

Dr Drago Romanović,
Poljoprivredni fakultet OOUR Institut za ekonomiku
i organizaciju poljoprivrede Zagreb

RAZVOJ PROIZVODNJE I POTROŠNJE TEKUĆIH GNOJIVA

U V O D

Jači razvoj primjene i potrošnje mineralnih gnojiva u poljoprivredi SFRJ započinje zapravo u razdoblju od 1956. godine kada se sve veća pažnja posvećuje unapređenju poljoprivredne proizvodnje posebno na društvenom sektoru. U početku narasle potrebe poljoprivrede tadašnja domaća proizvodnja umjetnih gnojiva nije mogla zadovoljavati, te je nužan bio uvoz. Međutim domaća industrija umjetnih gnojiva se iza 1962. godine sve brže razvija tako da danas njeni kapaciteti proizvodnje omogućuju potpuno podmirenje već uveliko naraslih potreba.

Domaća industrija proizvodi široki asortiman krutih umjetnih gnojiva. Ona stalno unapređuje taj asortiman i njegovu kvalitetu i danas se u prosjeku koncentracije čistih hraniva u proizvedenim umjetnim gnojivima kreće oko 40 % dok je još prije par godina (npr. 1970. godine) iznosila 37,6 %. Taj razvojni trend u proizvodnji umjetnih gnojiva ima veliki značaj za ekonomičniju i racionalniju distribuciju i neposrednu potrošnju umjetnih gnojiva. To je bez sumnje velika zasluga stručnih kadrova koji rade u industriji i u tom pogledu smo na nivou svjetskih dostignuća.

Unatoč toga po nekim problemima u razvojnom procesu njihovog rješavanja zaostajemo iza poljoprivredno visoko razvijenih zemalja. Posebno smo zaostali u pogledu racionalnijeg i ekonomičnijeg rješavanja problema distribucije i primjene umjetnih gnojiva što je u mnogome i odraz naše proizvodne orijentacije umjetnih gnojiva. Naime, najveći dio umjetnih gnojiva naša industrija proizvodi u formi granuliranih kompleksnih gnojiva koje pakuje u najlonske vreće što ne samo da poskupljuje umjetna gnojiva nego se troši i mnogo ljudskog manuelnog rada u toku distribucije i primjene. Istovari i utovari vreća sa umjetnim gnojivima uglavnom se obavljaju ručno, a tih istovara i utovara ima od tvornice do primjene 3 — 5 puta tako da se jedna tona umjetnih gnojiva u stvari kroz manipulaciju povećava i do 5 tona.

U SR Njemačkoj se danas preko 30 % umjetnih gnojiva troši u rasutom stanju, a u nekim pokrajinama i preko 50 %. Propagira se potrošnja umjetnih gnojiva u rasutom stanju, tako da tendencija povećanja potrošnje gnojiva u rasutom stanju sve više raste. Distributivni sistem i primjena su potpuno mehanizirani i zbog toga se u procesu distribucije i potrošnje postiže visoka produktivnost. Tim načinom smanjuje se cijena gnojiva za pakovanje do 1,5 DM/q, ušteda na radnim satima do 50 %, a bolje se koristi

i skladišni prostor. Osim toga poljoprivredniku se olakšava proces gnojidbe. Oslobođen je teškog rada pri utovaru i istovaru teških vreća, otvaranju vreća i prosipavanju praškastog materijala itd.

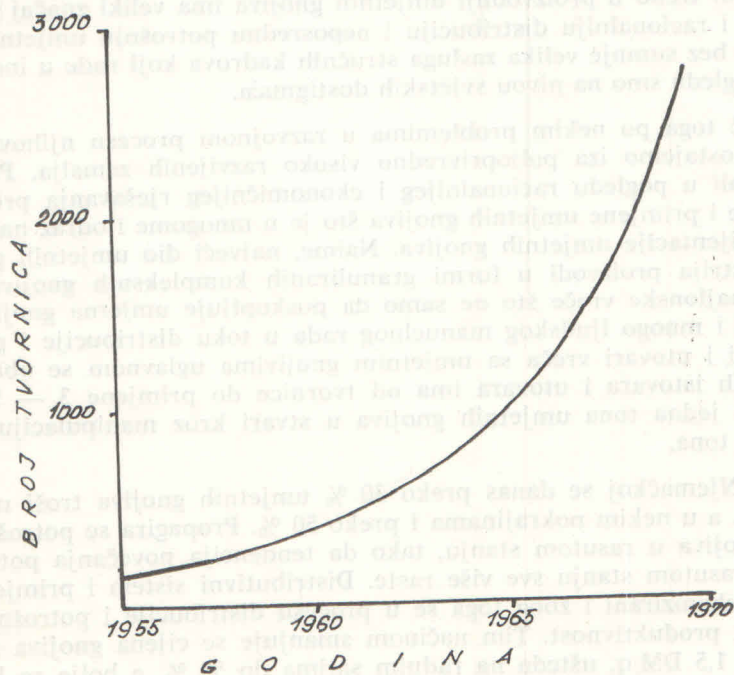
Posebno treba istaknuti velike mogućnosti u rješavanju nekih faktora racionalnosti i ekonomičnosti putem proizvodnje i potrošnje tekućih umjetnih gnojiva. Zbog velikog značenja koje bi ta forma umjetnih gnojiva mogla imati za daljnji razvoj proizvodnje i potrošnje umjetnih gnojiva u poljoprivredi naše zemlje, specijalno na području društvenog sektora iznijet ćemo opširnije dosadašnja iskustva u drugim zemljama.

Razvojne tendencije proizvodnje i potrošnje tekućih umjetnih gnojiva u nekim zemljama. Faktori koji na to utječu i njihovo značenje

U nekim visoko industrijski i poljoprivredno razvijenim zemljama naglo se razvija proizvodnja i potrošnja umjetnih gnojiva u tekućem obliku. Taj je fenomen za našu zemlju i poljoprivredu vrlo interesantan pa je potrebno da ga se detaljnije upozna.

U SAD industrijski i poljoprivredno najjačoj razvijenoj zemlji svijeta proizvodnja i potrošnja umjetnih gnojiva u tekućem obliku imala je u poslijeratnom periodu nagli trend razvoja. U Kaliforniji se je od 1953. proizvelo 22.000 tona tekućih miješanih gnojiva što je predstavljalo 9 % od svih mije-

Grafikon 1 Rast broja tvornica tekućih gnojiva u USA (1955 — 1970. god.)



šanih gnojiva u ovoj zemlji. U 1955. godini je prema podacima bilo 147 kompanija koje su proizvodile miješana tekuća gnojiva u SAD.

Od 1955. godine proizvodnja i upotreba tekućih gnojiva u SAD rasla je visokom stopom. Jedan od indikatora stope rasta tekućih miješanih gnojiva u SAD je povećanje broja tvornica. Broj tvornica se je povećao od 335 u 1959. na preko 1700 u 1968. i prema najnovijim podacima bilo ih je 1970. preko 2.700.

Proizvodnja i potrošnja tekućih umjetnih gnojiva u SAD postojala je i prije drugog svjetskog rata. Prva tvornica tekućih gnojiva bila je izgrađena 1923. u Oaklandu — Kalifornija. U slijedećih 25 godina rast kako proizvodnje tako i potrošnje je bio slab zbog visokih troškova odgovarajućih materijala. Poslije drugog svjetskog rata povećala se je proizvodnja superfosforne kiseline dobivene novom metodom i dušičnih materijala iz sintetičkog amonijaka. To je omogućilo zbog nižih troškova sve veću proizvodnju i potrošnju tekućih gnojiva.

U USA su se 1965, 1966. i 1967. trošile slijedeće količine tekućih gnojiva.

Tabela 1 Potrošnja tekućih gnojiva u USA (milijon tona)

	1965.	1966.	1967.
Anhidrirani amonijak	1,36	1,81	2,18
Amonijačna voda	0,63	0,82	0,73
Dušične otopine	1,72	2,09	2,27
Tekuća miješana gnojiva	0,91	1,45	2,27
UKUPNO:	4,62	6,17	7,45

Ukupna tekuća gnojiva koja su upotrebljena u 1967. iznosila su 22 % od svih formi umjetnih gnojiva.

Proizvodnja i potrošnja tekućih umjetnih gnojiva sve više uzima maha i u visoko industrijskim i poljoprivredno razvijenim evropskim zemljama. U Engleskoj se je potrošnja tekućih gnojiva podvostručila u 4 godine odnosno od 85.000 tona u 1966. do blizu 200.000 tona u 1970. godini. U Francuskoj se prema procjeni trošilo 1970. god. oko 415.000 tona tekućih umjetnih gnojiva, a to iznosi oko 10 % od ukupne potrošnje umjetnih gnojiva. Razvoj potrošnje tekućih umjetnih gnojiva ide vrlo naglo. Tako je prije par godina (1965—66) u Francuskoj utrošeno samo 34.000 tona »N« u tekućem obliku, a od toga 10.000 tona anhidriranog amonijaka i 24.000 tona jednostavnih ili kompleksnih gnojiva.

Brzi razvoj proizvodnje i upotreba tekućih gnojiva u SAD i u nekim evropskim zemljama pokazuje da tekuća gnojiva imaju neka izrazita prednosti u odnosu na kruta gnojiva. Tekuća gnojiva imaju velike prednosti u procesu distribucije, skladištenja i primjene. To je u prvom redu priklad-

nost prilikom manipulacije kod transporta, uskladištenja i primjene jer je postupak mehanički, brz i ne iziskuje radni napor. Tekuća gnojiva slobodno teku ili se pumpaju i na taj način jednostavno, ekonomično i bez napora pretakaju iz jedne posude u drugu. Tekuća gnojiva se mogu zatim precizno rasporediti po tlu, točno dozirati za određene površine. Vrijeme koje je potrebno za gnojenje određene površine tekućim gnojivima je često manje nego sa čvrstim gnojivima. Tekuća gnojiva su prikladna za miješanje s herbicidima i insekticidima i takve mješavine su vrlo ekonomične jer se istovremeno i s istim sredstvima primjenjuju. S tekućim gnojivima se mogu istovremeno davati i mikroelementi. Tekuća gnojiva imaju posebno prednost na površinama koje se natapaju jer se jednostavno uključuju u irigacioni sistem. Tekuća gnojiva se ne praše, ona se ne grudaju, ona nisu osjetljiva na vlažno vrijeme kao ni na kišu. Ona su homogena i prilagodljiva su za foliarnu primjenu pošto se svrsishodno razrede.

Navedene prednosti su takvog karaktera da se teuća gnojiva brzo prihvaćaju i da je potražnja za njima sve veća u zemljama sa visokoproduktivno razvijenom poljoprivredom. Naime u takvoj poljoprivredi broj aktivnih radnika se smanjuje dok obradive površine ostaju iste, a suvremena tehnologija zahtijeva i sve veću količinu i intenzivnost rada. Prema tome dok se rad povećava, dok se broj radnika smanjuje primjena tekućih gnojiva omogućuje da se smanji napor onih radnika koji ostaju da rade u intenzivnoj poljoprivredi. Ova i ostale prednosti daju velike perspektive tekućim gnojivima za njihovo korištenje u ishrani bilja u poljoprivrednoj proizvodnji.

ASORTIMAN TEKUĆIH GNOJIVA

Najviše se danas koriste, a i u početku su se koristila dušična teuća gnojiva. To su anhidrirani amonijak koji je u tekućini pod pritiskom, zatim amonijačna voda te otopine dušičnih soli u vodi (urea — amonijski nitrat).

Sva ostala teuća gnojiva Amerikanci jednim imenom zovu teuća miješana gnojiva (liquid mixed fertilizers). Glavni nedostatak tekućih miješanih gnojiva je njihova niska koncentracija. U USA se materijal za sastavljanje tekućih miješanih gnojiva šalje iz velikih udaljenosti u visokoj koncentraciji lokalnim tvornicama koje tada iz toga materijala proizvode teuća miješana gnojiva. Tako se kalijeve soli šalju kao rafinirani kalijev klorid (62 % K_2O), dušik se šalje kao anhidrirani nitrat (82 % N) ili kao otopina urea-amonium nitrat (28 do 32 % N), a fosfor kao bazna otopina (11:37:0), ortofosforična kiselina (54 % P_2O_5), superfosforična kiselina (70 — 80 % P_2O_5), elemenat fosfora (229 % P_2O_5) ili čvrsti amonium polyfosfat (15—61—0).

Najprije se u pripremanju tekućih miješanih gnojiva amonijazira fosforična kiselina sa anhidriranim amonijakom ili amonijačnom vodom da bi se dobila bazna otopina koja se može uskladištiti ili slati ili se može odmah preraditi u NPK mješavinu. Glavne baze otopine su 8:24:0 (sve ortofosfa-

ti), 10:34:0 (oko 50 % polyfosfati) i 11:37:0 (oko 70% polyfosfati). Ako se otopina koristi odmah toplina od reakcije može se koristiti da rastvori kalijeve soli i ureu koje imaju negativnu toplotnu otopinu. Ako se uskladištuje, polyfosfate treba hladiti na oko 38° C da bi se spriječila brza hidroliza na skladištu. Stupanj hidrolize je beznačajan u zimskom vremenu, ali u ljeti kada je temperatura otopine u skladištu od 21° — 38° C oko 1/3 polyfosfata koji se nalazi u otopini 11:37:0 se hidrolizira za 6 mjeseci u ortofosfat.

Upotreba superfosforične kiseline načinila je veliki prodor u proizvodnji tekućih miješanih gnojiva. Superfosforična kiselina je naziv koji se uglavnom primjenjuje za fosforičnu kiselinu koja sadrži znatne količine (obično 50 — 80 %) P_2O_5 u formi polyfosforične kiseline. Upotreba superfosforične kiseline ima slijedećih prednosti:

1) Može se pripremiti viša koncentracija bazičnih otopina zbog visoke topivosti amonijum polyfosfata.

2) Ova se kiselina može upotrijebiti u pripremanju čiste otopine pošto se polyfosfati mogu odijeliti od nečistoća u mokrom procesu.

3) Znatna količina elemenata u tragovima može se rastopiti u otopini amonijum polyfosfata dok su mnogi od ovih elemenata inače netopivi u otopini amonijum ortofosfat.

Superfosforična kiselina se danas mokrim procesom proizvodi na veliko u komercijalne svrhe.

Uglavnom ta kiselina služi za proizvodnju tekućih gnojiva koncentracije kao što su 10:34:0, 8:8:8, 8:16:8, 7:21:7. Osim toga s ovom kiselinom mogu se proizvoditi suspenzije kao 12:40:0, 15:15:15, 12:24:12, 10:30:10, 3:10:30.

U 1959. godini TWA je počela da proizvodi bazičnu otopinu 11:33:0 iz kiseline sa oko 76 % P_2O_5 . U 1960. godini koncentracija je bila promjenjena u 10:34:0 i imala je nižu temperaturu izolovanja. Ova otopina je postala vrlo popularna za proizvođače tekućih umjetnih gnojiva. U 1962. godini koncentracija se je povećala na 11:37:0, a dobivena je od kiseline sa 79:80 % P_2O_5 sa polyfosfatima kojih ima oko 70 %. Tipičan primjerak 11:37:0 je sadržavao 27 % P_2O_5 kao ortofosfata, 42 % kao pirofosfata, 20 % kao tripolyfosfate i 11 % kao višepolyfosfate. Otopina ima pH od 5,8—6,2. Njezin viskozitet iznosi 80 centipora i njezina specifična težina je 1,4 kod 24° C.

Daljnje forme tekućih gnojiva su suspenzije odnosno saturacijske otopine koje sadrže suspendirane djeliće krutih gnojiva. Njihova potrošnja raste vrlo brzo naročito u USA zbog prednosti u većoj koncentraciji pojedinih elemenata i većoj raznolikosti formulacije.

AGRONOMSKA EFIKASNOST TEKUĆIH GNOJIVA

U Francuskoj su vršili 6 godina eksperimente sa tekućim gnojivima, da bi ispitali njihovu agronomsku efikasnost. U tom pogledu utvrđeno je slijedeće:

Tekuća dušična gnojiva (urea + amon. nitrat) nisu signifikantni različita po svojim rezultatima kod žitarica u odnosu na kruta gnojiva. U izvjesnim slučajevima hladnih tala ili primjene koja bi stvarala opekotine postoji neznatna prednost krutih gnojiva (amonijskog nitrata). Ova se prednost može zanemariti kada se imaju u vidu prednosti koje imaju tekuća gnojiva kao što su precizno mehanizirano rasturanje, istovremenost borbe protiv korova i ekonomski efekti koji iz toga proizlaze.

Tekuća dušična gnojiva na livadama se moraju primjenjivati prije bijanja trave ili odmah iza košnje ili u podnožje trave bez da se praktično dotakne lišća što se postizava sa skupljom mehanizacijom. Pod ovim uvjetima dobiju se rezultati koji su identični dušičnim gnojivima čvrstih oblika.

Na kukuruzu tekuća gnojiva daju jednake rezultate kao i kruta gnojiva kada se radi o površinskom rasturanju. Međutim vrlo je lagano tekuća gnojiva davati u tlo kada je kukuruz dosegao visinu do 40 cm. Eksperimenti su pokazali da se za istu količinu korištenog dušika postignu veći prinosi od oko 80 kg/ha u primjeni tekućih gnojiva.

Anhidrirani amonijak je primijenjen kod kukuruza prije nego što dostigne visinu od 40 cm dao iste rezultate kao i tekuća dušična gnojiva primijenjena istoga datuma. Na livadama ili primijenjen kod jesenskih žitarica anhidrirani amonijak je najčešće davao za nekoliko kvintala slabije rezultate u odnosu na kruta gnojiva kao i u odnosu na tekuća dušična gnojiva.

Fosforna kiselina Tekuća gnojiva koja sadrže ortofosforičnu kiselinu pokazala su na kulturama u stakleniku veću efikasnost i veći koeficijent asimilacije u odnosu na kruta fosforna gnojiva iste rastvorljivosti kao super tripl i amonijski fosfat. Tekuća gnojiva koja sadrže superfosforu ki-

Tabela 2 Reagirane ozime pšenice na anhidrirani amonijak i amonijski nitrat u Nebraski¹⁾

Izvor dušika	Tretiranje ²⁾			P r i n o s	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Predio Saline	Predio Seward
	Funti po jednom akru			Bušela ³⁾ po akru	
∅ (bez gnojidbe)	0	30	0	36	9
Anhidrirani amonijak	40(J)	30	0	45	24
Anhidrirani amonijak	40(P)	30	0	38	11
Amonijski nitrat	40(J)	30	0	48	21
Amonijski nitrat	40(P)	30	0	46	20

Najmanja signifikantna razlika kod 5 %

1) Podaci od Lowrey-a, Olson-a, Dreier-a i Ehlers-a (124)

2) (J) = jesenska primjena gnojiva,

(P) = proljetna primjena

3) Bušel (Bushel) = 35,29 litara.

selinu (50 % orto i 50 % pyro ili polyfosfate) pokazala su superiornost u tekućoj formi u odnosu na tekuća gnojiva koja sadrže samo orto fosfornu kiselinu, a pogotovo u odnosu na kruta gnojiva s orto fosforom kiselinom. Ova superiornost je djelomično vidljiva na biljkama u mladoj dobi ili na biljkama koje su osjetljive kao paradajz, krumpir ili ječam. Ona je izraženija na tlima koja energično fiksiraju P_2O_5 (vapnena ili bogata željezom). Na otvorenom polju ova se je superiornost potvrdila i ako je prinos bio smanjen zbog uvjeta vegetacije koji su jasno manji povoljni nego u stakleniku.

Prema američkim ranijim eksperimentalnim podacima vidi se slijedeća efikasnost tekućih dušičnih gnojiva.

Primjena fosfata izvršena je zajedno sa sjetvom. Amonijski nitrat dan je ovršno, a anhidrirani amonijak injerciran 6 inča duboko. Utvrđena je mala razlika u prinosu pšenice između jesenske i proljetne aplikacije amonijskog nitrata, iil između amonijskog nitrata i jesenske primjene anhidriranog amonijaka. Niži prinosi kod proljetne primjene anhidriranog amonijaka vjerojatno su uzrokovani uvjetima tla i vremenom aplikacije.

U slijedećoj tabeli prikazan je komparativni utjecaj tekućih i krutih oblika amonijskog nitrata na prinose zobi.

Tabela 3 Reagirane zobi na primjenu otopina i krutih oblika amonijskog nitrata¹⁾

Lokalitet i vrijeme primjene gnojiva	⊕ Kontrola bez gnojidbe	Oblik amonijskog nitrata ²⁾	
		Otopina	Kruta gnojiva
Bušela po jednom akru			
State College, Miss.			
Mjesec mart 8. i 9.	27,9	48,3	41,6
Mjesec mart 31.	34,0	60,1	55,4
Mjesec april 12.	27,1	37,9	30,0
New Hope, Miss.			
Mjesec mart, 16.	17,2	42,9	41,6

Pokusi u Misisipiju pokazuju da otopine amonijskog nitrata prskane po zobi daju veći prinos zrna od površinske primjene krutog amonijskog nitrata.

1) Podaci od Andrews-a, Welch-a i Becjett-a

2) Doza primjene: 40 funti dušika po jednom akru

Istraživanje o upotrebi tekućih oblika dušika za gnojidbu kukuruza su prilično obimne zbog vrlo velike važnosti kukuruza i njegove znatne potrebe u dušiku kao i reagiranje na gnojidbu dušikom.

Rad **Lowrey-a i Ehlers-a** u državi Nebraski pokazuje da nema veće razlike u prinosima kukuruza dobivenih primjenom anhidriranog amonijaka, ili amonijskog nitrata. Prinosi su bili slični za obe gnojidbene materije, bilo da se je gnojilo prije sjetve ili u toku vegetacije (prihranjivanje), kada je kukuruz bio 10 — 18 inča visok. Ipak, rezultati — iako ne konačni — ukazuju da primjena anhidriranog amonijaka u prihranjivanju može biti bolja negoli gnojidba u ranijim agrotehničkim fazama. **MAC GREGOR** našao je da davanje anhidriranog amonijaka u prihranjivanju bitno povećava prinose u težini zrna i proteina u državi Minnesoti, ali pod uvjetom, da se u tlu nalazi odgovarajuća količina fosfora i kalija.

CHANDLER je uspoređivao upotrebu anhidriranog amonijaka otopine NP-13, amonijskog nitrata i drugih krutih dušičnih materija kao izvor dušika, za kukuruz u državi Sjeverna Karolina (North Carolina). Anhidrirani amonijak i solucija NP—13 bile su jednako po gnojidbenoj vrijednosti kao i krute forme dušika u stimuliranju rasta kukuruza.

Ova opažanja u odnosu na anhidrirani amonijak bila su potvrđena radom **ANDREWSA** i njegovih suradnika u državi Misissippi, a rezultati su izneseni u tabeli br. 4.

Tabela 4 Reagiranje kukuruza na anhidrirani amonijak i amonijski nitrat primijenjeni na nekoliko mjesta u državi Mississippi¹⁾

Lokalitet	Bušela po jednom akru						Kontrola % (bez dušika)
	Anhidrirani amonijak		Amonijski nitrat				
	Prije 4 inče duboko	U pri- hranji- vanju 4 inče duboko	Prije 4 inče	U pri- hranji- vanju 4 inče duboko	U pri- hranji- vanju dat po- vršinski		
Columbus	28,3	27,4	24,2	27,8	28,5	12,1	
Starkville	26,0	34,6	21,8	28,7	26,2	12,4	
Tomnolen	56,1	57,8	55,3	55,3	54,6	42,8	
Holly Springs	84,6	79,1	82,8	79,5	80,6	69,9	
Holly Springs	60,5	69,5	66,3	62,3	63,7	56,0	
Prosjek	51,1	53,7	50,1	50,7	50,7	38,6	
Prosječno povećanje	12,5	15,1	11,5	12,1	12,1	—	

1) Podaci od Andrews-a i suradnika, dušik je primijenjen u količini od 32 funte po jednom akru.

Prosječno povećanje prinosa dobiveno primjenom gnojiva anhidriranog amonijaka u prihranjivanju bilo je veće nego li u slučaju davanja istog gnojiva prije sjetve.

Podaci o reagiranju pojedinih kultura pokazuju da je ukupna vrijednost dušika — ako je pravilno primijenjen ista, neovisno o obliku koji je bio upotrebljen.

EKONOMSKA KOMPARACIJA TEKUĆIH I KRUTIH UMJETNIH GNOJIVA

U komparaciji tekućih umjetnih gnojiva sa čvrstim evidentno je da su obje forme proizvedene iz istog bazičnog materijala: fosfatne stijene, sumporna kiselina, amonijak i kalijev klorid. Obje forme stvaraju iste ili slične međuspojeve + fosforična kiselina i dušična kiselina ili urea. Međuspojevi za kruta gnojiva su proizvedena u početku kao tekućine. Sušenje, granuliranje i gradiranje, postupci koji su nužni za proizvodnju krutih umjetnih gnojiva nepotrebni su u proizvodnji tekućih umjetnih gnojiva što je ekonomska prednost. S druge strane tehnološki proces proizvodnje superfosforične kiseline je nešto skuplji od proizvodnje ortofosforične kiseline.

U 1964. godini su američke komparacije pokazale da je proizvodnja tekućih mješanih gnojiva neznatno skuplja nego krutih (Bulk blending), dok je proizvodnja u 1970. godini već bila nešto jeftinija u odnosu na proizvodnju krutih (bulk blending) gnojiva zbog toga jer je hladan miješajući proces dobivanja superfosforične kiseline ekonomski povoljniji u odnosu na vrući miješajući proces za tvornice od preko 3.000 tona godišnjeg proizvoda. Ammonium polyfosfatne otopine koje se priređuju pomoću amonizacije superfosforične kiseline su osnova fosfornih materijala za proizvodnju tekućih umjetnih gnojiva. Kruti amonium polyfosfat može postati važan materijal za tekuća gnojiva u budućnosti. Ammonium polyfosfatni materijali proizvode se iz superfosforične kiseline dobivene elektrotermičnom ili mokrom metodom. U razvoju proizvodnje amonium polyfosfata sada postoje nove procesne metode kojima se ammonium polyfosfati (tekući li kruti) dobivaju direktno iz ortofosforične kiseline.

Vrlo važno pitanje pored proizvodnje je komparacija ekonomičnosti tekućih umjetnih gnojiva u odnosu na kruta u procesu distribucije i primjene.

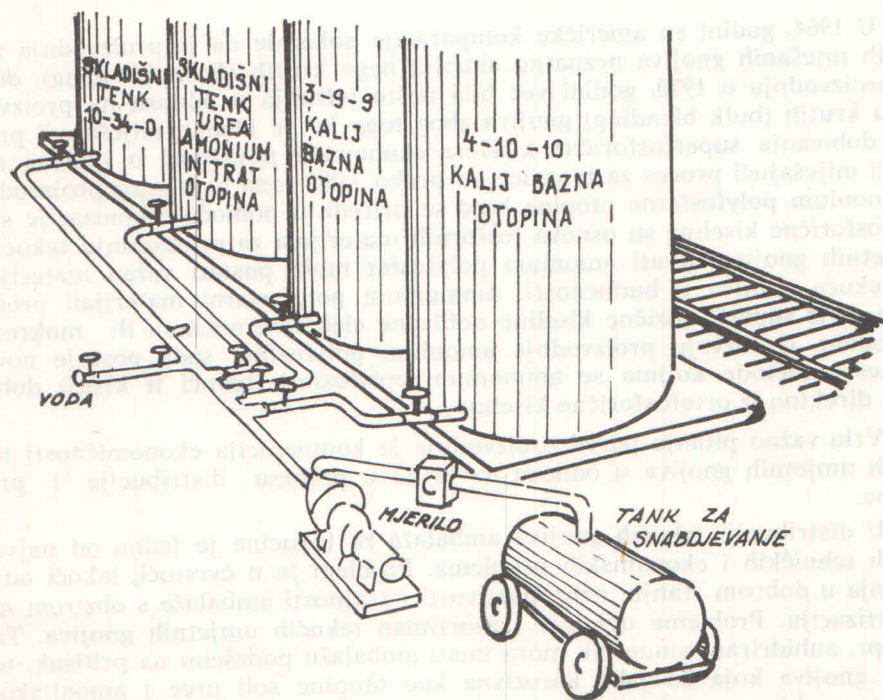
U distribuciji tekućih gnojiva ambalaža za tekućine je jedno od najvažnijih tehničkih i ekonomskih problema. Problem je u čvrstoći, lakoći održavanja u dobrom stanju, nepropustivosti i trajnosti ambalaže s obzirom na amortizaciju. Probleme uvjetuje i asortiman tekućih umjetnih gnojiva. Tako npr. anhidrirani amonijak mora imati ambalažu podešenu na pritisak, tekuća gnojiva koja su jako korozivna kao otopine soli uree i amonijskog nitrata osobito sa rastvorenim amonijakom moraju imati ambalažu otpornu na koroziju, a najjednostavnije je sa tekućim umjetnim gnojivima koja ni-

su ili su vrlo malo korozivna kao mješane tekućine otopine i suspenzije. Korozija danas zbog razvoja plastičnih materijala nije više problem.

U tabeli 5 prikazani su komparativni troškovi uskladištenja na farmi svedeni na 1 kilu dušika u toku godine i to na primjeru izračunatom u Francuskoj 1966. godine. Dušična otopina (urea i nitrati) u 100 lt. sadrži 40 kg dušika. Tom otopinom je napunjena cisterna od 9.000 l a vrijednost cisterne iznosila je 1.800 F.

Kruta gnojiva pakovana su u vreće od plastike i sadržavala su 33 kg dušika na 100 kg umjetnog gnoja. Vrijednost plastične vreće iznosila je 2,5 F za 100 kg umjetnog gnoja.

Investicija za tekuća gnojiva je po kg čistog dušika iznosila 0,5 F odnosno 0,70 F kada se uzmu godišnje 6% kamati na uloženi kapital. Za kruta gnojiva iznosila je 0,075 F po 1 kg dušika. To znači da se investicije cisterne izjednačuju sa investicijama uloženim u plastične vreće (koje se nakon upotrebe bacaju) kada se cisterna 9 — 10 puta napuni. Pošto cisterna ima 10-godišnji amortizacioni rok, a puni se najmanje 2 puta godišnje odnosno u 10 godina 20 puta vidi se da je cisterna za tekuća gnojiva bez pritiska više nego dva puta ekonomičnija u odnosu na vreće radi pakovanja krutih gnojiva. Još je jeftinije kada se radi o cisternama sa većim kapacitetom radi primjene na većim gospodarstvima.



Shematski prikaz stanice za tekuća gnojiva

Cisterna za anhidrirani amonijak je bila skuplja za 6 puta i izjednačenost sa cijenom vreća moglo se je postići tek kod 62 punjenja. Naime za 1 kg čistog dušika iznose investicije kod anhidriranog amonijaka 3,35 F ili kad se uzmu u obzir kamati onda iznose 4,70 F.

Za kruta gnojiva u rinfuzi jedan kubni metar zidanog prostora koštao je 350 F. U kubni metar se može smjestiti 700 kg amonijskog nitrata 33 % što iznosi 230 kg dušika. Radi navedenih upoređenja potrebno je izgraditi prostor od 28 m³ što omogućava smještaj 3.600 kg čistog dušika, a odgovara cisterni od 9.000 litara dušične otopine ili cisterne od 4.000 kg anhidriranog amonijaka. Tih 28 m³ skladišnog prostora koštala je u vrijeme izračunavanja 5.500 F što iznosi po 1 kg dušika 1,66 F odnosno 2,14 F kad se uzmu u obzir kaamti. Izjednačavanje sa cijenom vreće postiže se kod 28 punjenja.

Na osnovu navedenog komparativnog upoređenja (tabela br. 5) vidi se da su dušične otopine po troškovima uskladištavanja na farmi dva puta jeftinija u odnosu na kruta gnojiva u vreći, 3 puta jeftinija od krutih gnojiva u rinfuzi, a puta jeftinija u odnosu na troškove uskladištavanja anhidriranog amonijaka.

U toku procesa distribucije od tvornice do polja umjetna se gnojiva do pet puta pretovaruju. Pretovar vreća zahtijeva ručnu radnu snagu, dok se pretovar rinfuza gnojiva može mehanizirati odgovarajućim strojevima. Naprotiv tekuća se gnojiva pretovaruju mehanički pomoću crpke ili pomoću gravitacije ili pomoću razlike u pritisku.

U tabeli 6 prikazani su troškovi investicija i utrošak sati radne snage za pretovar različitih formi i pakovanje umjetnih gnojiva.

Tabela 5 Komparativni troškovi uskladištenja na gospodarstvu svedeni na kilo dušika uskladištenog u toku godine za kruta i tekuća gnojiva

	Čvrsta umjetna gnojiva u	Umjetna gnojiva rinfuza	Tekuća umjetna gnojiva otopina urea nitrati	Anhidrirani amonijak
Investicije**)	— 0	— 2,14	0,70	4,70
Troškovi po jedinici*)				
godišnjeg smještaja	0,075 F	0,21 (1)	0,07 (1)	0,47 (1)
godišnjeg smještaja	0,075 F	0,21 (1)	0,07 (1)	0,47 (1)
		ili 0,107 (2)	0,035 (2)	0,23 (2)

*) Jedno ili dva punjenja godišnje za umjetna gnojiva uskladištena u rinfuzi, tekuća gnojiva i anhidrirani amonijak i trajanje od 10 godina za uskladištene kapacitete.

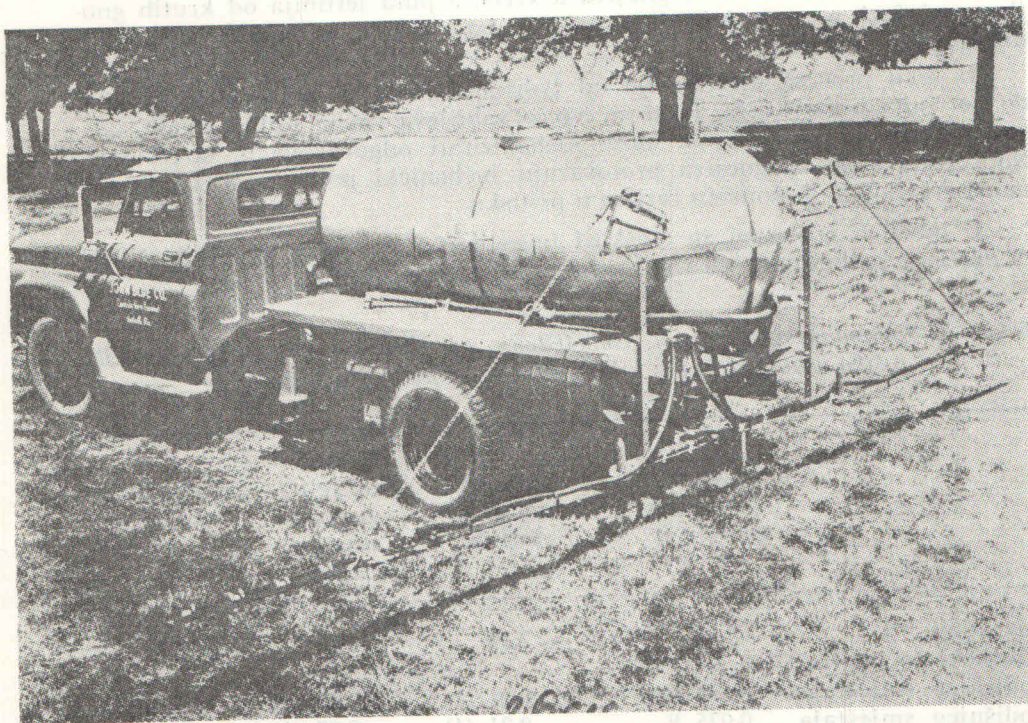
***) Povećana sa finansijskim opterećenjima (kamate od 6% godišnje)

(1) Jedno punjenje godišnje (2) dva punjenja.

Tabela 6 *Utrošak sati radne snage i troškovi investicija u francuskim francima po ha za pretovare različitih tvornica umjetnih gnojiva u toku distribucije od tvornice do polja*

5 pretovara — 1000 kg umjetnih gnojiva po ha za NH₃ 150 kg/ha

	Umjetna gnojiva u vrećama	Umjetna gnojiva rinfuza	Tekuća gnojiva	Anhidrirani amonijak**)
Investicije	0	3640	644 F	2660 F
Radni sati	3 sata	30 minuta	10 minuta	10 do 15 minuta**)



Sl. 1 *Kamionski-nošeni primjenjivač za tekuća umjetna gnojiva*

*) Investicije su procijenjene tako da se na kupovnu cijenu dodaju kamati od 6% sa amortizacijom na 10 godina.

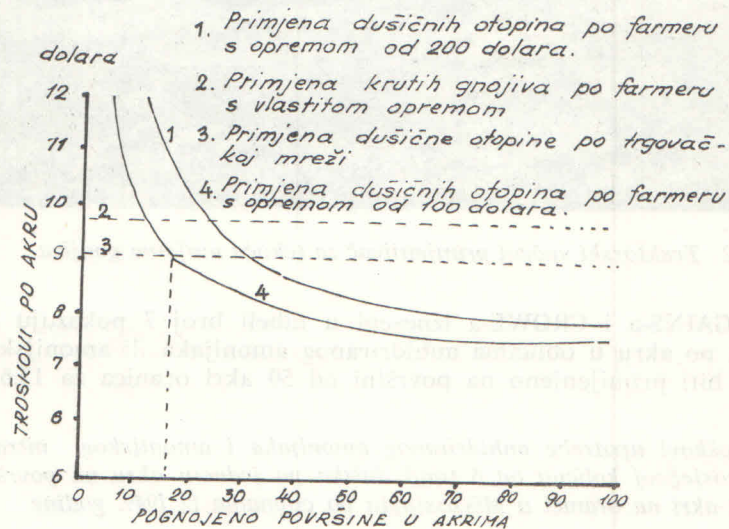
***) Trebalo bi dodati ovdje 2.600 F investicija (rinfuza) i 20 minuta radne snage za umjetno gnojivo P i K kao dopunu anhidriranom amonijaku.

Navedena tabela pokazuje da je sa stanovišta investicionih troškova pretovar najjeftiniji kad su kompleksna umjetna gnojiva pakovana u vreće odnosno nema troškova investicija, zatim su tekuća gnojiva (otopine) iza toga slijede umjetna gnojiva u rinfuzi pa na koncu anhidrirani amonijak.

Međutim kada se upoređuje sa stanovišta utrošak sati radne snage, onda su najproduktivnija tekuća gnojiva (18 puta veća produktivnost u odnosu na kruta gnojiva u vrećama 3 puta u odnosu na kruta gnojiva u rinfuzi).

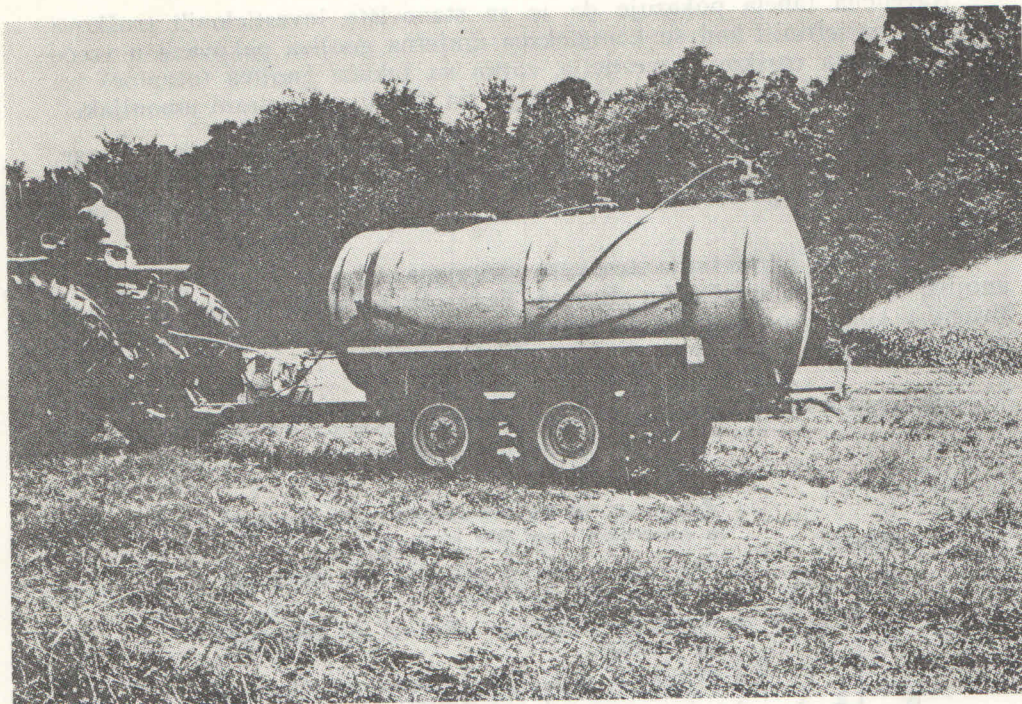
Ekonomska istraživanja troškova primjene tekućih i krutih dušičnih gnojiva američkih stručnjaka (Bowen, Ferguson i Pierce) ovršno ili u kultivaciji u količini od 60 funti po jednom akru u Sjevernoj Karolini prikazani su na slijedećem grafikonu.

Grafikon 2 Grafički prikaz troškova primjene tekućih i krutih dušičnih gnojiva u Sjevernoj Karolini



Troškovi primjene obračunati su sa 15 centi po funti tekućih dušičnih gnojiva, a osnovni troškovi od 11 do 15 centi po funti dušika bili su uzeti kao pretpostavka za tekuća odnosno kruta dušična gnojiva.

Ovaj nam grafikon pokazuje da je primjena tekućih dušičnih gnojiva po trgovačkoj mreži ekonomičnija, od primjene krutih dušičnih gnojiva po farmeru. Površina primjene od 12 akri je donja granica ekonomičnosti za primjenu tekućih dušičnih gnojiva po farmeru s opremom koja stoji 100 USA dolara prema troškovima po farmeru primijenjenih krutih dušičnih gnojiva. Granica ekonomičnosti penje se već na površinu od 23 akra ako o-prema stoji 200 USA dolara. Granica ekonomičnosti primjene tekućih dušičnih gnojiva po cijenama u trgovačkoj mreži prema aplikaciji po farmeru s opremom od 100 i 200 USA dolara je 17 odnosno 31 akra.



Sl. 2 Traktorski vučeni primjenjivač za tekuća umjetna gnojiva

Podaci GAINES-a i CROWE-a izneseni u tabeli broj 7 pokazuju da 56 funti dušika po akru u oblicima anhidriranog amonijaka ili amonijskog nitrata, može biti primijenjeno na površini od 50 akri oranica za 13,6 centi

Tabela 7 Troškovi upotrebe anhidriranog amonijaka i amonijskog nitrata u prosječnoj količini od 6 funti dušika po jednom akru na površini od 50 akri na oranici u Missisippiu po cijenama iz 1949. godine

Specifikacija troškova	USA DOLARA	
	Anhidrirani amonijak	Amonijski nitrat
Uskladištenje i rukovanje	62,49	9,33
Primjena	71,27	44,08
Materija (gnojivo)	246,50	327,25
Ukupni troškovi	380,26	380,66
Trošak po akru	7,60	7,61
Trošak po funti dušika	,136	,136

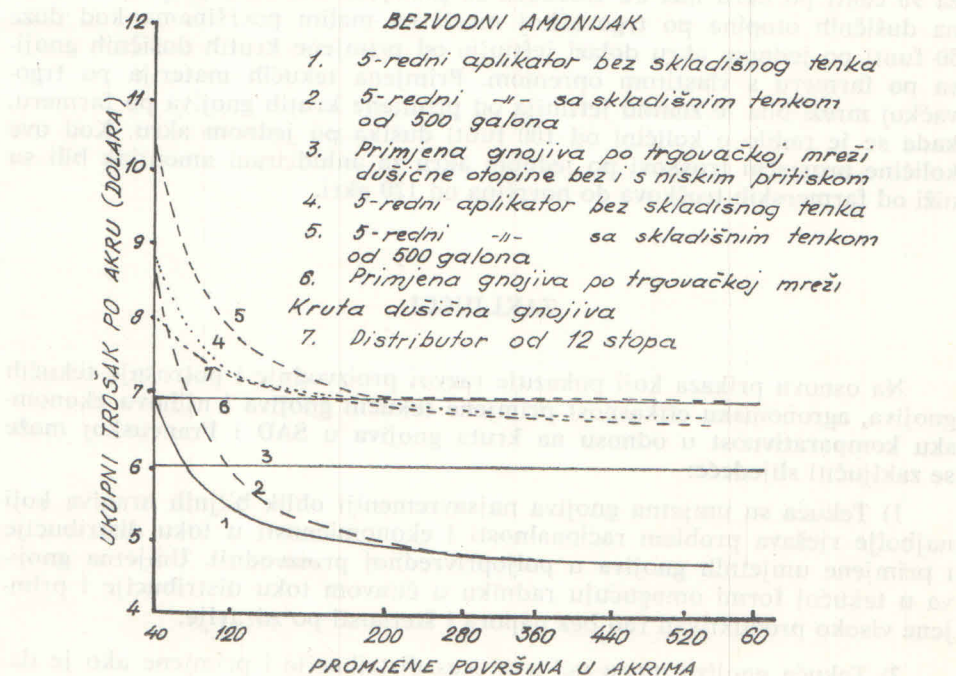
1) Podaci Gaines-a i Crowe-a (89)

po funti dušika. Anhidrirani amonijak imao bi znatnu ekonomsku prednost u gnojidbi velikih površina, u mogućnosti primjene viših doza hraniva, kao i u kombinaciji ova dva faktora. U odnosima cijena u 1949. godini, 56 funti dušika po akru u obliku anhidriranog amonijaka moglo se je primijeniti na 850 akri po cijeni od 10,2 centi za funtu dušika. Odgovarajući trošak (cijena) dušika u obliku amonijskog nitrata iznosio bi 12,9 centi. Cijene nabave amonijaka i amonijskog nitrata učestvovala su sa 89 odnosno 90 % od ukupnih troškova primjene gnojiva. Ukupni troškovi za primjenu po trgovačkoj mreži anhidriranog amonijaka u količini od 100 funti po jednom akru bili su ocijenjeni nešto malo više (0,30 USA dolara), nego li nabavna cijena za istu količinu amonijskog nitrata.

HEADY i BAUM su uspoređivali troškove, primjene krutih i tekućih oblika dušičnih gnojiva po farmeru u sjevernom dijelu države IOWA na bazi cijena iz 1956. godine.

Grafikon 3 pokazuje nam ukupne troškove po jednom akru primijenjenih tekućih i krutih dušičnih gnojiva u količini od 50 funti dušika po jednom akru.

Grafikon 3 Ukupni troškovi po akru primijenjenih tekućih i krutih dušičnih gnojiva (50 funti dušika po 1 akru)



Jedan farmer s aplikatorom od 5 redova i tankom zapremnine 550 galona primijenio je 61 funtu amonijaka (50 funti dušika) po jednom akru na površini od približno 56 akri isto tako ekonomično kao istu količinu dušika u krutom obliku s rasipačem radnog zahvata od 12 stopa*). Trošak primjene amonijaka po jednom akru bio je manji od troškova za kruta gnojiva kada je bio primijenjen na površini većoj od 56 akri, ili za veću dozu aplikacije hraniva (gnojiva). Trošak je bio veći, kada se je amonijak upotrebio na površini manjoj od 56 akri, ili za doze manje od 50 funti dušika po jednom akru.

Granica ekonomičnosti primjene za jednog farmera bez tanka za spremanje gnojiva bila je oko 30 akri. Granica ekonomičnosti za farmera koji upotrebljava otopine bez i s niskim pritiskom nalazila se je otprilike na 185 akri, ako nije bilo tanka za spremanje tekućine, a 260 akri, ako je bio na raspolaganju tank od 550 galona zapremnine.

Kod doze primjene od 100 funti dušika po jednom akru u obliku anhidriranog amonijaka bilo je upotrebjeno manje gnojivne materije po akru tj. na jedinicu površine nego li u slučaju primjene krutih dušičnih gnojiva, čak i da je površina bila manja. Ova visoka doza primjene hraniva (gnojiva) na jedinicu površine pomiče granicu ekonomičnosti na površinu do 50 akri ako farmer nema tanka, a na 80 akri ako je nabavljao skladišni tank zapremnine 550 galona.

Troškovi primjene anhidriranog amonijaka po trgovačkoj mreži bili su za 90 centi po akru niži od troškova za primjenu dušičnih otopina. Primjena dušičnih otopina po trgovačkoj mreži na malim površinama kod doze 50 funti po jednom akru dolazi jeftinije od primjene krutih dušičnih gnojiva po farmeru s vlastitom opremom. Primjena tekućih materija po trgovačkoj mreži bila je znatno jeftinija od primjene krutih gnojiva po farmeru, kada se je radilo o količini od 100 funti dušika po jednom akru. Kod ove količine prosječni troškovi po jednom akru za anhidrirani amonijak bili su niži od farmerskih troškova do površina od 120 akri.

ZAKLJUČCI

Na osnovu prikaza koji pokazuje razvoj proizvodnje i potrošnje tekućih gnojiva, agronomsku efikasnost primjene tekućih gnojiva i njihovu ekonomsku komparativnost u odnosu na kruta gnojiva u SAD i Francuskoj može se zaključiti slijedeće:

1) Tekuća su umjetna gnojiva najsavremeniji oblik biljnih hraniva koji najbolje rješava problem racionalnosti i ekonomičnosti u toku distribucije i primjene umjetnih gnojiva u poljoprivrednoj proizvodnji. Umjetna gnojiva u tekućoj formi omogućuju radniku u čitavom toku distribucije i primjene visoko produktivan rad bez napora i štetnosti po zdravlje.

2) Tekuća gnojiva mogu ući u proces distribucije i primjene ako je data najsavremenija oprema za manipulaciju sa njima. Takva oprema za tran-

sport, uskladištenje i za neposrednu primjenu je skupa. Zbog velikih ulaganja u opremu i potrebnu organizaciju stvara se utisak da to jako poskupljuje primjenu kada se upoređi sa dosadanjim ulaganjem na području distribucije i primjene kod krutih gnojiva. Upoređenja koja su iznjeta u ovom prikazu pokazuju da se u SAD i Francuskoj visokim ulaganjima u transport, skladištenje, primjenu i organizaciju za tekuća gnojiva ne poskupljuje potrošnja već kod malo intenzivnijeg korištenja i većih površina postižu se ekonomičniji rezultati, nego s krutim gnojivima.

3) Tekuća dušična i miješana gnojiva na bazi superfosforične kiseline superiornija su u agronomskoj efikasnosti u odnosu na sve druge forme umjetnih gnojiva. Ova superiornost može rezultirati zbog njihove kvalitetnije primjene (preciznije doziranje i jednakomjerno raspršivanje po površini) kao i zbog boljih kvalitetnih svojstava (superfosforična kiselina), zatim istovremeno korištenje herbicida i zbir svih tih svojstava.

4) Na nizu rasprava koje su organizirali stručnjaci terenskih organizacija i stručnjaci instituta posebno u baranjsko-slavonskoj regiji razmatrana je mogućnost aplikacije tekućih gnojiva. Tom prilikom se vidjelo da poljoprivredne organizacije pokazuju veliki interes za optimalizaciju troškova uz istovremeno što suvremeniju racionalniju i što produktivniju primjenu biljnih hraniva.

5) Budući da su tekuća gnojiva oblik koji pruža rješenje navedenih ekonomskih i racionalnih problema u toku distribucije i primjene, mišljenja smo da iako razvojni program INA — Petrokemija Kutina predviđa veoma prikladnu strukturu umjetnih gnojiva (visoku koncentraciju oblik itd.), da u navedenom periodu treba dati odgovarajuće mjesto ispitivanju proizvodnje, distribucije i primjene tekućih gnojiva. Smatramo nadalje da to treba biti zajednička akcija agroindustrijskog kompleksa u slavonsko-baranjskoj regiji i Petrokemije INA — Kutina.

LITERATURA

1. **Frank P. Achorn, Hubert L. Baley (Tennessee Valley Authority):** Application of fluid fertilizers (1970)
2. **Frank P. Achorn, Hubert L. Baley (Tennessee Valley Authority):** Equipment and manufacturing in »The liquid revolution«
3. **F. P. Achorn:** Use of micronutrients in fluid fertilizers (1969)
4. **F. P. Achorn, N. L. Hargett:** NFSA — TVA of suspension in 1971.
5. **T. P. Hignett (T. V. A.):** Liquid fertilizers technology and economics in the U. S. A. (1968)
6. **T. P. Hignett (T. V. A.):** Liquid fertilizers production and distribution (1971)
7. **E. O. Huffman (T. V. A.):** New liquid products for the future

8. **R. S. Meline, C. A. Davis, R. G. Lee:** New process for fluid fertilizers
9. **J. M. Potts, T. V. A. Wilson Dam, Alabama:** New advances in liquid fertilizers (1963)
10. **W. C. Scott, J. A. Wilbanks, M. R. Burns (T. V. A.):** Production and use of fluid fertilizers made with Wetprocess superphosphoric acid 1968.
11. **A. V. Slack, T. V. A. Wilim Dany, Alabama:** Trends in use of fluid fertilizers
12. **A. V. Slack (T. V. A.):** Ammonium polyphosphate new raw material for liquid fertilizers
13. **A. V. Slack (T. V. A.):** History and growth of liquid fertilizers
14. **Harold G. Walhup (T. V. A.):** The cost of doing business in fluid fertilizers
15. **R. D. Young, (T. V. A.):** Production of compound fertilizers from intermediates in local plants
16. **J. Richard Adams, M. S. Anderson:** The fluid fertilizers for direct application (1961) (preveo dr V. Mihalić)
17. **L. Soubies:** Problemes techniques, agronomiques at economiques de la fertilisation par les engrais liquides. Etudies en comparaison avec les engrais solides

LITERATURA

- J. Frank E. Schour, Robert L. Baker (Tennessee Valley Authority) Appl. Patent of fluid fertilizers (1970)
- J. Frank E. Schour, Robert L. Baker (Tennessee Valley Authority) Exp. Patent and manufacture in "The liquid fertilizers"
- J. F. P. Schour: Use of microorganisms in fluid fertilizers (1969)
- J. F. P. Schour, N. L. Huggins: USA - TVA of suspension in 1971.
- J. F. P. Schour (T. V. A.): Liquid fertilizers technology and economics in the U. S. A. (1968)
- J. F. P. Schour (T. V. A.): Liquid fertilizers production and distribution (1971)
- J. E. O. Hillman (T. V. A.): New liquid products for the future