

SCIENCA REVUO de Internacia Scienca Asocio Esperantista BEOGRAD, Jugoslavio	El Vol. 22 n-ro 4 (90) 15. 9. 1971
--	--

## ETKVANTAJ ELEMENTOJ EN MODERNA ĤEMIO DE STERKOJ

( Zdenek Pluhař, Litoměřice, Ĉeĥoslovakio )<sup>\*)</sup>

### 1. Etkvantaj elementoj

Jam relative multajn jarojn scias agronomiistoj, ke por senĝena vivo kaj evoluo de vegetaĵoj, resp. plantoj, estas necesaj ne nur t. n. ĉefaj nutroelementoj - C, H, O, N, P, S, Ca, K, Mg, Fe - kaj eventuale t. n. utilaj nutroelementoj - Si, Al, Cl, Na ... - sed nepre ankaŭ t. n. etkvantaj elementoj. Etkvantaj elementoj estas ĥemiaj elementoj, kiuj troviĝas en vegetaĵoj kaj kutime ankaŭ en grundo, en relative malgranda eĉ tre malgranda kvanto, sed malgraŭ tio ili grave influas multajn bioĥemiajn procezojn aŭ kiel "kataliziloj" aŭ kiel ingrediencoj de kelkaj gravaj substancoj en plantoj (1), (2). Ĉi tiuj, laste menciitaj, nutroelementoj estas precipe: B, Co, Cu, Mn, Mo, V kaj Zn, eventuale ankaŭ F kaj I. La vico de etkvantaj elementoj ne estas ankoraŭ fermita, ĝia longeco dependas de senĉese farataj agronomiaj kaj agrokĥemiaj esploroj. Ĝus prezentitaj elementoj estas jam aŭ tute bone aŭ almenaŭ iom konataj laŭ siaj bioĥemiaj efikoj kaj plejmulto el ili estas jam ankaŭ aplikata en la moderna agromonio kaj en la moderna ĥemia industrio de sterkoj. Ni povas aserti, ke la leĝo pri minimumo (de Liebig), kiu diras ke "... produktokvanto de planto dependas de tiu elemento, kiu troviĝas en grundo en la malplejgranda kvanto...", validas por ĉiuj necesaj nutroelementoj, tial ankaŭ por etkvantaj elementoj. Manko de unu aŭ pluraj tiuj elementoj pli-malpli ĝenas evoluon de planto, vegetaĵo ne donas sufiĉan rikolton, malsaniĝas kaj povas eĉ pere.

Cetere etkvantaj elementoj ludas gravan rolon ankaŭ en vivo de animaloj kaj de homo mem, kion povas konfirmi kuracistoj. Tial ni povas argumenti, ke ili estas gravaj en la tuta bioĥemio de vivaĵoj.

<sup>\*)</sup> Jungmannova 438/9, Litoměřice

## 2. Signifo de etkvantaj elementoj

### 2.1. Signifo de borio (1), (2), (3), (4)

Etkvanta elemento, kies efiko estas konata jam 85 jarojn, borio intensigas fotosintezan asimiladon kaj helpas al senĝena transporto de sukero el folioj en reproduktajn organojn (bulbojn, radikojn ktp.). La plej sentemaj al ĝia manko aŭ nesufiĉa kvanto estas: sukerbeto, pomujo, trifolio, pizo, brasiko, celerio. Simptomoj de boria manko estas formortado de junaj branĉetoj, falemo de foliaro, malintensiĝo de kresko de radikaro kaj de grentrunketoj. Tipaj malsanoj: medola putremo de sukerbeto, makulemo de celerio kaj bruna makulemo de poma karno. Borio estas neanstataŭebla per alia elemento.

### 2.2. Signifo de kobalto (1), (3)

Ne tro longe kaj ne multe konata etkvanta elemento, kobalto estas sendube necesa por estiĝo de vitamino B<sub>12</sub>, kies molekula formulo estas C<sub>63</sub>H<sub>90</sub>O<sub>144</sub>. Ĝia valoro por animaloj kaj homo estas jam senduba ĝenerale. Manko de kobalto en nutraĵo kaŭzas senapetitecon, inhibicion, ataksion, en gravaj kazoj eĉ morton. Precipe atakataj estas ŝafoj, bovinoj, kaprinoj. Deĉifrita estas ankaŭ signifo de Co por malpli organizitaj vegetaĵoj akvaj. Ĝia signifo por alte organizitaj vegetaĵoj estas ĝis nun diskutata.

### 2.3. Signifo de kupro (1), (3), (4)

Kupro estas grava konstru-materialo por kelkaj necesaj vegetaĵaj fermentoj oksidigaj. El la plej sentemaj vegetaĵoj al manko de Cu estas: hordeo, tritikoj, paŝtherboj, citrusaj plantoj. Malsanoj pro manko de kupro plej grave prezentigas sur torfaj grundoj. Simptomoj estas velkiĝo, eĉ sekiĝo de folilomboj, flaviĝo aŭ blankiĝo de foliaro. Sekve malgrandiĝas grajnoj, ĝenerale malaltiĝas rikoltita kvanto. Kupro estas neanstataŭebla per alia elemento.

### 2.4. Signifo de mangano (1), (3), (5).

Mangano partoprenas oksidigajn kaj reduktigajn procezojn en vegetaĵoj kaj helpas sintezon de klorofilo. El la plej sentemaj plantoj al ĝia manko estas pizo kaj lino. Manko aperas precipe sur grundoj kun intense baza reakcio. Ĉefa simptomo de malsaniĝo estas interangia makula flaviĝado de folioj. Malintensiĝas fotosinteza asimilado, malaltiĝas efikeco de vegetaĵaj enzimoj.

### 2.5. Signifo de molibdeno (1), (3), (4), (6)

Molibdeno estas ege grava etkvanta elemento por fabacoj (papiliacoj), kie ĝi estas necesa helpanto en asimilado de aera nitrogeno per mikroorganismoj. Sed ankaŭ por nefabacaj plantoj estas Mo grava kiel ingredienco de fermento nitratreduktazo. Tre sentemaj al manko de ĉi-tiu elemento estas: fabacoj, lino, sabeliko, florasiko. Simptomoj de malsaniĝo estas flavoverda koloro de foliaro, malsaneca plilongiĝado de branĉetfinaĵoj. Multe malgrandiĝas rikoltajo.

### 2.6. Signifo de vanadio (3)

Vanadio estas unu el malplej konataj etkvantaj elementoj, sed malgraŭ tio ĝia senduba helpo en asimilado de aera nitrogeno per mikroorganismoj estas jam pruvita. Ŝajnas ankaŭ ke V katalizas sintezon de klorofilo ĉe kelkaj vegetaĵoj (*Scenedesmus*).

### 2.7. Signifo de zinko (1), (3), (4), (7)

Tre longe konata etkvanta elemento, zinko ĉeestas en vico da vegetaĵaj fermentoj necesaj por fotosintezo kaj helpas sintezon de klorofilo. Tre sentemaj al ĝia manko estas: lupolo, maizo, tritiko, hordeo, aveno, sekalo, sukurbeto, terpomo, abrikotujo. Simptomoj de malsaniĝo: flavaj strietoj sur folioj, ruĝeta koloro de randoj de junaj folioj, misformiĝas, malgrandiĝas aŭ tute malaperas fruktoj (precipe ĉe lupolo!).

### 2.8. Signifo de ceteraj etkvantaj elementoj

Efiko de fluoro kaj jodo estas ĝis nun diskutata kaj esplorata. Sed tute senduba estas signifo de ĉi-tiuj elementoj por animaloj kaj homoj mem. F helpas en meĉino kontraŭ difektemo de dentoj, I estas tute necesa por bona funkcio de tiroido. Tial animaloj bezonas ilin en sia nutraĵo (3).

Ankaŭ kromio, Cr, ŝajnas esti necesa elemento por kelkaj plantoj, ekz. por kukumo. Sed ĉi-tiu elemento apartenas ankoraŭ al tiuj multaj ĥemiaj elementoj, kiuj atendas sian pli detalan priesploron kaj eventualan vicigon inter etkvantaj elementoj (1).

## 3. Sterkoj kun etkvantaj elementoj

Kiel ni jam sufiĉe priskribis, kelkaj etkvantaj elementoj estas laŭ sia efiko relative longe konataj. Sed malgraŭ tio ĥemia industrio longajn jarojn ŝuldis al agronomio produktadon de ĥemiaĵoj kun etkvantaj elementoj en sufiĉa kvanto kaj kontentiga sortimento. Se ni ne konsideras esceptojn el ĉi-tiuaserto ( precipe sterkojn kun borio el unya duono de kuranta jarcento ), iom pli intensa esploro kaj aplikado de etkvantaj elementoj kaj en industrio kaj en agronomio estas farata dum lastaj du jardekoj.

En Tabelo 1 estas prezentataj kelkaj tipaj eŭropaj sterkoj enhavantaj etkvantajn elementojn, en Tabelo 2 kelkaj ĥemiaĵoj-koncentritoj kun ĉi-tiuj elementoj. Kompreneble ne povas temi pri kompleta listo, sed nur pri la tipaj ekzemploj (8).

Tabelo 1

Firmao	Nomo de sterko	Kvanto de ingrediencoj en pesaj procentoj
Agtukon G.m.b.H. Düsseldorf /Germanujo/	Blütal	40,0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 10,0 K <sub>2</sub> O; 0,7 MgO; 0,05 B; 0,04 Cu; 0,1 Mn; 0,02 Mo; 0,02 Zn; 0,02 Co.
BASF Ludwigsha- fen /Germanujo/	Bor-Nitro-phoska rot	13,0 N; 13,0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 21,0 K <sub>2</sub> O; 0,2 B.
Chem. Fabrik Köln-Kalk /Germanujo/	Bor-Kampka rot	13,0 N; 13,0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 21,0 K <sub>2</sub> O; 0,2 B.
Eerste Nederland- sche Coop. Kunst- mestfabriek Vlaa- rdingen /Neder- lando/	Sporumix A	20,0 MgO; 0,08 B; 1,2 Cu; 0,6 Mn; 0,1 Zn; 0,05 Co.
	Sporumix B	20,0 MgO; 0,6 B; 0,6 Cu; 0,025 Mo; 0,3 Zn; 0,05 Co.
Farbwerke Hoechst Frankfurt/M. /Ger- manujo/	Complestal Blankorn Hoechst	12,0 N; 12,0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 17,0 K <sub>2</sub> O; 2,0 MgO; 0,1 B; 0,04 Cu; 0,1 Mn; 0,02 Zn; 0,0005 Co.
	Complestal Hoechst 14/14/14	14,0 N; 14,0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ;

Daŭrigo de tabelo 1

Firmao	Nomo de sterko	Kvanto de ingredi- encoj en pesaj %
.....	.....	14,0 K <sub>2</sub> O; 0,1 B; 0,04 Cu; 0,1 Mn; 0,02 Zn; 0,0005 Co.
Guano-Werke Ham- burg /Germanujo/	Nordphosphat	25,0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 0,5-1,2 MgO; 0,01 B; 0,03 Cu; 0,03 Mn; 0,03 Zn; 0,001 Co.
.....	.....	.....
Kalichemie AG Hannover /Ger- manujo/	Bor-Rhe-Ka-Phos	11,0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 22,0 K <sub>2</sub> O 0,2 B.
.....	.....	.....
Österreichische Stickstoffwerke Linz /Aŭstrujo/	Bor-Nitrammoncal  Vollkorn "Linz" Spe- zial	20,5 N; 0,4 B.  10,0 N; 10,0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 15,0 K <sub>2</sub> O; 1,0 MgO; 0,05 B; 0,05 Cu; 0,05 Mn; 0,005 Zn.
.....	.....	.....
PřCHZ Přerov /Ĉeĥoslovakujo/	Superstop C  Superstop V	18,0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 0,05 B; 0,03 Mn; 0,015 Cu; 0,015 Zn.  18,0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 0,2 B; 0,4 Cu; 0,05 Mo; 0,15 Mn.
.....	.....	.....
Ruhr-Stickstoff AG Bochum /Germanujo/	Bor-Rustica rot  Bor-Ammonsulfatsalpeter	13,0 N; 13,0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 21,0 K <sub>2</sub> O; 0,2 B.  25,0 N; 0,3 B.
.....	.....	.....
Superphosphat Industrie Ham- burg /Germanujo/	Bor-Phosphat-Kali	10,0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 20,0 K <sub>2</sub> O; 0,2 B.
.....	.....	.....
VCHZ Synthesia Semtín /Ĉeĥoslovakujo/	Cererit	11,0 N; 9,0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 14,0 K <sub>2</sub> O; 5,0 MgO; 0,03 B; 0,004 Cu; 0,18 Mn; 0,033 Mo; 0,008 Zn.

T a b e l o 2

Firmao	Nomo de ĥemiaĵo /koncentrito/	Kvanto de ingrediencoj en pesaj %
Aglukon G.m.b.H. Düsseldorf /Germanujo/	Dynamal	2,5 B; 17,0 Cu; 2,7 Mn; kun Hg-kontraŭfungiloj.
Tennessee Corp. Atlanta /Usono/	ES-MIN-EL	0,15 B; 3,87 Cu; 9,87 Mn; 2,42 Zn.
VCHZ Synthesia Semtín /Ĉeĥoslovakujo/	Synborit C	6,37 B; 1,91 Cu; 6,37 Mn; 1,91 Zn.
	Synborit V	4,73 B; 9,46 Cu; 3,55 Mn; 1,18 Mo.

#### 4. Fontoj de etkvantaj elementoj

Krudmaterialon enhavantan etkvantajn elementojn por ĥemia sterk-industrio, aŭ eventuale por senpera apliko sur kampoj, ni povas ĉerpi el diversaj fontoj:

##### 4.1. Naturaj fontoj (3)

##### 4.1.1. Borio - B:

La plej gravaj mineraloj entenantaj borion estas el industria vid-punkto sasolino  $H_3BO_3$ , borakso  $Na_2B_4O_7 \cdot 10 H_2O$ , hidroboracito  $CaMgB_6O_{11} \cdot 6 H_2O$ , kolemanito  $Ca_2B_6O_{11} \cdot 5 H_2O$  kaj kelkaj aliaj mineraloj ĥemie similaj al tiu laste menciita. Temas pri sedimentaj mineraloj, plejparte bone solveblaj en akvo. Bone akvosolvebla sasolino kaj borakso estas uzeblaj eĉ sen industria prilaboro.

##### 4.1.2. Kobalto - Co:

El sterk-industria vid-punkto estas grava nur mineralo asbolano, kio estas hidroksidoj de Mn kun enhavo ĝis 40% CoO kiel almiksaĵo. Nesolvebla. Ceteraj kobaltaj mineraloj ne estas senpere uzeblaj pro ĉesto de arseno efikanta venene al vegetaĵoj.

##### 4.1.3. Kupro - Cu:

Sterke uzeblaj estas multaj kupraj mineraloj, krom tiuj nemultaj kiuj enhavas arsenon. Menciindaj estas precipe: kovelino  $CuS$ , ĥalkopirito  $CuFeS_2$

bornito  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ , halkosino  $\text{Cu}_2\text{S}$ , kuprito  $\text{Cu}_2\text{O}$ , eventuale ankaŭ malaĥito  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ , ĥrizokolo  $\text{H}_2\text{CuSiO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  kaj ĥalkantito  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Krom akvosolvebla ĥalkantito, kupraj mineraloj estas malbone solveblaj, tial antaŭ uzo industrie prilaborendaj.

#### 4.1.4. Mangano - Mn:

Menciindaj mineraloj: psilomelano  $\text{MnO}_2 \cdot \text{MnO} \cdot x\text{BaO} \cdot y\text{H}_2\text{O}$ , piro-luzito  $\text{MnO}_2$ , manganito  $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , rodonito  $\text{MnSiO}_3$ . Mangano ceterede estas en multaj aliaj mineraloj kaj ties eluzo dependas de konkretaj geografiaj kondiĉoj.

#### 4.1.5. Molibdeno Mo:

Por sterkaj celoj havas signifon el molibdenaj mineraloj nur molibdenito  $\text{MoS}_2$ , dua minebla mineralo - vulfenito - havas multe da plumbo.

#### 4.1.6. Zinko - Zn:

La plej grava estas sfalerito  $\text{ZnS}$ . Limigitan regionan signifon povas havi ankoraŭ zinkito  $\text{ZnO}$ , smitsonito  $\text{ZnCO}_3$  kaj goslarito  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Krom goslarito ĉiuj nesolveblaj.

#### 4.1.7. Fluoro - F kaj Jodo - I:

El sterk-industria vid-punkto nur unu fluor-portanta mineralo havas signifon, nome apatito  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ , kio estas ĉefa ingredienco de ĉiuj natur-fosfatoj. Nesolvebla en akvo. Vere menciindaj mineraloj pure jodaj ne estas, sed ĉi-tiu elemento kutime estas en sufiĉa kvanto en naturaj kaliaj saloj kaj en natur-fosfatoj.

#### 4.1.8. Ceteraj etkvantaj elementoj - Cr, Ni, V:

Kromio, nikelo kaj vanadio ne estas ĝis nun tiom multe eluzataj, tial paroli pri gravaj mineraloj por sterkado ne havas ĝis nun sencon. Ĉe kromio havas ĝenerale industrian signifon ĥromito  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ , ĉe nikelo estas eluzebla pentlandito  $(\text{Fe}, \text{Ni})\text{S}$  kaj por vanadio ĝiaj naturaj sulfidoj. Ceteraj nikelaj kaj vanadiaj mineraloj ofte entenas vegetaĵajn venenojn (ekz. Askombinaĵojn).

### 4.2. Industriaj forfalajoj

Supre menciitaj mineraloj havas tre ofte tioman signifon por aliaj branĉoj de ĥemia industrio kaj metalurgio, ke ilia senpera apliko por sterkaj celoj estas iom malŝparema. Tial en lastaj jaroj naskiĝis kutimo eluzi kiel fonton de kelkaj etkvantaj elementoj forfalajn ĥemiaĵojn el tiuj industri-branĉoj, kie oni prilaboras naturajn krud-materialojn je pli multekostaj produktoj, ol estas sterkaj.

Valora bori-porta forfalajo estas forfalaj substancoj el produktoj de  $H_3BO_3$  kaj  $Na_2B_4O_7$ . Ĉi-tiuj materialoj povas enteni ĝis 3,25% de borio (4).

Kobalto, kupro, mangano kaj vanadio estas haveblaj en ŝlako aŭ skorio el diversaj metalurgiaj fabrikoj. Krome oni povas manganon eltiri el post-flotada ŝlimo en mangan-ercaj minejoj, kie estas eĉ 10% Mn (4), (5).

Molibdeno estas eluzebla el forfalaj solvaĵoj de produktoj de ampoloj (lumbulboj) kaj el forfalaj ŝlimoj de fabrikoj produktantaj molibdenajn ĥemiaĵojn (4), (6).

Cetere en supre menciitaj ŝlako kaj skorio troviĝas longa vico da metalaj elementoj, kiuj plejparte en estonteco eble estos serĉataj kiel necesaj etkvantaj elementoj.

## 5. Apliko de etkvantaj elementoj

### 5.1. Apliko kun sterkoj (1), (3), (4), (5), (7), (10)

La plej ofta estas aplikado de etkvantaj elementoj kiel ingredienco de normalaj sterkoj, nome de tiuj sterkoj kiuj enhavas almenaŭ unu el "ĉefaj" sterkelementoj - N, P, K. Unu el plej bonaj portantoj de etkvantaj elementoj estas pro sia universala uzebleco superfosfato de ajna tipo. Ĝus priskribata aplikmaniero havas tri gravajn avantaĝojn pro kiuj ĝi estas pli ofta ol aliaj manieroj:

a/ malgranda kvanto de etkvanta(j) elemento(j) estas homogene enmiksita en grandegan kvanton de normala sterko. Tial estas preskaŭ evitata ebleco de trodozado (t.e. venenigo de vegetaĵoj pro troa kvanto de iu etkvanta elemento):

b/ Ĉi-tiu metodo ŝparas almenaŭ unu laboran operacion sur kampo, ĉar oni sterkas samtempe per "ĉefaj" kaj per etkvantaj elementoj;

c/ pro simila kialo kiel sub a/, estas etkvantaj elementoj enigataj en kampon vere homogene, egalkvante.

### 5.2. Memstara apliko (1), (3), (8), (10)

Ĉi-tiu aplikmaniero estu komprenata kiel uzo de pli-malpli koncentritaj ĥemiaĵoj entenantaj unu aŭ plurajn etkvantajn elementojn memstare, t.e. sen antaŭa enmiksado en normalan sterkon. La ĥemiaĵoj povas havi siajn ingrediencojn aŭ en akvosolvebla aŭ en nesolvebla formo. La unua formo estas plej ofta (ankaŭ en uzo kun sterkoj). Ĝia efiko estas unusezona kaj ĝi povas esti uzata aŭ kurace aŭ prevente.

Nesolveblaj formoj estas malpli oftaj kaj kutime ili estas uzataj por iom specialaj celoj, por kiuj ili estas speciale fabrikataj. Ilia celo estas precipe



provizi agrojn per etkvantaj elementoj por kelkaj sezonoj, tial uzo plejparte preventa. Ĉi-tiuj formoj estas aŭ diversaj kompleksaj kombinaĵoj, ekz. Zn-EDTA, aŭ diversaj vitrecaj resp. ŝlakecaj materialoj. Nesolvebleco de menciitaj kompleksaj ĥemiaĵoj ne estas senescepta, male kelkaj el ili estas ankaŭ solveblaj kaj komplekso havas specialan celon, ekz. defendi koncernan etkvantan elementon kontraŭ baza reakcio de grundo. Nesolveblaj formoj estas uzataj ankaŭ en normalaj sterkoj.

Memstara uzo ofte havas du malavantaĝojn:

- a/ ofte minacas trodozado de etkvanta elemento;
- b/ speciale prilaborataj ĥemiaĵoj estas multekostaj.

### 5.3. Senintenca apliko (3)

En moderna agronomio etkvantaj elementoj estas ofte uzataj tute senintence dum uzado de aliaj agro-ĥemiaĵoj (ne nur sterkoj):

a/ En sterkoj estas ofte diversaj elementoj, kvankam ili ne estis endozitaj en ilin. Ŝlako de Thomas enhavas vicon da tiuj elementoj, kun muelita naturfosfato aŭ kun superfosfatoj oni ĉiam aplikas sufiĉan kvanton de fluoro kaj jodo. Kaŭzo estas en deveno de krud-materialoj por diversaj sterkoj.

b/ En kontraŭherbaĉiloj kaj kontraŭinsektiloj ofte estas ankaŭ multaj etkvantaj elementoj, ekz. Cu, F.

Malavantaĝo de ĉi-tiu aplik-maniero estas ĝuste ĝia senintenceco, tial el sterka vidpunkto nesistemeco kaj nekontrolebleco.

## 6. Teknologio de etkvantaj elementoj

### 6.1. Prilaborado de krud-materialoj

Mineralojn aŭ industriajn forfalaĵojn oni prilaboras laŭ iliaj kvalitoj.

Akvosolveblaj materialoj (ekz.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  k. s.) estas kutime purigataj kaj plikoncentrataj per kristaligo, post antaŭa akvosolvado. Simila teknologio estas, se la favorata ingredienco troviĝas en solvaĵo.

Nesolveblaj materialoj estas muelataj kaj poste per acidoj (plej ofte  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) malkombinataj, por ke ili fariĝu akvosolveblaj, kaj fine oni ilin diversmaniere kristaligas. Malkombinado alkala, precipe amoniaka, ne estas tiom favorata, ĉar ĝi donas ne ĉiam bone uzeblajn produktojn. Precipe amoniako faras kun kelkaj metaloj kompleksajn kombinaĵojn, nesolveblajn kaj sedimentemajn (7).

Ŝlimojn oni devas antaŭ ajna prilaboro sekigi, ĉar kotecaj materialoj estas malbone manipuleblaj kaj dozeblaj.

Rezulte de priskribitaj teknologioj estas ĥemiaĵo entenanta pli aŭ malpli koncentritajn etkvantajn elementojn, eluzebla aŭ memstare (vidu 5.2.) aŭ en sterkoj. (vidu 5.1.). Pro tiu celo oni ofte miksas diversajn tiujn ĥemiaĵojn dozante ilin precize, kaj produktas miksaĵojn kun difinita kvanto de unuopaj etkvantaj elementoj por diversaj terkulturaj uzoj (Tabelo 2).

Kompleksaj kombinaĵoj, resp. menciitaj sterko-vitraĵoj, havas specialajn teknologiojn respondantajn al procezoj por similaj ĥemiaĵoj.

## 6.2. Enigado en sterkojn

Laŭ teknologio de koncerna sterko kaj formo de etkvanta elemento, oni povas enigi ĉi-tiun elementon dum diversaj fazoj de teknologia procezo:

### 6.2.1. Aldono de etkvantaj elementoj en ĉefan krudmaterialon

Materialo portanta etkvantajn elementojn povas esti dozata aŭ en solidan krud-materialon uzatan por produkti sterkon (ekz. en natur-fosfatan mueladon, en muelitan kalk-ŝtonon por salpetroj ktp.) aŭ en likvajn krud-materialojn, acidojn, kio estas favorata precipe ĉe nesolveblaj formoj, ĉar tio povas forigi unu operacion de antaŭa prilaboro (vidu 6.1.1.) - Figuro 1. Malavantaĝo de ĉi tiu prilaboro estas, ke ĉe multoperaciaj teknologioj oni tro pene devas gardi unu produktokvanton kun certa elemento, ke ĝi ne kunmiksi kun alia produkto. Ja produktado de sterkoj estas kutime egkvanta.

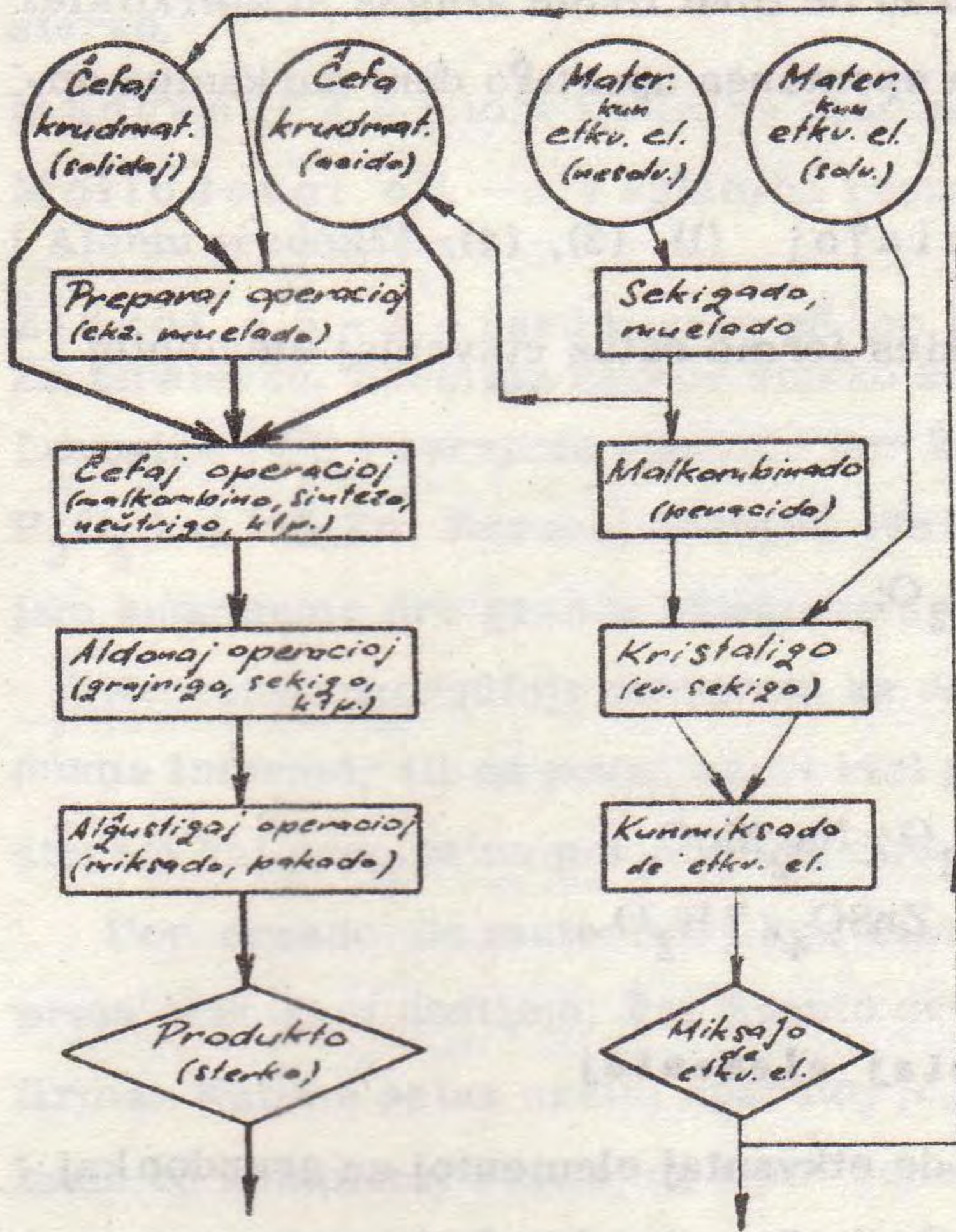
### 6.2.2. Aldono dum teknologia procezo

Pli ofta ol la antaŭa estas jena maniero. Oni povas aldoni etkvantajn elementojn dum teknologio, ekz. en reakciantan miksaĵon (superfosfata miksaĵo, fandaĵo de  $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3$ , nitro-fosfa miksaĵo ktp.), antaŭ grajnigo de sterko (uzata precipe ĉe pluringrediencaj sterkoj kaj superfosfatoj) aŭ eventuale dum sekigado aŭ aliaj operacioj (3), (10) - Figuro 2.

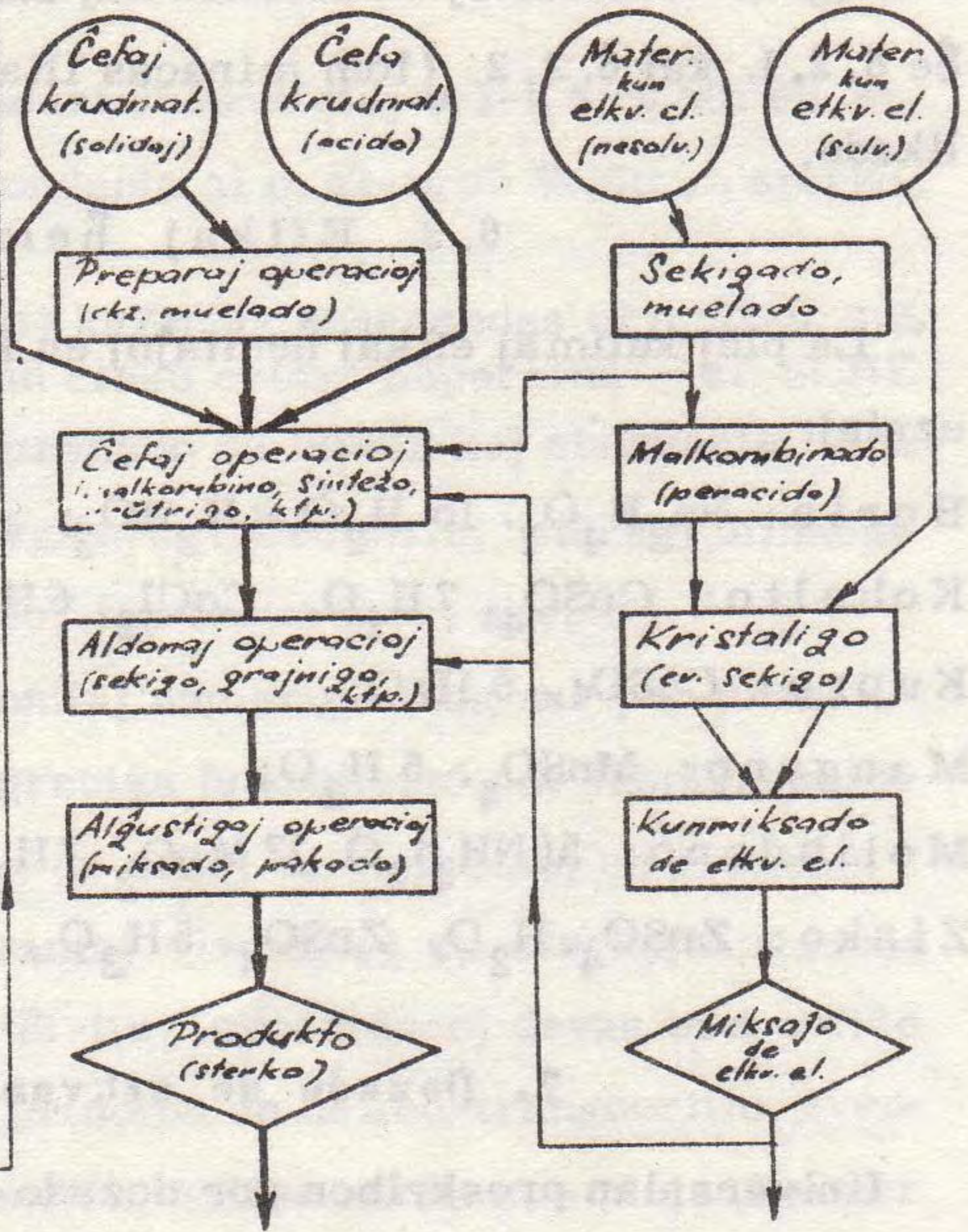
Avantaĝo de ĉi-metodo estas homogena enmiksado de etkvantaj elementoj kun sterko kun malpliigo de malavantaĝo de la antaŭa maniero. Se reakcianta miksaĵo estas acida, ankaŭ ĝi povas forigi antaŭan malkombinadon per acido (vidu 6.1.).

### 6.2.3. Aldono en finan produkton

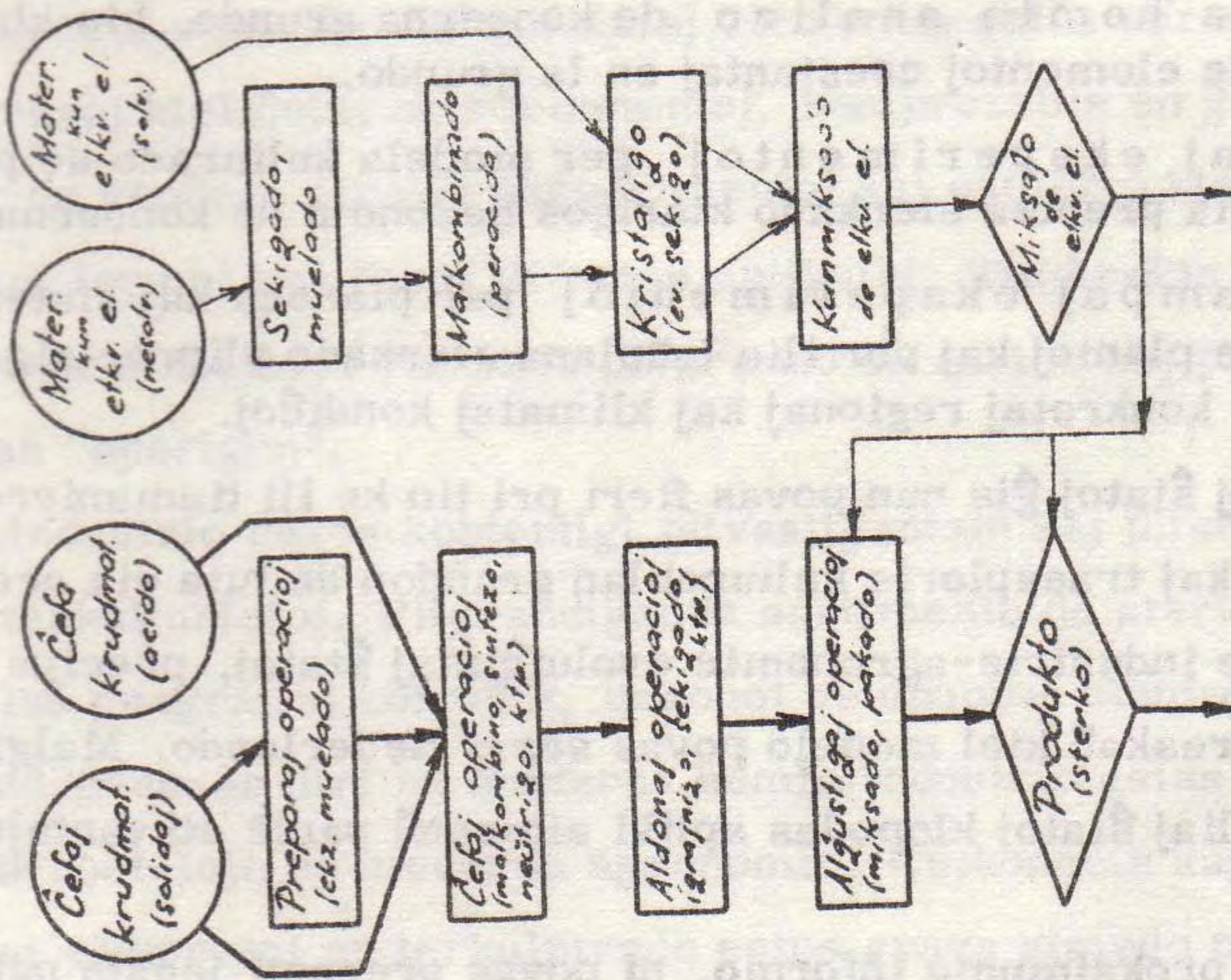
Ofte uzata maniero. Oni faras ĉi-tiun procezon aŭ dum malvarmigado de sterko aŭ en tute aparta aparato. La plej efika estas pulvor-tegado de koncerna sterko per portanto de etkvantaj materialoj (5) - Figuro 3.



Figuro 1  
Aldono de etkvantaj elementoj en ĉefan krud-materialon.



Figuro 2  
Aldono de etkvantaj elementoj dum teknologia procezo.



Figuro 3  
Aldono de etkvantaj elementoj en finan produkton /sterkon/.

Malavantaĝo de ĉi-maniero estas, ke etkvantaj elementoj ne estas tiom homogene enmiksitaj en sterkon kaj ankaŭ ne tiom firme alligas al sterkokiel ĉe 6.2.1. kaj 6.2.2. (Iom minacas ilia spontanea apartiĝo dum surkampa aplikado.

### 6.3. Efikaj ĥemiaĵoj (1), (3), (4), (7)

La plej kutimaj efikaj ĥemiaĵoj en kies formo estas etkvantaj elementoj uzataj:

Borio:  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ;

Kobalto:  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ;

Kupro:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;

Mangano:  $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;

Molibdeno:  $5(\text{NH}_4)_2\text{O} \cdot 12\text{MoO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$ ;

Zinko:  $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

### 7. Dozado de etkvantaj elementoj

Universalan preskribon por dozado de etkvantaj elementoj en grundon kaj por ilia kvanto en sterkoj tute ne eblas doni. Se oni volas fari vere precizan kaj seriozan decidon kiom da tiu aŭ alia elemento enigi en koncernan grundon, oni devas plenumi antaŭe tri jenajn punktojn:

a/ Kompletan ĥemiaĵan analizon de koncerna grundo, kiu klarigos stacion kaj formon de elementoj ceestantaj en la grundo.

b/ Florpotaj eksperimentoj per modela kulturado de planto en florpoto kaj per ĝia preciza sterkado klarigos bezonojn de koncerna planto.

c/ Sterk-kampaj eksperimentoj per planeca kaj sistemeca kelk-jara kulturado de plantoj kaj per ilia laŭplana sterkado pliprecizigos antaŭajn du punktojn je konkretaj regionaj kaj klimataj kondiĉoj.

Nur malmultaj ŝtatoj ĝis nun povas fieri pri tio ke ili tiamaniere kaj tiom profunde ekkonis kaj traesploris kultureblan grundon de tuta sia areo. Tiaj estas nur kelkaj alte industrie-agronomie evoluiĝintaj ŝtatoj, precipe okcident-eŭropaj, el kiuj preskaŭ kiel modelo povas servi Nederlando. Malgraŭ tiu aserto, ankaŭ en aliaj ŝtatoj klopodas apliki almenaŭ parte etkvantajn elementojn.

Tial, nur por proksimuma informo, ni povas prezenti jenajn numerojn: Kutimaj dozoj de etkvantaj elementoj (kompara kun Tabelo 1) movigas interlimoj, kie subaj numeroj estu komprenataj kiel preventaj dozoj, superaj plejofte kuracaj.

Borio: 0,5 - 2,0 kgB/ha, kio respondas al kutimaj 0,1-0,4 %B en sterkoj.

Kupro: 1,0 - 4,0 (eĉ 7,0) kgCu/ha respondanta al kutimaj 0,05-0,6 %Cu en sterko.

Mangano: 2,0 - 10,0 kgMn/ha respondanta al kutimaj 0,1-1,5 % Mn en st.

Molibdeno: 0,1 - 0,4 kgMo/ha respondanta al 0,02-0,05 % Mo en sterko. (Atentu trodozadon!)

Zinko: 0,5 - 2,0 (sed kurace eĉ 100,0) kgZn/ha, respondas al 0,02-0,3 % Zn en sterko. Speciala tipo de sterko kun zinko estas "Superzink" el SCHZ Lovosice (ĈS) servanta speciale por kuracado de lupolo kaj enhavanta 10 %  $P_2O_5$  kaj 10% Zn! Kuracaj dozoj eĉ 160 kgZn/ha! Ĉesimilaj sterkoj minacas jam kungluemo pro granda kvanto de salo, kiu emas sorbi akvon.

Necesas ankoraŭfoje substreki ke donitaj numeroj estas nur por proksimuma informo, ili ne povas servi kiel preciza fundamento por fabrikado de sterkoj kaj precipe ne por preciza difino de dozoj de elementoj en grundon.

Por dozado de materialoj kun etkvantaj elementoj en sterkojn necesas preni precizajn dozilojn, ĉar kvanto de ĉi-tiuj ingrediencoj devas esti sufiĉe firma. Kutime estas uzataj aparatoj je principo de helico-transportilo, eventuale eĉ kompletaj doziloj de tipo "Schenck". Apliko surkampa plej ofte per normalaj sterk-maŝinoj.

## 8. Konkludo

Videblas tute sendube, ke etkvantaj elementoj estas por ekzistado de vivaĵoj same gravaj kiel ĉefaj nutroelementoj, kompreneble en ĝustaj kvantoj. Dependas nur de senĉese farataj eksperimentoj kaj esploroj kiel longa estos ilia vico, en kiuj formoj kaj dozoj ili estos aplikataj. Tiudirekte agrokemiistojas ĉe komenco de sia evoluo kaj precipe grundo en Afriko kaj plejparte en Azio atendas sian "aperigon".

Ĥemia industrio devos kontentigi plivastigantajn kaj pliseverigantajn postulojn de terkulturistoj. Pligrandigados sortimento de sterkoj kun etkvantaj elementoj laŭ geografiaj kondiĉoj, bezonoj de unuopaj plantoj, specoj de grundo ktp. Sed necesas diri ke moderna Ĥemia industrio estas kaj estos kapabla plenumi postulojn de moderna agronomio. Celkonscia kaj scienca apliko de etkvantaj elementoj en terkulturado estos grava rimedo por altigado de rikoltaĵo kaj por sekurigo de sufiĉa kvanto de nutraĵoj por ĉiuj homoj ankaŭ en postevoluiĝintaj landoj.

## Literaturo

- (1) F. Duchoň, J. Hampl: "Agrochemie", ČSAZV + St. zem. nakl. Praha, 1962
- (2) J. Schneider, J. Veselý, F. Duchoň, J. Fabian, J. Hampl: "Výroba průmyslových hnojiv", SNTL Praha, 1959.
- (3) M. V. Katalimov: "Mikroelementi i mikroudobrenija", Himija Moskva-Leningrad, 1965.
- (4) A. Čunakov: "Bilancia mikroelementov v rastlinnej výrobe a problém hnojenia mikroelementmi", Agrochémia 1968, vol. 8, n-ro 6, pp. 181-182.
- (5) F. Duchoň: "Využití manganorudných odpadů při výrobě průmyslových hnojiv", Agrochémia 1965, vol. 5, n-ro 4, pp. 108-111.
- (6) S. Priehradný: "Výsledky pokusov as molybdenovaným superfosfátom", Agrochémia 1965, vol. 5, n-ro 1, pp. 5-7.
- (7) J. J. Mortvedt: "Crop Response to Applied Zinc in Ammoniated Phosphate Fertilizers", Journal of Agricultural and Food Chemistry 1968, vol. 16, n-ro 2, pp. 241-245.
- (8) J. Šebek: "Zhodnocení látek se stopovými prvky s ohledem na výrobní možnosti SCHZ Lovosice", SCHZ Lovosice, 1969.
- (9) J. Kašpar, V. Přistoupil: "Surovinové zdroje průmyslu", SNTL Praha, 1970
- (10) M. E. Pozin: "Tehnologija mineralnih udobrenij", Himija Leningrad-Moskva, 1965.