

Dr Josip Gotlin, Poljoprivredni fakultet, Zagreb,  
Inž. Mile Šikić, Hidrometeorološki zavod SRH, Zagreb

## MOGUĆNOST UTVRĐIVANJA VREMENA SAZRIJEVANJA KUKURUZA POMOĆU SUME TOPLOTNIH JEDINICA

(Possibilities of determination of period of corn maturity,  
by the use of sum of heat-units)

U proizvodnji kukuruza kod nas se sve više pojavljuje uvođenje novih domaćih i stranih hibrida, single-crossa i linija.

Kako se područje proizvodnje kukuruza u Jugoslaviji pruža od sjeverozapada prema jugoistoku, tj. u veoma različitim vremenskim uvjetima, to sazrijevanje kukuruza, kod jednog te istog hibrida jako varira, ne samo iz područja u područje nego iz godine u godinu u jednom te istom proizvodnom području. Upravo zbog ove velike varijacije u broju dana od sjetve do sazrijevanja, mnogi autori su pokušali odrediti određene metodike u cilju utvrđivanja vremena sazrijevanja kukuruza. Svi ovi naponi pošli su od utvrđivanja mjerila na bazi raznih meteoroloških činilaca, kako bi se postigao željeni cilj bez obavljanja poljskih pokusa. Ovako definiranim metodama omogućuje se, budući da se meteorološka i agrometeorološka mjerenja i osmatranja vrše kontinuirano dugi niz godina — odrediti unaprijed područja za proizvodnju hibrida pojedinih grupa, kao i proizvodnju sjemena linija, single-crossa i double-crossa.

Sve ove metodike, pored meteoroloških elemenata, baziraju i na fenološkim podacima razvoja kukuruza, gdje se prvenstveno koriste fenološki podaci o sjetvi, nicanju, svilanju, metličanju i sazrijevanju kukuruza.

Pojedini autori koriste razne kombinacije spomenutih meteoroloških i fenoloških elemenata, kako bi odredili vrijeme sazrijevanja kukuruza. Tako imamo slijedeće kombinacije:

1. suma toplotnih jedinica;
2. broj optimalnih dana rasta kukuruza po Lehenbauerovoj krivulji;
3. broj dana od sjetve ili nicanja do svilanja ili metličanja;
4. procenat vlage u zrnu kod berbe;
5. broj dana od sjetve do sazrijevanja.

Tako L. Ferwerd (1953.) ističe pojam »specifične sume toplotnih jedinica«, naime on je promatrao umnoške srednje duljine dana i srednje dnevne temperature za cijeli fenološki period razvoja kukuruza. Autor je posijao hibride u Holandiji i u Španiji, među kojima je razlika od 11° geografske širine. Hibridi su uzgajani pod vrlo različitim klimatskim i edafskim uvjetima. Hibridi uzgajani u Holandiji trebali su oko 1½ puta više vremena, da bi dostigli istu fazu razvoja, kao oni u Španiji. Međutim »specifična suma toplotnih jedinica« bila je gotovo jednaka.

Becker i suradnici (1954.) ističu važnost poznavanja minimalnih temperatura ispod kojih se ne opaža porast biljke.

Aldrich (1942.) smatra, da je kao relativno i apsolutno mjerilo za određivanje zriobe najbolji kriterij suha tvar zrna, a koja treba biti najmanje

65%. Broj dana od nicanja do svilanja smatra kao najbolji sekundarni kriterij za određivanje zriobe.

Po Lehenbaueru optimum temperature za rast biljke kukuruza iznosi  $30,0^{\circ}\text{C}$ . Upotrebljavajući Lehenbauerove podatke za dobivanje eksponencijalne krivulje, koja je primijenjena na temperaturu tla, Newhall je našao korelaciju od 0,96% između osmatranog i izračunatog porasta biljke kukuruza.

Veoma detaljna istraživanja valjanosti »toplotnih jedinica« kao metode mjerenja sazrijevanja kukuruza proveli su E. C. Gilmore i J. S. Rogers (1958.).

Autori su primijenili u svojim ispitivanjima ovu metodu.

Zasijali su 10 hibrida i 10 linija na 5 različitih datuma u god. 1956. Njihovo sazrijevanje, bazirano na datumu svilanja, izračunato je u toplotnim jedinicama (na 15 raznih načina). Ova metoda računanja »stupnjeva dana« (dnevni srednjak temperature minus  $10^{\circ}\text{C}$ ) bio je poboljšan za temperature ispod minimuma rasta ( $10^{\circ}\text{C}$ ) i iznad optimuma rasta ( $30,0^{\circ}\text{C}$ ). Ovako dobivene sume toplotnih jedinica, potrebnih za svlanje, označene su kao »efektivni stupnjevi«, ostale su relativno konstantne za biljke s različitim datumima sjetve, dok su kalendarski dani široko varirali.

#### VLASTITA ISTRAŽIVANJA

U svojim istraživanjima utvrđivanja vremena sazrijevanja kukuruza primijenili smo slijedeće tri metodike:

1. sume toplotnih jedinica dana;
2. broj optimalnih dana rasta kukuruza po Lehenbauerovoj krivulji;
3. broj dana od sjetve do svilanja.

Ove metode su primijenjene u ispitivanjima double-crossa, single-crossa i linija za Osijek i Zagreb — Maksimir u periodu od 1958. do 1962. godine.

Na osnovu analiziranja rezultata drugih autora, a i vlastitih istraživanja, smatramo da za naše uvjete najviše odgovara metoda »sume toplotnih jedinica«, tj. metoda sumiranja srednjih dnevnih temperatura zraka umanjjenih za  $10,0^{\circ}\text{C}$ , uvažavajući dane s minimumom ispod  $10,0^{\circ}\text{C}$  i optimumom iznad  $30,0^{\circ}\text{C}$ , o čemu je поближе govoreno u prethodnom izlaganju rezultata iz literature (Gilmore i Rogers).

Naime, »stupnjevi dana« računati po obrascu: srednja dnevna temperatura zraka minus  $10,0^{\circ}\text{C}$  ne predstavljaju efektivne toplotne jedinice kada temperature padaju ispod minimuma za rast ( $10,0^{\circ}\text{C}$ ) ili kada iste temperature porastu iznad optimuma za rast ( $30,0^{\circ}\text{C}$ ).

Međutim za vrijeme dana, kada je srednja temperatura nešto ispod  $10,0^{\circ}\text{C}$ , postoji svakako interval dana, koji je pogodan za rast, što se vidi i po dnevnom maksimumu temperature zraka. Ako je »šok« niske temperature za razvoj biljke dosta jak spomenuti porast ne postoji, naprotiv ako je »šok« neznačan, može se greška eliminirati, tako da sve srednje temperature blizu  $10,0^{\circ}\text{C}$ , smatramo da su  $10,0^{\circ}\text{C}$ .

Isto tako temperature iznad optimuma ( $30,0^{\circ}\text{C}$ ) zaustavljaju rast kukuruza, zbog toga smo korekcije za takvo pregrijavanje u našim istraživanjima također uključili u računanje toplotnih jedinica. To smo izveli tako, da smo od efektivne dnevne temperature odbijali iznos za koji dnevni maksimum prelazi optimum temperature za rast ( $30,0^{\circ}\text{C}$ ).

**Broj dana od sjetve do svilanja za pojedine linije i single-cross**  
**Number of days from planting to silking of corn for different inbreds lines and single-cross**  
**Zagreb-Maksimir (1957—1961.)**

Tabela 1.

Godina	1957.				1958.				1959.				1960.				1961.			
	Sjetva	Sviljanje 50%	Dana od sjetve svilanja	Sjetva	Sviljanje 50%	Dana od sjetve svilanja	Sjetva	Sviljanje 50%	Dana od sjetve svilanja	Sjetva	Sviljanje 50%	Dana od sjetve svilanja	Sjetva	Sviljanje 50%	Dana od sjetve svilanja	Sjetva	Sviljanje 50%	Dana od sjetve svilanja		
Linija																				
WF 9	25. IV	23. VII	89	13. V	1. VIII	80	28. IV	21. VII	84	10. V	28. VII	79	—	—	—	—	—	—		
M 14	25. IV	25. VII	91	13. V	6. VIII	85	28. IV	30. VII	93	10. V	29. VII	80	—	—	—	—	—	—		
W 187	25. IV	25. VII	91	13. V	5. VIII	84	—	—	—	10. V	2. VIII	84	—	—	—	—	—	—		
W 32	25. IV	25. VII	91	13. V	3. VIII	82	—	—	—	10. V	5. VIII	88	—	—	—	—	—	—		
W 22	25. IV	25. VII	91	13. V	3. VIII	82	—	—	—	10. V	28. VII	79	—	—	—	—	—	—		
A 374	25. IV	25. VII	100	—	—	—	—	—	—	10. V	30. VII	81	—	—	—	—	—	—		
A 375	25. IV	23. VII	89	—	—	—	28. IV	30. VII	93	10. V	24. VII	75	—	—	—	—	—	—		
153 R	—	—	—	—	—	—	28. IV	23. VII	86	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
M 13 R	—	—	—	—	—	—	28. IV	19. VII	82	10. V	17. VII	68	—	—	—	—	—	—		
N 6	25. IV	6. VIII	103	13. V	7. VIII	86	28. IV	7. VIII	104	10. V	7. VIII	89	—	—	—	—	—	—		
SINGLE-CROSS																				
WF 9 × M 14	25. IV	24. VII	90	—	—	—	—	—	—	10. V	24. VII	75	29. IV	27. VII	89	—	—	—		
W 32 × W 187	25. IV	24. VII	90	—	—	—	28. IV	24. VII	87	10. V	20. VII	71	3. V	28. VII	86	—	—	—		
A 374 × A 375	25. IV	25. VII	91	—	—	—	28. IV	24. VII	87	10. V	26. VII	77	29. IV	28. VII	90	—	—	—		
A × W 22	25. IV	20. VII	86	—	—	—	—	—	—	10. V	25. VII	76	—	—	—	—	—	—		
Hy × OH 7	25. IV	1. VIII	98	—	—	—	—	—	—	10. V	—	—	—	—	—	—	—	—		
M 3R × R 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10. V	13. VII	64	29. IV	21. VII	83	—	—	—		
KJ 48 × K 150	—	—	—	—	—	—	28. IV	30. VII	93	10. V	30. VII	81	3. V	1. VIII	90	—	—	—		
WF 9 × N 6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10. V	30. VII	81	29. IV	2. VIII	95	—	—	—		

**Broj dana od sjetve do svilanja za pojedine double-cross, single-cross i linija Osijek (1958—1962.)**  
**Number of days from planting to silking for different double-cross, single-cross and inbreds lines**

Tabela 2.

GODINA DOUBLE-CROSS SINGLE-CROSS LINIJA	1958.			1959.			1960.			1961.			1962.		
	Sjetva	Početak svilanja	Dana od sjetve svilanja	Sjetva	Početak svilanja	Dana od sjetve svilanja	Sjetva	Početak svilanja	Dana od sjetve svilanja	Sjetva	Početak svilanja	Dana od sjetve svilanja	Sjetva	Početak svilanja	Dana od sjetve svilanja
W 464 A	26. IV	8. VII	75	19. IV	18. VII	90	4. V	20. VII	76	21. IV	18. VII	88	23. IV	12. VII	80
IOWA 4417	26. IV	14. VII	79	18. IV	21. VII	94	4. V	22. VII	79	21. IV	19. VII	89	23. IV	14. VII	82
W 641 AA	26. IV	19. VII	84	18. IV	27. VII	100	4. V	24. VII	81	21. IV	23. VII	93	23. IV	22. VII	80
W 692	26. IV	25. VII	90	18. IV	27. VII	100	4. V	29. VII	86	21. IV	28. VII	98	27. IV	28. VII	92
WF 9 × M14	24. IV	14. VII	81	18. IV	14. VII	87	5. V	24. VII	80	26. IV	26. VII	91	25. IV	21. VII	87
WF 9 × N6	—	—	—	18. IV	—	—	5. V	31. VII	87	26. IV	29. VII	94	25. IV	25. VII	91
WF 9	29. IV	21. VII	83	20. IV	27. VII	98	2. V	7. VIII	97	26. IV	2. VIII	98	25. IV	31. VII	97
N6	—	—	—	—	—	—	2. V	2. VIII	92	26. IV	1. VIII	97	25. IV	31. VII	97
M14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26. IV	26. VII	91	25. IV	24. VII	89
MINN 414	—	—	—	18. IV	26. VII	99	4. V	23. VII	80	21. IV	20. VIII	90	23. IV	18. VII	86

**Sume toplotnih jedinica za pojedine double-cross, single-cross i linije  
— Osijek (1958—1962.)**

**Sum of heat units for different double-cross, single-cross and inbred lines**

Tabela 3

DOUBLE CROSS SINGLE CROSS LINIJE	Sume toplotnih jedinica po godinama					Srednja vrijed- nost X	Stand. devija- cija S	Varija- cioni koefic. V
	1958	1959	1960	1961	1962			
W 464 A	696	697	691	673	577	666,8	51,1	7,66
IOWA 4417	776	732	716	682	598	700,8	66,6	9,50
W 641 AA	842	804	729	718	682	755,0	65,8	8,71
W 692	915	804	758	770	727	794,8	72,6	9,13
WF 9 x M-14	777	659	727	735	649	709,4	54,1	7,62
WF 9 x N-6	—	—	777	768	700	748,3	42,6	5,69
WF 9	864	800	852	797	767	816,0	40,6	4,97
N 6	—	—	796	786	767	783,0	14,7	1,87
M 14	—	—	—	786	767	776,5	—	—
MINN 414	—	691	725	674	637	681,8	35,9	5,26

Kao i rezultati niza autora, tako su i naša ispitivanja pokazala, da broj kalendarskih dana od sjetve do svilanja (tabele 1 i 2) jako varira, što drugim riječima znači, da je ova metoda vrlo nesiguran znak za određivanje vremena sazrijevanja kukuruza.

Ove razlike, kao što je vidljivo iz tabela 1 i 2 znaju iznositi i do 20 dana.

**Sume toplotnih jedinica za pojedine linije i single-cross  
— Zagreb (1957—1961.)**

**Sum of heat units for different inbreds lines and single-cross**

Tabela 4

LINIJA SINGLE CROSS	Sume toplotnih jedinica po godinama					Srednja vrijed- nost X	Stand. devija- cija S	Varija- cioni koefic. V
	1957	1958	1959	1960	1961			
WF 9	800	862	691	720	—	768,3	77,3	10,06
M 14	818	918	804	727	—	816,8	78,1	9,56
W 287	818	908	—	774	—	833,3	68,6	8,23
W 32	818	893	—	803	—	838,0	48,2	5,75
W 22	818	893	—	720	—	810,3	86,9	10,72
A 374	818	—	804	736	—	786,0	43,9	5,58
A 375	800	—	804	691	—	765,0	64,1	8,37
153—R	—	—	716	—	—	716	—	—
M—13 R	—	—	668	621	—	644,5	—	—
N—6	929	930	871	822	—	888,0	51,9	5,84
WF 9 x M—14	809	—	—	691	643	714,3	85,6	11,98
W 32 x W 187	809	—	—	662	643	704,7	90,6	12,85
A 374 x A 375	818	—	—	706	654	726,0	83,8	11,54
A x W 22	780	—	—	698	—	739	—	—
Hy x OH 7	880	—	—	—	—	880	—	—
MI 3 R x R 3	—	—	—	580	591	585,5	—	—
K 148 x K 150	—	—	—	736	665	700,5	—	—
WF 9 x N 6	—	—	—	736	686	711,0	—	—

Sume toplotnih jedinica prikazane u tabelama 3 i 4 omogućuju nam da mi na osnovu poznavanja srednjih dnevnih temperatura, kao i dnevnih maksimuma i minimuma temperature zraka ne samo prognoziramo datum sazrijevanja kukuruza, nego i odredimo rajonizaciju pojedinih sorata prema unaprijed poznatim višegodišnjim vrijednostima temperature zraka. Ovo je naročito važno ne samo sa stanovišta pravilnog rajoniziranja postojećeg sortimenta, nego je i vrlo važno za donošenje odluke o introdukciji linija i hibrida.

Kao što je vidljivo iz navedenih tabela toplotnih jedinica linija, double crossa i single crossa da iz godine u godinu vrlo malo variraju, to je samo potvrda za našu tvrdnju, da ovom metodom dobivamo dovoljno sigurno mjerilo za određivanje vremena sazrijevanja kukuruza, kao i mogućnost široke upotrebe ove metode.

**Broj optimalnih dana rasta kukuruza po Lehenbauerovoj krivulji za Zagreb i Osijek (linija WF 9)**

**Number of optimal days of growth of corn according to the Lehenbauer's curve for Zagreb and Osijek (inbred line WF-9)**

Tabela 5

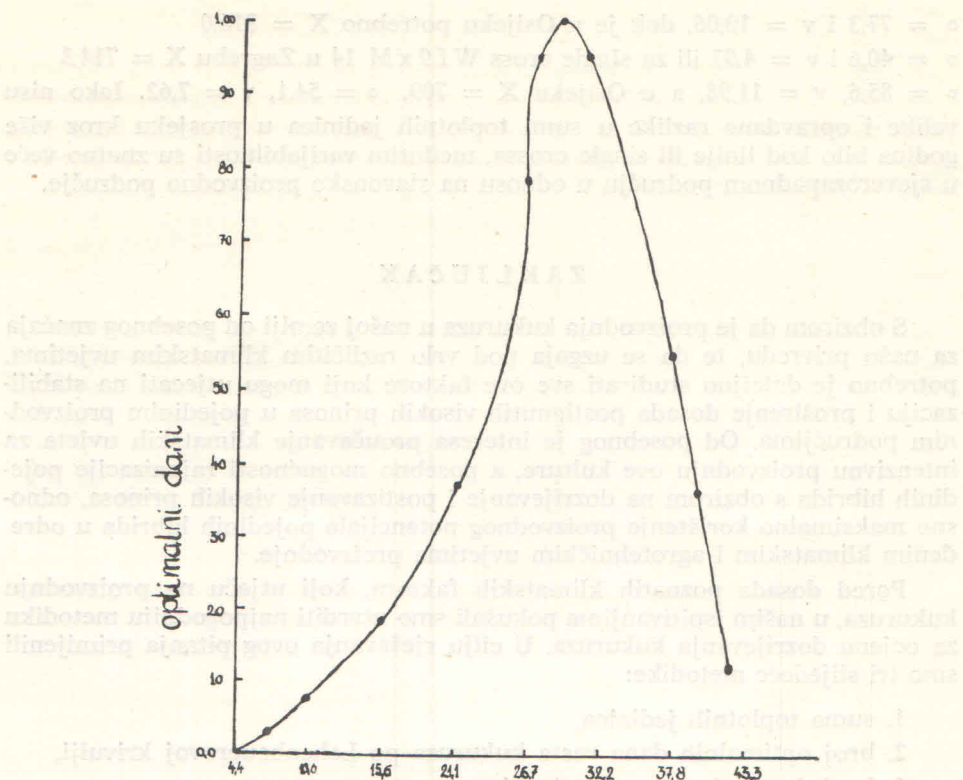
a) Maksimir

LINIJA	Mjeseci	Broj optimalnih dana po godinama				Srednja vrijednost X	Stand. devijacija S	Varijacioni koefic. V
		1957.	1958.	1959.	1960.			
W F 9	IV	0,94	—	0,36	—			
	V	4,34	7,22	6,82	6,38			
	VI	12,30	10,20	9,60	11,10			
	VII	14,49	25,42	8,40	9,52			
	VIII	—	0,98	—	—			
		32,07	43,82	25,18	27,00	32,02	8,38	26,17

b) Osijek

LINIJA	Mjeseci	1958	1959	1960	1961	1962	x̄	σ	v
W F 9	IV	0,18	0,90	—	0,68	0,48			
	V	12,09	6,20	5,51	5,58	7,75			
	VI	10,80	10,50	9,90	11,40	9,60			
	VII	11,76	12,42	9,92	11,78	11,78			
	VIII	—	—	2,38	0,76	—			
		34,83	30,02	27,71	30,10	29,61	30,45	2,66	8,73

Rezultati iz tabele 5 su dobiveni iz Lehenbauerove krivulje koju prikazujemo na slijedećoj slici:



Skala prikazane Lehenbauerove krivulje je predočena tako, da optimum temperature ( $86^{\circ}\text{F} = 30,0^{\circ}\text{C}$ ) ima vrijednost 1,00, dok druge niže vrijednosti temperatura imaju vrijednosti ispod 1,00 do vrijednosti od 0,0 koja se dostiže kada rast kukuruza prestaje.

U tabeli 5 je vidljivo, da vrijednosti »optimalnih dana« variraju za Zagreb — Maksimir od 25—43, a za Osijek znatno manje, tj. od 28—35.

Ako se usporede metodike računanja sazrijevanja kukuruza pomoću metode optimalnih dana i suma toplotnih jedinica ili efektivnih temperatura dobivamo prilično velike razlike u koeficijentu varijacije između ovih dviju metoda. Prema tome, moglo bi se zaključiti, da je metoda »suma toplotnih jedinica« ili efektivnih temperatura mnogo tačnija od metode broja optimalnih dana dobivenih pomoću Lehenbauerove krivulje s obzirom da ima znatno manji koeficijent varijacije.

Isto tako postoje znatne razlike u dobivenim vrijednostima koeficijenta varijacije u klimatskom području Zagreb i Osijek. Prema dobivenim vrijednostima, koeficijenti varijacije su znatno niži u Osijeku nego u Zagrebu i to

kod primjene obiju metoda. Tako npr. linija WF9 u Zagrebu u prosjeku od 4 god. ispitivanja sume toplotnih jedinica iznosi  $X=768,3$  sa standardnom devijacijom

$\sigma = 77,3$  i  $v = 10,06$ , dok je u Osijeku potrebno  $X = 816,0$

$\sigma = 40,6$  i  $v = 4,97$  ili za single cross Wf9 x M 14 u Zagrebu  $X = 714,3$

$\sigma = 85,6$ ,  $v = 11,98$ , a u Osijeku  $X = 709$ ,  $\sigma = 54,1$ ,  $v = 7,62$ . Iako nisu velike i opravdane razlike u sumi toplotnih jedinica u prosjeku kroz više godina bilo kod linije ili single crossa, međutim varijabilnosti su znatno veće u sjeverozapadnom području u odnosu na slavonsko proizvodno područje.

## ZAKLJUČAK

S obzirom da je proizvodnja kukuruza u našoj zemlji od posebnog značaja za našu privredu, te da se uzgaja pod vrlo različitim klimatskim uvjetima, potrebno je detaljno studirati sve ove faktore koji mogu utjecati na stabilizaciju i proširenje dosada postignutih visokih prinosa u pojedinim proizvodnim područjima. Od posebnog je interesa proučavanje klimatskih uvjeta za intenzivnu proizvodnju ove kulture, a posebno mogućnosti rajonizacije pojedinih hibrida s obzirom na dozrijevanje i postizavanje visokih prinosa, odnosno maksimalno korištenje proizvodnog potencijala pojedinih hibrida u određenim klimatskim i agrotehničkim uvjetima proizvodnje.

Pored dosada poznatih klimatskih faktora, koji utječu na proizvodnju kukuruza, u našim ispitivanjima pokušali smo utvrditi najpogodniju metodiku za ocjenu dozrijevanja kukuruza. U cilju rješavanja ovog pitanja primijenili smo tri slijedeće metodike:

1. suma toplotnih jedinica,
2. broj optimalnih dana rasta kukuruza po Lehenbauerovoj krivulji,
3. broj dana od sjetve do nicanja.

Za ispitivanje je uzet 5-godišnji period (Zagreb—Maksimir i Osijek).

Na osnovu analize podataka prikazanih u tabelama 1—5, pokazalo se, da metoda sume toplotnih jedinica, u odnosu na ostale metode, daje najbolje rezultate, te na osnovu dobivenih rezultata ova metoda se može u našim uvjetima vrlo dobro primijeniti u rajonizaciji i proizvodnji linija, single crossa i double crossa. Naime toplotne jedinice, koje su potrebne za svilanje kukuruza ostaju gotovo konstantne bez obzira na rok sjetve i nicanje kukuruza. Upravo radi toga moguće je putem ove metode vršiti rajonizaciju pojedinih grupa hibrida bez većih pokusa s obzirom na vrijeme dozrijevanja. Od posebnog značaja je primjena ove metode u proizvodnji linija i single crossa.

Varijabilnost sume toplotnih jedinica je nešto veća u sjeverozapadnom području SRH, nego u istočnom slavonskom području, ali analizom višegodišnjih promatranja moguće je s prilično velikom sigurnošću odrediti vrijeme svilanja i metličanja. Na osnovu ove metodike moguće je izvršiti ne samo racionalnu rajonizaciju proizvodnje kukuruza, nego je moguće uključiti i agrometeorološku službu da daje višemjesečne prognoze o vremenu sazrijevanja kukuruza.



## POSSIBILITIES OF DETERMINATION OF PERIOD OF CORN - MATURITY BY THE USE OF SUM OF HEAT - UNITS

### Conclusion

With respect to the fact that the corn production in our country had a particular significance for our economic life — being as well cultivated in various climatic conditions, one should study in details all kinds of these climatic circumstances which could influence the stabilization and the expanding of the high yields having been attained until now in certain regions of production. A study of the climatic conditions is of a special interest for the intensive production of the crop and particularly for the regional distributing possibilities of individual hybrids in consideration of the ripening and high yields realization as well as the maximum efficiency of the individual hybrids' production power.

In addition to already known factors influencing the corn production we tried in our research to find out the best method for the estimate of the corn ripening. Making efforts to solve this problem we applied three following methods:

1. The sum of the heat units
2. The number of optimum days for the corn growth according to Lehenbaur curve
3. The number of days from sowing-time to harvesting.

The investigation data were taken from the 5-years period (Zagreb—Maksimir and Osijek).

The analysis of the data given in tables 1—5 shows that concerning the other methods — the method of the heat units sum gives the best results so that on the basis of the obtained results this method can be applied successfully in our circumstances for the regional distribution and the production of inbred line, single-cross and double-crosse.

Namely, heat units which are needed for the corn silking remain almost constant regardless of the planting time and the date of corn seedling. This very fact makes it possible to perform the regional distribution of individual groups of hybrids by means of this method and without major tests considering the ripening-time. The application of this method in of a particular significance in the production of inbred lines and single-cross.

The variability of the heat-units sum is a little bit greater in the northwest part. of SRH than in East Slavonic region but on analysis of the observations within a period of a number of Years makes it possible to determine the silking time and the tasseling with a good degree of certainty. On the basis of this method one can carry out not only an economic regional distribution of the corn production but it is possible also to include the agrometeorological service in performing the long-term (several months) production of corn ripening time.

## LITERATURA

1. Ferwrd, F. P.: »Methods to synhronize the flowering time of the components in crossing plats for the production of hybrid seed corn«  
*Euphytica* 2: 127 — 134 (1953).
2. Becker, W. R., Dijkhuis, F. J. and Kan, C.: »The estimation of the specific heat unit sum of maize« Verlag C. I. L. O. 118—124 (1954).
3. Aldrich, S. R.: »Plant measurements as indicies of relative and absolute maturities in corn.  
Ohio State Univ. Ph. D. Thesis abs. (1942).
4. Gilmore E. C. E., Rogers, S. J.: »Heat units as a method of measuring maturity in corn.  
*Agron. Jour.* 50: 611—615 (1958).