

Inž. Petar DURMAN,
Poljoprivredni fakultet, Zagreb

KOMPARATIVNO ISPITIVANJE USVAJANJA P³² PUTEM »ZRACNOG« I GLAVNOG ADVENTIVNOG KORIJENJA KOD HIBRIDA IOWA 4417*

UVOD U PROBLEM

Nije potrebno posebno naglašavati od kolike je važnosti poznavanje uloge korijenovog sistema u formiranju prinosa kukuruza. Funkcija korijenovog sistema u pojedinim razvojnim fazama usko je vezana s hibridnim osebinama, gnojidbom i agrotehničkim zahvatima, kao i ekološkim uvjetima pojedinih rajona.

Neka novija istraživanja uz primjenu radioaktivnog ugljika (C¹⁴), fosfora (P³²), i teškog dušika (N¹⁵) su dokazala, da je fiziološka uloga korijena mnogo značajnija nego što se do sada smatralo. Tako je utvrđeno, da korijen ne vrši samo ulogu primanja mineralnih hraniva iz tla, već se u njemu vrši i sinteza aminokiselina i nekih drugih jednostavnijih organskih spojeva, koji se dalje koriste kao jedne od osnovnih građevnih jedinica u procesu fotosinteze.

Složena uloga korijenovog sistema u ishrani kukuruza uvelike zavisi o nizu faktora: građi, veličini i opsegu, dinamici razvoja i zdravlju biljke, mineralnim i organskim tvarima, aeraciji, vlažnosti i strukturi tla, agrotehničkim i zaštitnim mjerama i apsorpcionoj sposobnosti pojedinih sorti i hibrida.

Iz spomenutog proizlazi, da je neophodno potrebno posvetiti veću pažnju proučavanju uloge pojedinih dijelova korijenovog sistema kukuruza.

KORIJE NOV SISTEM KUKURUZA

Kod kukuruza razlikujemo 5 tipova korijenja (M. S. Aprelevoj 1955, F. M. Kuperman 1959, P. A. Černomazon 1959, J. Gotlin i dr.) i to:

1. primarni ili glavni klicin korijen;
2. seminalni ili bočni klicin korijen;
3. mezokotilni;
4. nodijalno-podzemno ili adventivno glavno korijenje i
5. nodijalno nadzemno ili »zračno« adventivno korijenje.

Poznato je, da hibridi s većom nadzemnom masom u pravilu razvijaju i jači korijenov sistem. Razvoj i obnova korijenovog sistema u pravilu teče od klijanja pa sve do mliječno-voštane zriobe, u zavisnosti o nizu vanjskih i unutrašnjih faktora biljke. Najčešće su uzroci slabo razvijenog korijenovog sistema:

- zračno-vodni režim tla,
- mineralna i organska hraniva,
- teška i hladna glinovita tla,
- loša agrotehnika, te napad štetnika i bolesti.

Prema tome iz razvoja samog korijenja može se zaključiti kakvi su uvjeti tla za optimalni razvoj korijenovog sistema kukuruza.

* Posebno zahvaljujem na savjetima i pomoći u radu dr. J. Anić, dr. T. Filipanu i dr. J. Gotlinu.

Ritam razvoja korijena u ranijim fazama teče znatno brže od razvoja nadzemnog dijela biljke, a u kasnijim fazama je to obratno.

Glavni dio korijenovog sistema predstavlja u vrijeme cvatnje nodijalno-adventivno podzemno korijenje.

Formiranje korijenovih uzlova (čvorova) teče u periodu 2—3 lista pa sve do početka cvatnje. Tako je karakteristično da:

- rane sorte hibrida najčešće imaju 5—7 uzlova u fazi formiranih 12—13 listova;
- srednje rani hibridi imaju 7—8 uzlova u fazi 14—20 listova;
- kasni hibridi imaju najčešće 8—10 uzlova u fazi 20—23 lista.

Od spomenutog broja uzlova, korijenje po broju i količini je u prva 2—3 uzla skoro jednako kod svih hibrida, a vrlo različito tek od 3—6 uzla. Broj većih korijenova se najčešće kreće od 39—53, a nekad ide i do 75. Svakako, da će ovo korijenje biti vrlo različito kod pojedinih hibrida. U ovo korijenje nije uračunato tzv. »zračno« korijenje na koje otpada relativno manji postotak.

Zračno korijenje se razvija iz 1, 2. i 3. nadzemnog nodija kukuruza. Na početku raste horizontalno, a onda naglo skreće prema tlu pod kutom od 15—45° u zavisnosti o nizu vanjskih i unutrašnjih faktora. Tako P. I. Zaplatin navodi, da »zračno« korijenje prvih nadzemnih nodija prodire u tlo černoze i do 100 cm dubine sa brojnim bočnim korijenjem. On smatra, da je njegova uloga u ishrani biljke vrlo značajna. Međutim, neki drugi autori napominju, da je prvenstvena uloga zračnog korijenja u sprečavanju polijeganja, a tek onda u ishrani. Posebno se ističe, da ovo korijenje ima sposobnost da u nedostatku glavnog korijena preuzme ulogu ishrane itd. U vezi s tim i sličnim pitanjima, još uvijek je aktuelno pitanje nagrtanja kukuruza. Zato je bilo neophodno potrebno u današnjim uvjetima suvremene nauke i tehnike ispitati, prvo fiziološku ulogu u ishrani »zračnog« korijenja primjenom radioaktivnog fosfora malih aktivnosti radi normalnog odvijanja fizioloških procesa biljke kao i lakše zaštite pri radu.

METODIKA U RADU

Upotrebljen je markirani $\text{KH}_2\text{P}^{32}\text{O}_4$ u rastvoru destilirane vode, aktivnosti 0,76 mikrokirija (μC).

Pokus je vršen s hibridom IOWA 4417 uzgajan u poljsko-gnojidbenom pokusu (2700 kg NPK/ha) u Šašinoj Gredi, kraj Siska.

Sklop biljaka (0,70 x 0,50 m) sa dvije biljke u kućici što iznosi 57.000 biljaka na ha.

Tretiranje je izvršeno u fazi intenzivne cvatnje i već formiranog zračnog korijenja.

Pokus je postavljen u tri ponavljanja sa dvije komparacije:

- a) tretirano »zračno« korijenje sa P^{32} i
- b) tretirano adventivno-podzemno korijenje sa P^{32} .

Radioaktivnost je mjerena u svježem biljnom materijalu na Scintilacionom brojaču Well Type firme »Ecko« u Institutu za stočarstvo i mljekarstvo Poljoprivrednog fakulteta u Zagrebu nakon čega su izvršene sve potrebne fizičke korekcije impulsa.

Uzorci su uzimani uglavnom sa svih glavnih dijelova biljaka izmjenično, kako tretiranih tako i netretiranih.

Samo tretiranje korijenja biljaka je izvršeno tako, da su prethodno odabrane biljke s pogodnim »zračnim« i adventivnim korijenjem, koje je otkopano, vodom isprano tlo, a zatim ekvivalentno uronjene u rastvor destilirane vode i $\text{KH}_2\text{P}^{32}\text{O}_4$ i sve ponovno vraćeno na svoje mjesto u tlo. Svaki drugi dan je vršeno prozračivanje rastvora zrakom da se omogući razvoj korijenovih dlačica u vodi kao i normalno disanje.

Vrijeme izvođenja pokusa, kao i praćenje kretanja P^{32} , izvršeno je u optimalnim klimatskim uvjetima i najintenzivnijim životnim procesima biljke, tj. u fazi pune cvatnje i formiranja zrna.

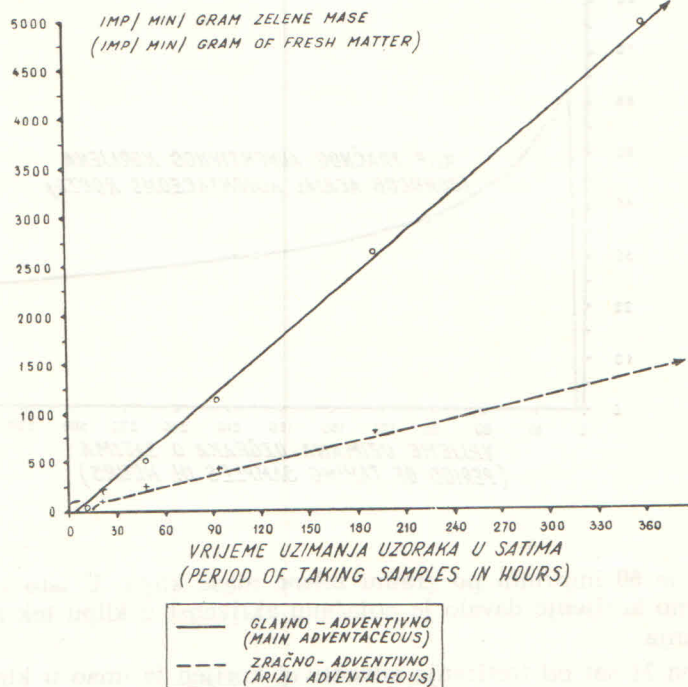
REZULTATI ISPITIVANJA

Rezultati istraživanja uglavnom su prikazani u šest grafikona. — Prema grafikonu 1 očito se ističe, da akumulacija P^{32} u klipu kukuruza putem

AKUMULACIJA P^{32} U KLIPU KUKURUZA PUTEM ZRAČNOG I GLAVNOG ADVENTIVNOG KORIJENA

(ACCUMULATION OF P^{32} IN THE CORNCOB THROUGH THE AERIAL AND MAIN ADVENTACEOUS ROOTS)

GRAFIKON 1
(DIAGRAM 1)



»zračnog« i glavnog adventivnog korijenja pravilno raste u funkciji vremena, počev od oplodnje pa sve do potpunog nalijevanja zrna.

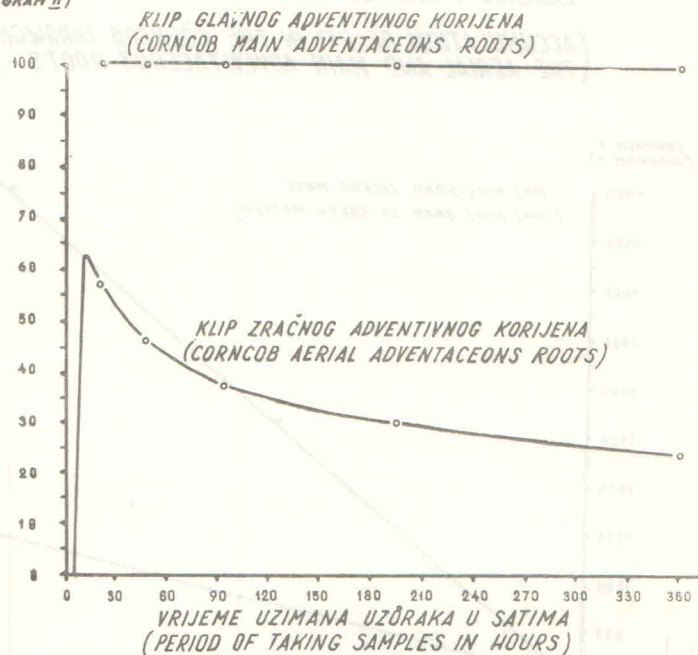
Posebno se ističe dosta velika razlika između usvojenog P^{32} putem glavnog adventivnog i »zračnog« korijenja.

Najbolje se to vidi iz grafikona 2, gdje je akumulacija fosfora u klipu glavnog adventivnog korijenja u funkciji vremena prikazana sa 100%, dok je akumulacija P^{32} putem »zračnog« korijenja izražena u relativnom odnosu. Već nakon 9 sati poslije izvršenog tretiranja putem glavnog adventivnog korijenja

*RELATIVNI ODNOS AKUMULACIJE P^{32} U KLIPU
KUKURUZA U ZAVISNOSTI OD POJEDINOG KORIJENA*

*(RELATIVE ACCUMULATION OF P^{32} IN THE CORN-
COB DEPENDIG UPON THE FUNCTION OF SINGLE
TYPE OF ROOTS*

GRAFIKON 2
(DIAGRAM II)



utvrđeno je 60 imp/min po gramu zelene mase klipa. U isto vrijeme tretirano zračno korijenje davalo je pojačanu aktivnost u klipu tek nakon 21 sat od tretiranja.

Nakon 21 sat od tretiranja adventivni korijen je imao u klipu 198 imp/min/gram zelene mase, a »zračno« korijenje samo 114 imp/min ili 57,57%, da bi konačno nakon 360 sati taj odnos relativno opao na svega 23,34% od sposobnosti akumulacije glavnog adventivnog korijenja. Uspoređenjem grafi-

kona 1 i 2 ističe se, da akumulacija P^{32} u klipu teče vrlo različito uvjetovana funkcijom samog korijenja. Fiziološka funkcija zračnog korijenja relativno znatno opada u funkciji vremena u odnosu na glavno adventivno korijenje.

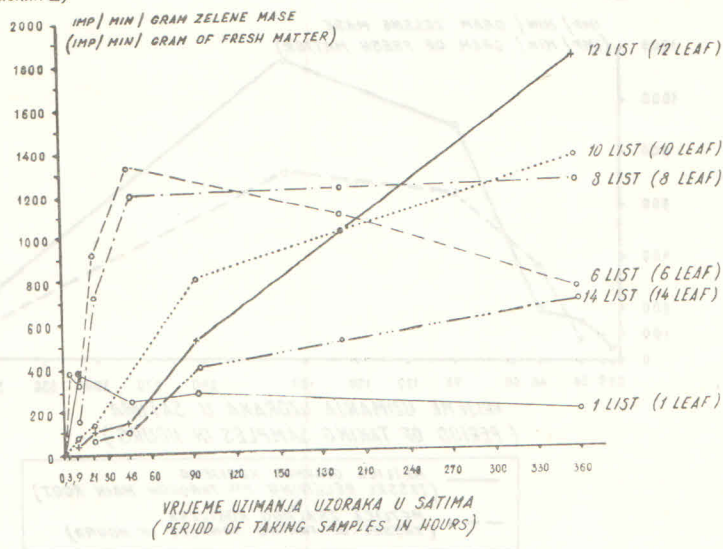
U grafikonu 3 se vrlo ilustrativno ističe fiziološka uloga pojedinih stadijskih mlađih i starijih listova kukuruza. (Redni brojevi pojedinih listova označavaju listove od tla do metlice).

Analizom grafikona uočavaju se vrlo velike razlike u funkciji pojedinih listova u ishrani klipa sa P^{32} .

AKUMULACIJA P^{32} U ZAVISNOSTI OD STAROSTI LISTA
KUKURUZA U FAZI CVATNJE I NALJEVANJA
ZRNA

(ACCUMULATION OF P^{32} IN RELATION WITH THE AGE
OF THE CORN LEAVES DURING THE PERIOD BETWEEN
FLOWERING AND MILK STAGE)

GRAFIKON 3
(DIAGRAM B)



Tako je 6.list (prvi ispod klipa) pokazao najraniju radioaktivnost, tj. nakon svega 3 sata poslije izvršenog tretiranja (384 imp/min/gram) poslije čega je došlo do postepenog opadanja. Prvi list od tla je pokazao radioaktivnost tek nakon 9 sati poslije tretiranja (380 imp/min/gram), koja je ujedno bila i njegova najveća specifična aktivnost. Iz toga se odmah ističe, da je zapravo uloga ovog lista u ishrani klipa beznačajna.

8. list (prvi list iznad klipa) je pokazao prve impulse tek nakon 9 sati, koji su naglo rasli do 46 sati, nakon čega je isti intenzitet zadržan sve do

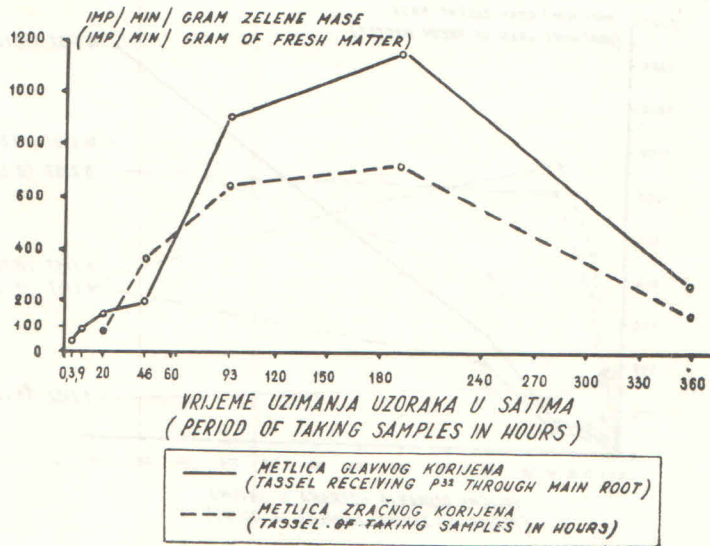
završetka pokusa tj. 360 sati. Iz toga proističe, da je njego­va uloga u ishrani vrlo značajna a relativno i dugotrajna.

Interesantno je istaknuti, da stadijski mlađi listovi (10 i 12) znatno ka­snije započinju s usvajanjem P^{32} , ali se zato njihova uloga postepeno pove­ćava i produžava vjerojatno do samog završetka zriobe kukuruza.

14. list, tj. prvi list ispod metlice, započeo je najkasnije primati P^{32} ali uz to i vrlo slabog intenziteta. Zbog toga se odmah i postavlja pitanje: kakva je fiziološka uloga ovog lista? Prema našim ispitivanjima, njego­va je uloga u ishrani klipa vrlo mala unatoč toga što je to stadijski i vegetacijski najmlađi list biljke.

AKUMULACIJA P^{32} U METLICI KUKURUZA (ACCUMULATION OF P^{32} IN THE CORN TASSEL)

GRAFIKON 4
(DIAGRAM IV)



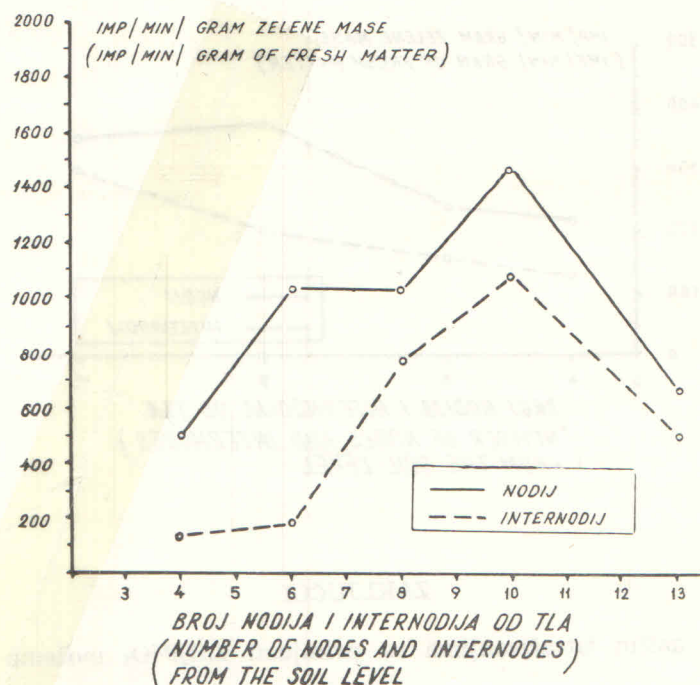
Iz grafikona 4 se lijepo vidi, da je najprije konstatirana radioaktivnost u metlici adventivnog tretiranog korijenja (već nakon 3 sata), a tek nakon 21 sat konstatirana je svega 81 imp/min/gram zelene mase kod metlice »zračnog« tretiranog korijenja, dok je u isto vrijeme metlica glavnog adventivnog korijenja pokazala dvostruku radioaktivnost (150 imp/min/gram). I ovdje se ističe jedan relativni odnos u korist znatno jače fiziološke uloge glavnog adventivnog korijenja u odnosu na »zračno« korijenje.

U grafikonu 5 i 6 su iznijeti rezultati ispitivanja akumulacije P^{32} u nodiju i internodiju kod jedne i druge varijante tretiranja, što još jednom potvrđuje već ranije utvrđene konstatacije naših ispitivanja.

AKUMULACIJA P^{32} U NODIJU I INTERNODIJU
PUTEM GLAVNOG ADVENTIVNOG KORIJENA

(ACCUMULATION OF P^{32} IN THE NODES AND
INTERNODES THROUGH MAIN ADVENTACEOUS
ROOTS

GRAFIKON 5
(DIAGRAM V)



Ako usporedimo »zračno« s adventivnim korijenjem vidimo, da među njima nema razlike u anatomskoj građi korijenja. Međutim, još uvijek ostaje otvoreno pitanje: kakve su veze »zračnog« korijenja s provodnim elementima same stabljike kukuruza?

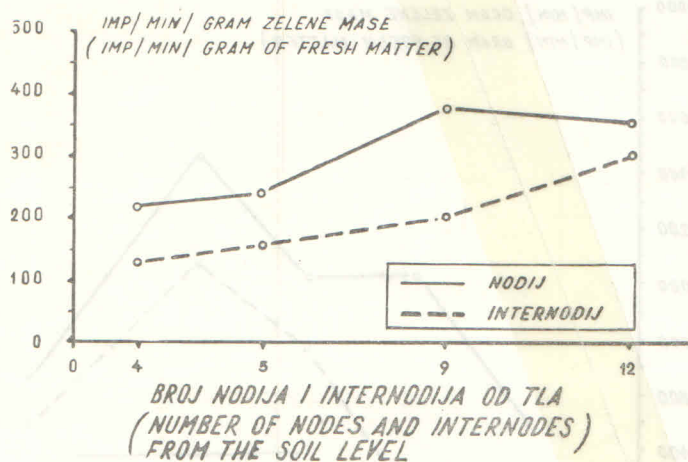
Prema našim zapažanjima možemo posebno istaknuti, da je razvoj »zračnog« korijenja kod Iowe 4417 u velikoj zavisnosti o ishrani i sklopu biljaka. Bolja ishrana i gnojidba djeluje na jači razvoj zračnog korijenja, kako

po broju tako i po dužini. U zavisnosti o gnojidbi i sklopu, Iowa 4417 u našim poljskim uvjetima imao je 30 do 60% biljaka s razvijenim »zračnim« korijenjem

AKUMULACIJA P^{32} PUTEM ZRAČNOG KORIJENA U NODIJU I INTERNODIJU

(ACCUMULATION P^{32} IN THE NODES AND THE
INTERNODES THROUGH THE AERIAL ROOTS)

GRAFIKON 6
(DIAGRAM VI)



ZAKLJUČCI

Prema našim istraživanjima uz primjenu $KH_2P^{32}O_4$ možemo istaknuti slijedeće:

1. Akumulacija P^{32} pravilno raste u klipku kukuruza u funkciji vremena u periodu od same oplodnje pa do mliječne zriobe.
2. Usvajanje P^{32} putem glavnog adventivnog korijenja teče relativno vrlo brzo. Tako su prvi impulsi P^{32} registrirani u metlici kukuruza već nakon tri sata, a u klipku nakon 9 sati, dok je vanjska (zelena) perušina pokazala malu radioaktivnost tek nakon 21 sat.
3. Usvajanje P^{32} putem »zračnog« - adventivnog korijenja pravilno raste u funkciji vremena, ali je znatno slabije od glavnog korijenja, što se najbolje vidi iz dijagrama 1 i 2.

4. U zavisnosti od pojedinih hibrida odnos mase »zračnog« i podzemnog adventivnog korijenja se kreće u vrlo širokim granicama. Od ukupnog korijenovog sistema (100%) na »zračno« korijenje otpada od 0 pa do 10%. Razumljivo, da to zavisi još i o nizu drugih faktora: tlu, gnojidbi, agrotehnici, klimi, sklopu biljaka i drugom.

5. Budući je komparativni pokus izveden s ekvivalentnim masama korijenja, čime je još više stavljena u sumnju ekvivalentna fiziološka uloga »zračnog« korijenja u ishrani biljke proučavane u optimalnim uvjetima poljskih pokusa, gdje je ostvaren prinos od 126,80 mtc/ha zrna sa 14% vlage.

6. U optimalnim uvjetima razvoja kukuruza, »zračno« korijenje ima najveću ulogu kao statički fiksator biljke u borbi protiv polijeganja.

7. U vezi sa spomenutim, u normalnim uvjetima industrijske proizvodnje kukuruza, nagrtanje kao jedna posebna agrotehnička mjera ne dolazi u obzir, izuzevši specifične uvjete, gdje je problem visokog nivoa podzemne vode i slično.

8. Fiziološka uloga pojedinih listova u ishrani i formiranju zrna i klipa kukuruza u funkciji vremena je vrlo različita. Listovi stadijski stariji (1. i 2. od tla) i najmlađi (14. list) imaju relativno vrlo malu ulogu. Najznačajnija uloga pripada listovima od 5—6 do 12 lista.

COMPARATIVE INVESTIGATIONS ON THE UPTAKE OF P^{32} THROUGH »THE AERIAL« AND THE MAIN ADVENTACEOUS ROOTS BY THE CORN HYBRID IOWA 4417

by

Peter Durman

Faculty of Agriculture, Zagreb

Conclusions

From our investigational work in regard to application of $KH_2P^{32}O_4$, we can conclude as follows:

1. Accumulation of P^{32} regularly increases in the cobs of corn during the functional period—from the time of fertilisation of the flowers till the milk stage of the seed.

2. Uptake of P^{32} through the main adventaceous roots goes relatively fast. That way the first impulses of P^{32} were registered in the tassel of the corn after 3 hours, and in the cobs after 9 hours while they registered in the outer leaves of cob (cob sheath) after 21 hours.

3. Uptake of P^{32} through the aerial adventaceous roots increases regularly during the functional period but it is considerably weaker than that through the main adventaceous roots; which can be seen better in the diagrams 1 and 2.

4. The proportion of aerial roots to subterranean adventaceous roots in the different hybrids differs widely. The mass of the aerial roots may vary

from 0 % to 10% of the total mass of the roots. This depends upon yet other factors such as soil, fertilisers, agrotechnique, climate, density of plant population and other factors.

5. This comparative experiment is done with the equivalent mass of aerial and subterranean adventaceous roots and hence it yet maintains the doubt in regard to the relative physiological functions of the aerial and the main adventaceous roots in the problem of plant nutrition under the natural and optimum field conditions where the yield of 126,80 quintals/hectar of seed containing 14% moisture was obtained.

6. The aerial roots of corn under the natural conditions of development have important function of giving mechanical support to the plant in the event of any danger of lodging of the plant.

7. In reference with the above mentioned, it can be said that the earthing up of corn, when grown on a large scale under the natural conditions may not be done, except in such specific conditions as when there exists high level of underground water etc.

8. There is a wide difference in the physiological functions of different leaves in nutrition and developing seed and cobs during the functional period. The oldest leaves (1st and 2nd from the ground) and the youngest leaf (14th leaf) have relatively very little function. Greatest function is shown by the leaves from 5th and 6th leaf to 12th leaf.

LITERATURA

1. Andrenko S. S. i Kuperman M. F.: »Fiziologija kukuruza«, Moskva 1959.
2. Baira N.: »Growth rates of maize under field conditions«, Plant Physiology Vol. 17, No 4/1962.
3. Coculescu G.: »Fertilizer requirements of maize and wheat in relation to the soil type, VIII international congress of soil science, Bucharest, 1964.
4. Durman Petar: »Primjena radioaktivnih izotopa u biljnoj proizvodnji s posebnim osvrtom na ishranu bilja«, »Agronomski glasnik« 6-7/1963.
5. Fathi Amer Salam i dr.: »Evaluation of phosphate application methods for corn using P³² lebeled phosphorus«, Bucharest, 1964.
6. Gotlin J. »Sadržina i kretanje mineralnih tvari u pojedinim dijelovima biljke u toku vegetacije kod domaćih sorata kukuruza i njihove F₁ generacije u odnosu na čiste linije i njihove F₁ generacije«, Poljoprivredna znanstvena smotra br. 18/1961.
7. Kudzin K. J.: »Pitanje kukuruznoga rastenja«, Kukuruz br. 1/64.
8. Najdin G. M.: »Udabrenia pod kukuruza«, Udabrenia i urožaj br. 1/1956.
9. Sretenskij M. V.: »Formirovanje nadzemnih kornj«, Kukuruz br. 4/63.
10. Šain S. S. i dr.: »Nekatorie osobnosti kornjova pitanja rastenja«, Kukuruz, br. 1/1963.
11. Štafinova I. V.: »Viraščivanje kukuruza na grebenah«, Kukuruz, br. 5/1963.
12. Taranovskaja G. M.: »Vlanije udabrenia na rast korijenovoj sistemi«, Kukuruz, br. 3/1963.

13. Tavčar A.: »Heteroza korijena mladih kukuruznih biljaka i prirodna F_1 generacije«, Arhiv Ministarstva poljoprivrede, god. IV, svezak 6/37.
14. Tretjakov N. N.: »Kornevaža sistema kukuruza i agrotehnika«, Kukuruz, br. 1/1962.
15. Udovenko G. i Ivanov N. i dr. »Usvoenie kalija rastenijami iz rastvora v zavisimosti od sastava pitatelnoj smjesi«. Fiziologija rastenij, Tom 11, br. 4/1964.
16. Soyre D. J.: »Mineral accumulation in corn«, Plant fiziology, Vol. 23, No. 3/1948.
17. Volk M.: »Journal Am. Soc. Agronom. 39", 93—106, 1947,
18. Wimer C. D.: »Composition of mature corn stover«, Agr. Exp. Sta. 111, Bul. 437, 1937.
19. Zaplatin J. P.: Osobnosti razvoja kornevoj sistemi na černozemah Kukuruzu br. 3/1963.