrů, že porosty seté na jakoukoliv vzdálenost v řádku jsou při stejné absolutní vzešlosti relativně shodné.

b) srovnání skutečného procenta mezerovitosti porostu s jeho vypočítanou hodnotou (u desíti porostů A — J), jehož výsledky jsou uvedeny v následující tabulce 3.

Tabulka 3

Výskyt procenta mezerovitosti porostů

Porost	Vzdálenost výsevu cm	Vzešlost porostu %	Procento mezerovitosti nad 40 cm		
			skutečné	vypočítané	rozdíl
A	4	36,27	1,21	1,11	+0,10
B	4	31,72	1,82	2,20	—0,38
C	8	35,73	10,35	10,93	—0,58
D	12	28,40	31,40	33,22	—1,82
E	12	55,78	7,00	7,04	—0,04
F	12	40,22	19,14	18,51	+0,63
G	11	56,70	5,19	2,73	+2,46
H	11	58,50	4,49	5,22	—0,73
I	11	54,20	6,29	6,30	—0,01
J	11	50,10	8,46	8,06	+0,40

Procento mezerovitosti porostu představuje z celkové délky řádků podíl sumy částí vzdáleností rostlin v řádku převyšujících vzdálenost využitelnou (u cukrovky např. 40 cm). Tento způsob ověření měl mimo jiné přinést důkaz platnosti dalšího vývodu, že porosty seté na různou vzdálenost v řádku jsou při stejné vzešlosti absolutně rozdílné.

Jak vyplývá z rozdílů skutečných a vypočítaných hodnot uvedených v tabulkách 2 a 3, platnost matematické definice zákonitosti výskytu počtu a velikostních skupin mezer a úseků řádků byla jednoznačně potvrzena.

Objev je využitelný v pěstitelské praxi pro řízení organizace porostů některých polních plodin a zelenin, jejichž porosty jsou nebo budou výhledově zakládány přesným výsevem (výsadbou) v řádku (např. kukuřice, brambory, semenné okopaniny, některé druhy zelenin apod.). Okamžitě využitelnou je zákonitost výskytu velikostních skupin úseků řádků pro řízené dojednocování porostů, neboť na základě zjištěné vzešlosti porostu před jednocením je podle dosavadního rozpracováním této problematiky (Minx, L., Řízené dojednocování porostů setých na větší vzdálenost v řádku. Záv. zpráva za výzk. úkol C 11-329-104-02-02-01. Brno, 1977) je zatím možné:

— stanovit mezerovitost porostu a dle její výše rozhodnout o způsobu dojednocení (ruční nebo mechanizované),
— předvídat výši mezerovitosti porostu po jeho dojednocení automatickým jednotičem na zvolenou vzdálenost v řádku,
— určit změnu procenta mezerovitosti porostu při odstranění části nebo všech dvojáků při ručním dojednocení porostu a
— vytvořit představu o možných počtech rostlin po ručním nebo mechanizovaném dojednocení a spolu s výší únosné mezerovitosti volit optimálně možný počet rostlin na hektar.

V nejbližších letech, tj. po zjištění dosahované úrovně vzešlosti porostů v podmínkách klimatu, půd a úrovně agrotechniky zemědělských podniků, bude možné využívat objev pro účely optimalizace vzdálenosti výsevu v řádku a tedy pro účely volby optimální technologie pěstování. Údaje o dosahované absolutní vzešlosti porostů (R), potřebné pro řízené dojednocování porostů, vztažené na klíčivost použitého osiva (K), umožní vytvořit představu o dosahované relativní vzešlosti porostů (P — procento vzešlých z teoretického počtu vysetých klíčivých klubíček, přičemž teoretický počet vysetých klubíček opět vychází ze vzdálenosti řádků a vzdálenosti výsevu v řádku, podobně jako přiabsolutní vzešlosti porostu). Její hodnota se zjistí pomocí vzorce

$$P = \frac{100\ R}{K} \qquad \text{(rovnice 7)}$$

Její průměrná hodnota ($P_{prům.}$, případně korigovaná podle úrovně agrotechniky, zejména dle kvality základního zpracování půdy na podzim, zaorání průmyslových hnojiv, urovnání hrubé brázdy na podzim apod.) a

klíčivost vysévaného osiva (K) určují výši předpokládané vzešlosti porostu (R_p), která je výchozím údajem pro optimalizaci vzdálenosti výsevu v řádku

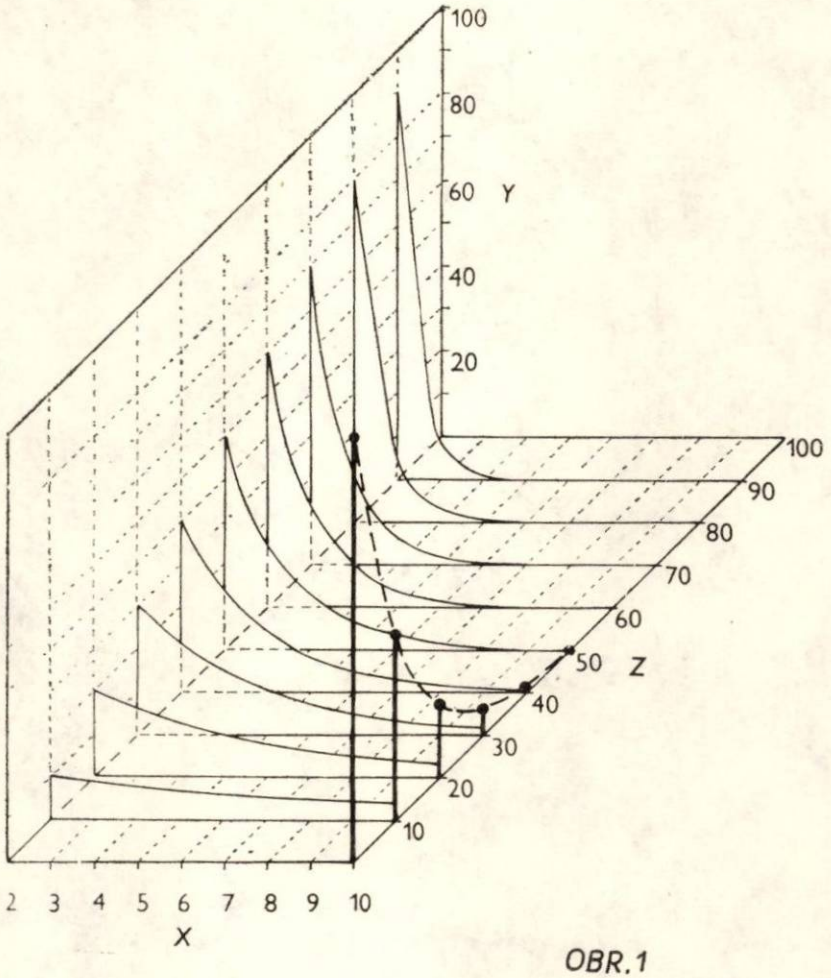
$$R_p = P_{prům.} . 0{,}01\ K \qquad \text{(rovnice 8)}$$

Optimalizace vzdálenosti výsevu v řádku vychází z počtu rostlin na hektar a únosné výše procenta mezerovitosti porostu. Případný vysoký počet rostlin lze snížit dojednocením porostu, mezerovitost porostu nelze žádným ekonomicky únosným opatřením odstranit, a proto je třeba vytvářet předpoklady k tomu, aby nebyla překračována její únosná výše (pro porosty cukrovky je zatím možné předběžně považovat za únosný 5% podíl sumy částí mezer převyšujících 40 cm, tj. 5% mezerovitost nad 40 cm). Stanovení průběhu závislosti procenta mezerovitosti porostů na absolutní vzešlosti, vzdálenosti výsevu v řádku, délce využitelné vzdálenosti, případně vzdálenosti jednocení, vycházející ze zákonitosti výskytu velikostních skupin mezer, zatím umožňuje (Minx, L.: Metodické řešení optimalizace vzdálenosti výsevu v řádku. Záv. zpráva za výzk. úkol C 11-329-104-02-02-02. Brno, 1976) optimalizaci

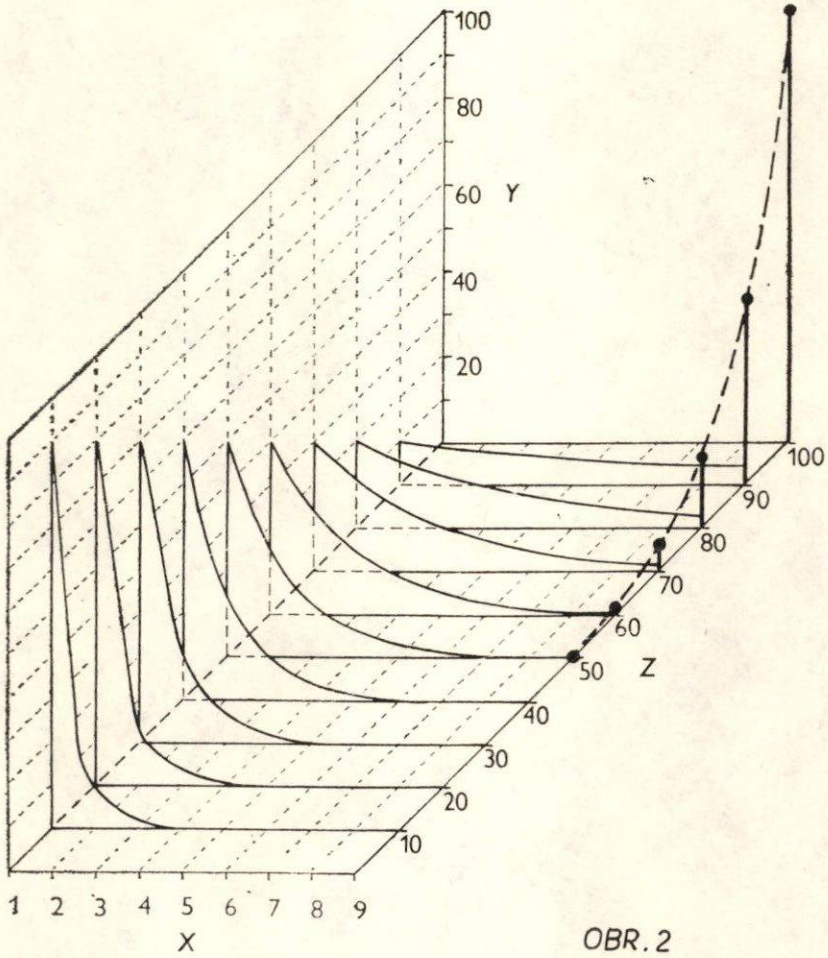
— vzdálenosti výsevu semen v řádku v podmínkách pěstitelské technologie výsevu na konečnou vzdálenost,
— vzdálenosti výsevu mechanicky upraveného víceklíčkového osiva řep (obrušovaného nebo segmentového) s přihlédnutím k předpokládané redukci dvojáků při ručním dojednocování porostů a
— vzdlenosti výsevu v řádku u porostů, jež budou dojednocovány automatickým jednotičem (zvyšuje mezerovitost porostu).

Popsané možnosti řízení organizace porostů se týkají převážně plodin, jež se nevyznačují autoregulační, ale pouze kompenzační schopností. Znalost řízení základního výnosotvorného prvku (počet rostlin a jejich rozmístění na ploše) snižuje na minimum riziko technologického neúspěchu — znač nější pokles výnosu v důsledku nadměrné mezerovitosti nebo dokonce zaorávky a náhradní osevy porostů.

Severografia, n. p., provozovna 32, Most



OBR.1



OBR. 2