

**Dr Rudolf Kastori**

Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

## **UTICAJ ORGANSKE MATERIJE ZEMLJIŠTA NA PORAST I METABOLIZAM BILJAKA**

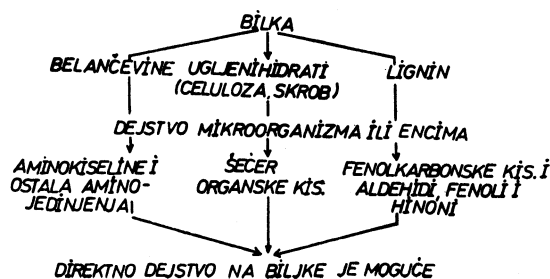
Od davnina su praktičari i naučnici uočili da biljke gajene na bogatom zemljištu u organskoj materiji i pri đubrenju organskim đubrivima daju veći prinos. Na osnovu ovih zapažanja početkom prošlog stoleća nemački naučnik A. Thaer postavio je osnovu »Humusnoj teoriji« polazeći od pretpostavke da se biljke hrane organskom materijom iz zemljišta. Zahvaljujući daljim istraživanjima brzo se ispostavilo da je učenje A. Thaera i njegovih sledbenika pogrešno. Nakon tog perioda Justus von Liebig i njegovi učenici usmerili su pažnju naučnika svog vremena na mineralnu ishranu biljaka. Liebig je s pravom konstatirao da biljke nisu u stanju da usvajaju humusne materije, pošto su one u vodi nerastvorljive. Ona mala količina koja se ipak rastvara predstavlja samo sićušnu količinu u odnosu na fiksirani CO<sub>2</sub> iz atmosfere. Na osnovu navedenog došlo se do zaključka da nakupljanje organske materije kod biljaka nije rezultat usvajanja mineralnih materija i vode. Nakon pojave Liebigove teorije humusu je pripisana manje-više samo uloga koloida adsorbenta koji utiče na vodno-fizičke, mikrobiološke i hranidbene osobine zemljišta, tj. isključena je skoro svaka mogućnost direktnog dejstva organske materije zemljišta na biljku. Međutim, danas kao da se istorija vraća, sve je veći broj biljnih fiziologa, pedologa i biohemičara koji ulogu organske materije u zemljištu posmatraju mnogo šire. Najme, smatra se da organska materija i njeni produkti razlaganja mogu direktno da utiču na određene fiziološke procese kod biljaka.

U novije vreme objavljeno je veći broj publikacija (Kastori, 1968) o usvajanju organskih molekula od strane biljaka. Ova nova saznanja dala su podstrek čitavom nizu naučnika da pristupe proučavanju usvajanja produkata razlaganja organskih materija od strane biljaka. Ovog puta pristup ovom problemu suštinski se razlikuje od onoga u 19. veku. Dok je za vreme A. Thaera uloga organske materije u zemljištu razmatrana kao hrana, danas se ona s biljno fiziološkog aspekta tretira sa stanovišta stimulatora i inhibitora. Najme, pokazalo se da mnoga organska jedinjenja, a među njima i neki produkti razlaganja organske materije u zemljištu pokazuju fiziološko aktivno dejstvo, tj. sposobnost da stimulišu ili inhibiraju porast biljaka. Takvo dejstvo navedenih supstanci moguće je pretpostaviti samo onda ako ih biljke putem korenovog sistema mogu usvajati. U vezi s time postavlja se pitanje koja su ta organska jedinjenja u zemljištu koja bi biljke na osnovu naših današnjih saznanja mogle da usvajaju iz zemljišta.

Na osnovu do sada objavljenih rezultata o usvajanju organskih molekula od strane biljaka može se zaključiti da su biljke u stanju da usva-

jaju manje-više sve organske molekule čija molekulska težina ne prelazi 1000. Da li je ta graniza baš tačna ne bi se moglo na osnovu postojećih podataka tvrditi tim pre što usvajanje organskih molekula ne zavisi samo od njihove molekulske težine već i od oblika molekule i njene hemijske konstitucije.

ŠEMA 1.- TRANSFORMACIJA BILJNIH OSTATAKA (SÖCHTIG 1964)



Organska materija koja dospeva u zemljište sastoji se od tri velike grupe organskih supstanci; proteina, ugljenih hidrata i kod biljaka od lignina. Ostala organska jedinjenja koja dospevaju u zemljište sačinjavaju samo neznatni deo organske materije koja se unose u zemljište bilo žetvenim ostacima, đubrenjem ili nekim drugim putem.

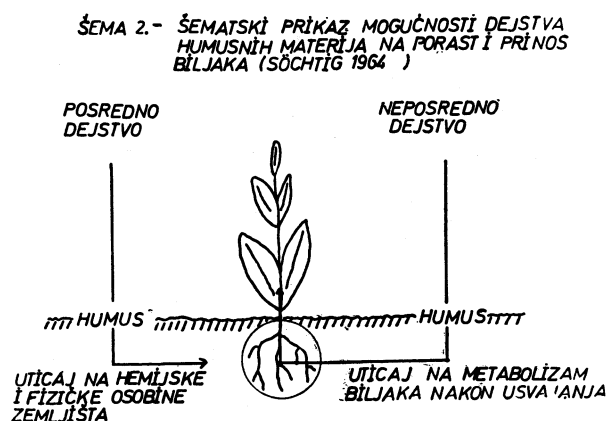
Proteini su razloženi u zemljištu od zemljišnih mikroorganizama na aminokiseline i razna aminojedinjenja. Nastale produkte razlaganja proteina biljke mogu da usvajaju, šta više kao takve da ugrađuju u svoj organizam.

Nisko molekularni šećeri koji se javljaju kao krajnji ili prelazni produkti pri razgradnji visoko polimernih ugljenih hidrata su od strane biljaka takođe usvojeni. Neka od tih jedinjenja, kao na primer tršćani šećer može čak da stimuliše klijanje i početni porast biljaka.

Pri razgradnji lignina pored ostalog nastaju razne fenolkarbonske kiseline, fenoli i hinoni koje biljke takođe mogu da usvajaju. Navedena nisko molekularna organska jedinjenja koja se mogu u zemljištu pojaviti kao krajnji ili prelazni produkti razlaganja organske materije mogu pozitivno ili negativno da utiču na metabolizam biljaka. Imajući to u vidu u ovom kratkom prikazu želi se ukazati na dejstvo ovih jedinjenja na neke fiziološke procese kod biljaka, s posebnim osvrtom na porast, usvajanje jona, vodni režim i encimatske procese.

## DEJSTVO ORGANSKE MATERIJE NA PORAST BILJAKA

U prirodnim uslovima organska materija utiče na porast biljaka posredno (menjajući fizičke i hemijske osobine zemljišta) i neposredno. Sa biljno-fiziološkog aspekta od interesa je samo neposredno dejstvo, zbog čega će se ovde samo taj problem tretirati.



Već početkom ovog stoleća je Schreiner (1908) sa svojim saradnicima uspeo iz zemljišnog ekstrakta da izoluje takve supstance koje inhibiraju porast klijanaca. Ustanovljeno je da su to salicil aldehyd, vanilin i pikolinska kiselina. Danas se već sa sigurnošću zna (Börner 1955, 1956, Köves 1957. i Köves i Varga 1958) da u slami i u žetvenim ostacima raznih biljaka postoje takva jedinjenja (p-oksibenzoeva, p-oksicimetna, ferulna, salicilna, protokatehinska i dr.) koja mogu bilo pozitivno ili negativno da utiču na porast biljaka.

Tab. 1 — Uticaj fenolkarbonskih kiselina koje se nalaze u strnjini na klijanje muhara.  $m = \pm 0,6$ ,  $m\% 1,1$  (Köves i Varga 1961)

Jedinjenje	nakon 24 časa u %	
	Stimulacija	Inhibicija
p-oksibenzoeva kiselina	5	12
ferulna kiselina	12	3
galna kiselina	5	10
kafa kiselina	10	—
tanin	17	9
salicilna kiselina	12	—
smeša kiselina	2	5—14

Podaci navedeni u tab. 1 predstavljaju maksimalne vrednosti dejstva različitih koncentracija. Naravno u prirodnim uslovima neće se desiti da je prisutna samo jedna od navedenih kiselina, već se obično nalazi njihova smeša koja kao što se iz navedenih podataka može videti, deluje pozitivno na klijanje muhara. Postoje podaci prema kojima navedena jedinjenja utiču i na sastav i razvoj mikroflore zemljišta.

Pozitivno dejstvo nekih produkata razlaganja lignina na porast biljaka pokazuju rezultati Flaiga (1961).

**Tab. 2.** — Dejstvo p-oksicimetne, vanilinske i ferulne kiseline na težinu suve materije ponika raži.

Koncentracija u u molima	p-oksicimetna kiselina		Vanilinska kiselina		Ferulna kiselina	
	nadzemni deo	koren	nadzemni deo	koren	nadzemni deo	koren
0	0,57	0,30	0,60	0,37	0,92	0,49
10 <sup>-4</sup>	0,66	0,31	0,74	0,58	0,88	0,49
10 <sup>-5</sup>	0,67	0,31	0,70	0,47	0,92	0,48
10 <sup>-6</sup>	0,54	0,30	0,70	0,44	0,93	0,48

Kao što se iz navedenih podataka u tab. 2 može videti dejstvo pojedinih supstanci je bilo različito. Smatra se da je dejstvo organskih jedinjenja uslovljeno njihovom hemijskom konstitucijom, koncentracijom, ekološkim faktorima, biljnom vrstom i da je takođe različito na pojedine biljne organe. Obično se uočava povoljnije dejstvo na porast nadzemnih organa nego na koren čiji je porast često inhibiran i pri niskim koncentracijama.

Dejstvo ovih jedinjenja u mnogome podseća na dejstvo raznih stimulatora (Schmid 1961, Schmid i Flaig 1962) pošto je njihov uticaj na disanje, oksidativnu fosforilaciju i neke druge procese vrlo slično. Ovakvo direktno dejstvo na porast biljaka moguće je međutim samo onda pretpostaviti, ako su biljke sposobne da navedena jedinjenja usvajaju putem korenovog sistema, što je do sada u više navrata kod raznih jedinjenja dokazano. Postavlja se međutim pitanje šta biva s ovim jedinjenjima nakon usvajanja. Alohtona jedinjenja su obično razlagana (često do CO<sub>2</sub>) ili transformirana u vidu nekog drugog jedinjenja. Fenoli su obično transformirani u vidu odgovarajuće glikozide. Neka se jedinjenja pak ugrađuju u biljci kao što je to slučaj sa koniferil alkoholom koji se ugrađuje u lignin Freudenberg (1959). Ostaje još međutim nerazjašnjeno kako objasniti sam mehanizam stimulacije pri upotrebi određenih koncentracija diskutiranih jedinjenja. Postoje pokušaji da se stimulatívno dejstvo ovih jedinjenja povezuje s njihovim uticajem na metabolizam fosfora i s time u vezi sa Pateurovim efektom (Ruiz Amil 1956). Međutim, sva ta tumačenja su jako uopštena i ne mogu da objasne šta uslovljava specifično delovanje pojedinih jedinjenja.

## DEJSTVO ORGANSKE MATERIJE NA MINERALNU ISHRANU BILJAKA

Dejstvo organske materije zemljišta na usvajanje neorganskih jona može da bude posredno i neposredno.

Do posrednog dejstva dolazi ako biljka ne usvaja organske molekule, bilo zbog njihove veličine ili hemijske konstitucije. U tom slučaju dejstvo ovih materija odigrava se van biljnog organizma.

Neposredno dejstvo je uslovljeno usvajanjem organske materije i uticajem istih na metabolizam biljaka. Imajući u vidu da je posredno dejstvo uslovljeno usvajanjem molekula, ovakvo dejstvo može se očekivati samo kod organske materije s malom molekulskom težinom. Nasuprot tome posredno dejstvo mogu da imaju sva organska jedinjenja bez obzira na njihovu molekulsku težinu. Sa biljno fiziološkog stanovišta od interesa je samo neposredno dejstvo, zbog čega će se posredno dejstvo organske materije zemljišta na usvajanje jona od strane biljaka samo ukratko izložiti.

### POSREDNO DEJSTVO

Do posrednog dejstva organske materije na usvajanje jona može doći na više načina. Organska materija može da utiče na usvajanje jona menjajući fizičke osobine zemljišta ili uključivanjem u hemijske procese zemljišta.

Od fizičkih osobina zemljišta od kojih može da zavisi usvajanje mineralnih materija kod biljaka, organska materija može da utiče na promenu boje, adsorpcionog kapaciteta, vodnog i vazdušnog režima i dr.

Zemljište tamnije boje tj. bogatije u organskoj materiji brže se zagreva, što se obično povoljno odražava na usvajanje jona. Nadalje organska materija povećava sorpcioni kapacitet zemljišta usled čega se ispiranje mineralnih materija smanjuje, a raspoloživa količina istih u zemljištu povećava. Organska materija utiče i na vodni režim zemljišta od čega pak često zavisi osmotska vrednost zemljišnog rastvora što se takođe može odraziti na usvajanje jona.

Pored navedenog organska materija može da utiče na usvajanje jona i uključivanjem u hemijske transformacije koje se odigravaju u zemljištu. Nisko molekularne organske kiseline mogu da učestvuju tj. ubrzaju oslobađanje mineralnih materija iz minerala i stena. Preko stvaranje teško rastvorljivih jedinjenja pre svega sa viševalentnim kationima, koji mogu da izazovu fiksaciju fosfora, povećava se biljkama pristupačna količina fos-

fora u zemljištu (primer Al-fosfat + huminska kiselina — Al-humat + fosforna kiselina).

Svakako ovim nisu iscrpljene sve mogućnosti posrednog dejstva organske materije zemljišta na usvajanje jona. Tim pre ukoliko se ima u vidu dejstvo organske materije na mikrobiološku aktivnost u zemljištu koja takođe utiče na mineralnu ishranu biljaka.

### NEPOSREDNO DEJSTVO

Kao što je već rečeno sa biljno fiziološkog aspekta mnogo je značajnije neposredno dejstvo organske materije na usvajanje jona. Ono može da bude postignuto stvaranjem;

- organomineralnih kompleksa (helata),
- direktnim usvajanjem produkata razlaganja organske materije i
- katalitičkim dejstvom na metabolitičke procese.

U zadnje vreme pridaje se posebna pažnja stvaranju organomineralnih kompleksa tj. helatnih jedinjenja. Smatra se naime da niskomolekularna organska jedinjenja mogu s jonima teških metala da stvaraju komplekse (helate) koje biljke usvajaju. Pored toga ovim kompleksnim jedinjenjima pripisuje se i veća pokretljivost u biljkama, što je od posebnog značaja pri usvajanju malo pokretljivih jona kao što je slučaj sa gvožđem, cinkom, kalcijumom, manganom i dr. Tim u vezi, nedostatak nekih mikroelemenata, od kojih se većina ubraja u teške metale kao što su bakar, mangan, cink i dr. nekad povezuje i s nedovoljnom količinom organske materije u zemljištu. Razgradnju organske materije u zemljištu često prate razni redukcionni procesi pri čemu se viševalentni joni teških metala redukuju. Time se usvajanje ovih elemenata od strane biljaka takođe olakšava.

Neposredno dejstvo organske materije na ishranu biljaka sagledava se i putom usvajanja produkata razlaganja. Naime, razlaganjem nekih organskih jedinjenja u zemljištu mogu se osloboditi neki konstitucionni elementi kao što su na prvom mestu azot, fosfor i sumpor, koji zatim mogu biti ponovo iskorišćeni tj. usvajani od strane biljaka. Ovaj proces koji je često uslovljen mikrobiološkim razlaganjem naročito se intenzivno odigrava u letnjim mesecima kada su i potrebe biljaka za navedenim hranivima najveće.

Kao što je već rečeno, organska materija može da utiče na usvajanje jona na taj način što stimuliše ili inhibira određene metabolitičke procese kod biljaka. Brojni su radovi koji ukazuju na dejstvo organske materije na usvajanje jona (Flaig, Saalbach i Schobinger (1960), Flaig, Saalbach (1959), Flaig, Scharrer i Scholl (1957), Saalbach (1956) i dr.

**Tab. 3.** — Dejstvo humunskih kiselina na sadržaj mineralnih materija u suvoj supstanci lana prema Prosorowskaje čit. po Saalbachu (1956)

Elementi u %	Stablo		Koren	
	Bez. hum. kis.	Sa hum. kis.	Bez hum. kis.	Sa hum. kis.
N	2,02	2,45	2,15	3,00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,96	0,93	2,61	2,62
K <sub>2</sub> O	2,65	2,96	2,98	3,21

**Tab. 4.** — Dejstvo hladnog vodenog ekstrakta slame u razlaganju na porast i usvajanje mineralnih materija kod ponika raži Flaig (1958)

Tretman	Težina suve materije korena i nadzemnog dela u relativnom iznosu	Ukupno usvojena količina elemenata u mg po Neubauerovom sudu		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Bez dodatka	100	36,5	18,7	32,8
Slama nakon 180 dana	113	44,2	23,9	36,6

Nezgodna je međutim, u tome što se većina tih radova odnosi na dejstvo stajnjaka, komposta, treseta, slame, različitih frakcija humusa i dr. tj. na materije koje hemijski ne možemo definisati, a koji i sami po sebi sadrže određenu količinu mineralnih materija. Ako su ispitivanja vršena u uslovima zemljišta tada nismo u stanju zaključiti ni da li se radi o posrednom ili neposrednom dejstvu. Imajući navedeno u vidu danas je sve veći broj onih koji ovaj problem proučavaju pomoću modelsupstanci tj. pomoću sintetičkim putem dobivenih jedinjenja koja se u zemljištu mogu pojaviti kao prelazni ili krajnji produkti razlaganja organske materije. To su u prvom redu razni fenoli, hinoni, fenolkarbonske kiseline i neka druga niskomolekularna organska jedinjenja.

**Tab. 5.** — Dejstvo protokatehinske kiseline i vanilina na prinos i sadržaj N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i K<sub>2</sub>O u % suve materije kod jare pšenice Flaig (1961).

Koncentracija u 10 <sup>-5</sup> Mpl.	Rel. prinos	Z r n o			Rel. prinos	S l a m a		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Kontrola	100	2,03	0,52	0,49	100	0,31	0,08	0,66
Protokatehinska kiselina	111	2,03	0,48	0,61	104	0,29	0,08	0,65
Vanilin	113	1,88	0,62	0,71	108	0,27	0,09	0,59

Kao što se iz podataka navedenih u tab. 5 može videti protokatehinska kiselina i vanilin stimulišu porast biljaka a istovremeno utiču i na usvajanje jona i to naročito na usvajanje kalijuma. Chaminade (1955 i Nishitia (1956) takođe su ustanovili da produkti razlaganja organske materije mogu direktno da utiču na usvajanje kalijuma. O mehanizmu dejstva ovih jedinjenja na usvajanje jona se malo zna, sem da je ono zavisno od koncentracije i nekih ekoloških faktora. Iz navedenog proizlazi da se u organskoj materiji koju unosimo u zemljište bilo putem đubrenja ili žetvenim ostacima nalaze takva jedinjenja koja mogu da utiču ne samo na porast biljaka već i na usvajanje jona.

#### DEJSTVO ORGANSKE MATERIJE NA VODNI REŽIM BILJAKA

Razni produkti razlaganja organske materije mogu da utiču i na vodni režim biljaka. Ovde treba posebno istaći ispitivanja koja se odnose na neke modelsupstance, kao što je fenol timohidrohinon.

Tab. 6. — Dejstvo timohidrohinona na vodni režim pasulja u vodnoj kulturi (Flajg (1958))

Hranljivi rastvor	Suva materija u ‰	Relativno Usvajanje vode	Relativno
Knop	8,33	100	280
Knop 0,025‰ timohidrohinon	9,30	116	149

Kao što se iz navedenih podataka u tab. 6 može videti timohidrohinon smanjuje usvajanje vode a time i transpiraciju.

Tab. 7. — Dejstvo timohidrohinona na porast ovsa u zavisnosti od stepena obezbeđenosti biljaka vodom Saalbach (1959)

Timohidrohinon mg/sud	Prinos zrna u g	Prinos slame u g	Prinos korena u g
Pri punom vodenom kapacitetu			
0,0	43,7	45,9	7,21
3,0	45,4	47,8	7,42
3,0	45,4	47,8	7,42
9,0	46,9	48,8	7,72
18,0	45,4	48,3	7,86
30,0	45,8	47,4	7,76
Pri deficitu vlage			
0,0	16,2	22,6	1,78
0,3	16,7	23,5	2,07
3,0	17,8	25,8	2,43
9,0	17,7	27,3	2,53
18,0	17,7	24,3	2,41
30,0	17,9	25,4	2,34

Podvlačene vrednosti su statistički opravdane



Podaci navedeni u tab. 7 ukazuju na povoljno dejstvo timohidrohinona na otpornost biljaka prema suši. Povećanu rezistentnost biljaka prema suši dejstvom timohidrohinona, Saalbach (1959) objašnjava povećanim porastom korenovog sistema, većom osmotskom vrednošću, umanjenom transpiracijom i povećanim disanjem korena. Uopšte uzevši stiče se utisak da se dejstvom timohidrohinona vodni režim biljaka racionalizira. Slično dejstvo na vodni režim biljaka pokazuju i neki drugi fenoli, hinoni i niskomolekularna organska jedinjenja koja mogu nastati u toku razlaganja organske materije kao prelazni ili krajnji produkti.

#### DEJSTVO ORGANSKE MATERIJE NA ENCIMATSKE PROCESE

Dejstvo organskih supstanci na porast, usvajanje jona, vodni režim i druge fiziološke procese ne bi bilo moguće objasniti ako navedene supstance ne bi uticale na encimatske procese. Brojni su radovi koji se odnose na dejstvo raznih organskih supstanci na promet materija kod biljaka. Tako je npr. Scholl (1956) ispitivao dejstvo timohidrohinona na aktivnost encima aldolaze i fosfataze čija se aktivnost u stablu i korenu dejstvom tretmana smanjila. Nasuprot tome aktivnost amilaze i saharaze pri kraćem delovanju timohidrohinona se povećala, a pri dužem smanjila. Ruiz Amil (1956) ispitivao je dejstvo iste supstance na promet ugljenih hidrata i kiselina i ustanovio je da se sadržaj šećera koji se redukuje dejstvom timohidrohinona osetno povećava. Schmid i Flaig (1962) ispitivali su dejstvo raznih hinona i fenola (timohinona, timohidrohinona, benzohinona, p-ksilohinona i dr.) na disanje i oksidativnu fosforilaciju i ustanovili su da je dejstvo navedenih organskih jedinjenja slično dejstvu fiziološki

**Tab. 8.** — Encimatska aktivnost u ponika raži nakon dodavanja humusnih materija h.m. u hranljivi rastvor (merene vrednosti izražene u ekstinkciji) Flaig (1958)

Tretman	Aldolaza	Amilaza	Saharaza	Fosfaza
Stablo				
bez h.m.	0,273	0,131	0,209	0,763
sa h.m.	0,329	0,085	0,234	0,724
Koren				
bez h. m.	0,016	mala	0,097	0,222
sa h.m.	0,013	aktivnost	0,231	0,258

aktivnim materijama (-naftilsirćetnoj kiselini, indol-3-buternoj kiselini, indol-3-sirćetnoj kiselini i dr.). Najme, niže koncentracije stimulišu a više inhibiraju disanje i oksidativnu fosforilaciju. Pored raznih modelsupstanci ispitivano je i dejstvo raznih prirodnih produkata na encimatske procese kod biljaka.

Kao što se iz napred navedenog može videti razne modelsupstance i prirodni organski produkti mogu da utiču i na najsuptilnije procese metabolizma biljaka. Zahvaljujući ovakvom dejstvu oni su u stanju da stimulišu ili inhibiraju određene procese i na taj način da povećaju ili smanjuju produkciju organske materije kod biljaka. Zbog toga ulogu organske materije u zemljištu treba posmatrati mnogo šire nego što se to obično čini. Najme, treba imati u vidu da u toku razgradnje organske materije u zemljištu nastaju razna niskomolekularna organska jedinjenja koje biljke putem svog korenovog sistema mogu da usvajaju i koji zahvaljujući tome mogu direktno da utiču na porast i razvoj biljaka. Mogućnost usvajanja organske materije i njihovo uključivanje u promet materija biljaka nadalje govori da su biljke ne samo autotrofi već i jednim delom heterotrofi, a što su zadržale od svojih daljih predaka sve do današnjih dana.

#### LITERATURA

1. Börner H.: Untersuchungen über phenolischen Verbindungen aus Getraide Stroh und Getreiderückstände. *Naturwiss.* 42, 583, 1955.
2. Börner H.: Der papierchromatographische Nachweis von Fraulasäure in wässrigen Extrakten von Getreidestroh und Getreiderückständen. *Naturwiss.* 43, 129, 1956.
3. Chaminade R.: Le potassium et la matière organique. *Kalium-simozium*, Bern, 1955.
4. Freudenberg K.: Über die Biosynthese und Konstitution des Liginins. *Chem. Ber.* 92, LXXXIX, 1959.
5. Flaig W., Scharer K., Schol G.: Zur Kenntnis der Huminsäuren XVI. Mitteilung. Über den Einfluss von Thymohydrochinon als Modelsupstanz von Thymohydrochinon als Modelsupstanz von Humusstoffen auf die Aktivität verschiedener Enzyme des Roggens. *Z. f. Pflanzenernähr. Düngung, Bodenkunde.* 76, 201—209, 1957.
6. Flaig W.: Die Chemie organischer Stoffe im Boden und deren physiologische Wirkung. *Internati. Bodenkundliche Gesellschaft, Hamburg*, 1958.

7. Flaig W., Saalbach E.: Über den Einfluss von im Boden gerottetem Stroh auf das Wachstum und Nährstoffaufnahme von Roggenkeimpflanzen. Z. f. Pflanzenernähr., Düngung, Bodenkunde. 87, 229—235, 1959.
8. Flaig W., Saalbach E., Schobinger U.: Zur Kenntnis der Huminsäuren. XIX. Mitteilung. Über den Einfluss von Kaltwasserextrakten aus unterschiedlich lange gerotteten Weizenstroh auf das Anfangswachstum und die Nährstoffaufnahme von Roggenkeimpflanzen. Z. f. Pflanzenernähr., Düngung, Bodenkunde. 88, 232—236, 1960.
9. Flaig W.: Die Wirkung von Humusstoffen auf den Pflanzlichen Stoffwechsel. Maataloustieteellinen Aikakauskirja. 33, 1—16, 1961.
10. Kastori R.: Mehanizam usvajanja organskih molekula od strane biljaka. Savremena poljoprivreda. 5, 1968.
11. Köves E.: Papierchromatographische Untersuchungen der äther-löslichen keimungs und wachstums-hemmenden Stoffe der Haferspelze. Acta Biol. Szeged. 3, 179—187, 1957.
12. Köves E., Varga M.: Growth-inhibiting substances in rice-straw. Acta Biol. Szeged. 4, 13—16, 1958.
13. Köves E., Varga M.: Gabonatarló-maradványokban előforduló fenolkarbonsav jellegű gátlóanyagok hatása másodvetésű növények magvainak csírázására. Agrokémia és Talajtan. 9, 135—144, 1960.
14. Nishitia H., Kowalewsky B. W., Larson K. H.: Influence of soil organic matter on mineral uptake by barley seedlings. Soil Sci. 82, 307, 1956.
15. Ruiz Amil M.: Über den Einfluss von Thymohydrochinon als Modellschubstanz von Huminsäuren vorstufen auf den Kohlenhydrat- und Säurestoffwechsel einiger Dikotyledonen. Distertacija, Madrid, 1956.
16. Saalbach E.: Zur Kenntnis der Huminsäuren XIV. Mitteilung. Einfluss von Modellschubstanzen von Humusstoffen auf den Stoffwechsel von Getreide. Landwirtschaftliche Forschung. Sonderheft 9.
17. Saalbach E.: Der Einfluss von Huminsäuren auf die Nährstoffaufnahme der Pflanzen. Kali-Briefe, 1956.
18. Söchtig H.: Beeinflussung des Stoffwechsels der Pflanzen durch Humus und seine Bestandteile und die Auswirkung auf Wachstum und Ertrag. Landbauforschung Völkenrode 1, 9—16, 1964.
19. Schmind G.: Wirkstoffwirkung. Einfluss von Strohhrottenprodukten auf Wachstum und Ertrag. Landbauforschung, Völkenrode. 1, 11—13, 1961.

20. Schmid G., Flaig W.: Pflanzenstoffwechsel und Wirkstoffe. Landbauforschung Völkenrode, 3, 51—57, 1962.
21. Scholl G.: Über den Einfluss von Thymohydrochinono als Modellschubstanz von Huminsäurevorstufen auf den Kohlenhydratstoffwechsel, den Wasser- und Phosphathalt von Getreide. Disertacija, Giessen, 1956.
22. Schreiner O., Reed H. S.: The toxic action of certain organic plant constituents. Bot. Gaz. 45, 73—102, 1908.