

## A talajkémiai és biokémiai tényezők döntő szerepe a burgonya leromlásában

BÉRES JÓZSEF

Mezőgazdasági Tájlaboratórium, Kisvárdá

A burgonya leromlása a rossz csírázóképeségben és a csökkenő termés-hozamban nyilvánul meg. Ennek okát eddig megnyugtató módon sem vírusos, sem ökológiai jelenségekkel megmagyarázni nem lehetett.

A burgonya gyökerében és gyökérszónájában végzett kémhatás vizsgálatok [4] olyan eredményekhez vezettek, amelyek a burgonyatermesztés gyakorlatában a leromlásos tünetek kialakulásával összeegyeztethetők.

A kémhatás vizsgálatokkal párhuzamosan végzett analízisek arra engednek következtetni, hogy az egyre fokozódó burgonyaleromlást a N és P felvételének kiegyensúlyozatlansága mellett nagymértékben felhalmozódó több vegyértékű kationok (Al, Co, Ni, Ca, Mo stb.) okozzák. Ezért kutatnom kellett a toxikusan ható elemek, a talaj szervesanyaga, valamint a növény kölcsönhatásait.

A részletek konkrét feltárása ma már nemcsak a burgonyaleromlás nézőpontjából látszik fontosnak, hanem más növények (csillagfürt, dohány, homoki lucerna, vöröshere stb.) termesztése szempontjából is jelentősek, ezen kívül egyes kórokozók fertőzőképességével szembeni rezisztencia, vagy fogékonyság kialakulásában a növény anyagcseréjének, a biokémiai rendszer állapotának nagy szerepe van [11, 20, 24].

### Anyag és módszer

A pH-ingadozás [4] biokémiai következményének, illetve előzményének megismerése végett olyan vizsgálatokat kellett végezni, amelyek természetes körülmények között tájékoztatnak a kémiai egyensúly megbomlásáról.

Ennek érdekében az alábbi vizsgálatokat végeztem el:

1. Leromlásos és egészségesebb burgonyát termő talajon a burgonya levelében az összes N és néhány fontosnak vélt több vegyértékű kation meghatározása a gyakorlatban tapasztalt és a pH-méréseknél kitűnt kritikus időszakban.

E célra szárfelhúzással előállított, előcsíráztatott, vetés előtt hosszában kettévágott *Güllaba* vetőgumót használtam fel úgy, hogy a gumó egyik felét leromlásos, másik felét egészségesebb gumót termő talajon vetettem el, azonos időben.

2. Folyamatosan tájékoztam az aszkorbinsav-tartalomról az enyhén betegnek látszó és egészségesebb *Güllaba* burgonya levelében, és tárolás alkalmával a gumóban.

3. Különbféle helyekről és talajokról burgonyagumókat gyűjtöttem be azzal a céllal, hogy ugyanazon gumó egyik fele szervesetlen elemeinek állapotát összehasonlítsam az elvetett másik fele termékenységgel, illetve leromlási állapotával, valamint előző évi termőtalajának kémiai adottságaival.

A kísérlethez az egyes táblák talajára jellemző kondíciójú, 10—14 dkg súlyú, egészségesnek látszó tövek alól zömmel *Gülbaba* gumókat szedtem meg.

4. A kénsavas ammóniák és a pézsisó N-tartalmú műtrágyák hatását vizsgáltam a burgonya Ca/Mg arányára, a talaj vízdoldható Ca-tartalmára és a B-felvétel alakulására meszezett és meszezetlen barna erdőségi vályogtalajon. Ismeretes ugyanis, hogy a meszezés után a burgonya átlagtermése és ezzel együtt B-tartalma is csökken. Mivel leromlásos burgonyanövények gumóiban is alacsonyabb a B- és magasabb a Ca-tartalom (4. táblázat), vizsgálatainkkal a két jelenség összefüggésére akartam rámutatni.

A Ca-ot, Mg-ot 0,05 n Komplexon III-al, az összes N-t Kjeldahl-roncsolás után Parnass-készüléken, a  $\text{NO}_3$ -ot brucinnal, az  $\text{NH}_4$ -t Nessler-reagenssel, a Co-t nitrozo R-sóval, a Ni-t dimetilglioximmal, a B-t quinalizarinnal, a Cu-ot  $\text{CCl}_4$ -os dithizonnal, az Al-t aurintrikarbonsavas ammónium által képzett vegyülete alakjában határoztam meg [2].

A levelek és gumók aszkorbinsavtartalmát TILLMANS [22] szerint diklórfenol-indofenollal, a Mo-t káliumrodanid jelenlétében  $\text{SnCl}_2$ -os redukálással határoztam meg.

### Vizsgálati eredmények

A természetes körülmények között fejlődött és a fejlődés kritikus szakaszában meghatározott elemek mennyiségei jól kifejezik egyrészt a leromlásos és egészségesebb talajon fejlődött növények közti különbséget, másrészt a két időpont között (VI. 10.—VII. 10.) eltelt idő alatt az egyes elemek mennyisége között bekövetkező változást, ami az 1. táblázatból szemlélhető.

#### 1. táblázat

Talált elemek a Gülbaba burgonyalevél szárazanyagának mg %-ában  
 $2 \times 100 - 100$  tő átlagában

A talált elemek megnevezése	VI. 25.		VII. 10.	
	a) leromlásos	b) egészséges	a) leromlásos	b) egészséges
Ca .....	1960	2140	3760	2560
Mg .....	720	820	760	876
c) Összes N .....	3100	4660	3160	4650
d) Nem fehérje $\text{NO}_3$ .....	6,4	0	7,2	ny
(szabad) $\text{NH}_4$ .....	1,2	ny	1,8	0,2
Co .....	0,32	0,12	0,45	0,26
Ni .....	1,6	0,6	2,8	0,8
B .....	0,26	0,52	0,32	0,68
Cu .....	28	12	30	26
Al .....	38	8	56	14

Az eredmények közül mint legfontosabbat megemlítem, hogy a leromlásos talajon fejlődött növényben kezdetben kevesebb a Ca, a B, és a N, mint az egészséges talajon fejlődöttben. A Co, Ni, Cu és az Al viszont több. A gumó kifejlődésének idejére a leromlásos talajon fejlődöttben már több a Ca, mint az egészséges gumót termő talajon fejlődött növényben. A B azonban most is kevesebb, a Co, Ni, Cu és az Al mennyisége pedig igen megnövekedett.

A leromlásos talajon fejlődött növényben sok szervesetlen N található, míg az egészséges gumót termő talajon a növényben alig mutatható ki  $\text{NO}_3$  és  $\text{NH}_4$ . NIGHTINGALE [17, 18] megállapítja, hogy a  $\text{NO}_3$  redukálás zömmel a gyökéret-

ben folyik le. Saját vizsgálatom ezzel egyező, azonban megállapítottam, hogy ha a gyökérzetbe mérgező anyag jut, és a növény ezt elhárítani nem tudja, akkor a redukálás szintere zömmel a levélzet lesz, de itt a többi káros elemmel felhalmozódó Mo a növényt megmérgezi.

Ezt az állapotot jól szemlélteti a 2. táblázat is, amelyben az adatok  $4 \times 10^{-10}$  növényre vonatkoznak.

2. táblázat

**Az egészséges és beteg burgonya levelének és gyökerének présnedvében talált elemek mennyiségének összehasonlítása  $4 \times 10^{-10}$  növény átlagában, a szárazanyag mg %-ában, a Mo ‰-lékében értendő**

(1) Mintavétel ideje: 1960.	(2) egészséges növény						(3) beteg növény							
	a) gyökér				b) levél		a) gyökér				b) levél			
	Al	Mo	NH <sub>4</sub>	No <sub>3</sub>	Mo	NH <sub>4</sub>	No <sub>3</sub>	Al	Mo	NH <sub>4</sub>	No <sub>3</sub>	Mo	NH <sub>4</sub>	No <sub>3</sub>
VI. 25.	0,4	12	1,4	2,6	8	1,6	2,2	2,8	10	1,2	5,8	18	0,6	8,2
VII. 1.	1,2	14	2,0	0,5	10	1,2	3,6	3,4	16	0,8	3,4	64	2,4	18
VII. 10.	1,6	16	0,8	0,8	14	0,4	4,8	22	14	0,4	2,8	146	2,8	28
VII. 15.	2,6	10	1,0	1,4	20	0,8	3,2	elpusztultak						

Az aszkorbinsav mennyiségének ingadozását a gyökérzethez juttatott különféle vegyületek befolyásolhatják [3, 23]. A 3. táblázat azt szemlélteti, hogy a leromlásos talajon fejlődő növényben az aszkorbinsav-tartalom körülbelül június 25-ig éri el maximumát, majd hirtelen csökken. Az ilyen növény alatt fejlődött gumóban alacsonyabb értéket vehet fel, mint az egészséges talajon fejlődőben. Az egészséges talajon később éri el maximumát a burgonyalevél aszkorbinsav-tartalma és az ilyen növény gumójában mennyisége a tárolás ideje alatt is állandóbb.

A különböző helyekről begyűjtött, és kettévágott Gülbaba vetőgumók egyik felének analízisét a másik felének hozamával összehasonlítva megállapítható, hogy a leromlásos gumókban a Ca/Mg viszony változó, ami a Ca túlsúlyában jut kifejezésre. A jól csírázó, nagyhozamú gumókban a Ca/Mg arány 1 : 2-nek adódik.

A N-tartalom a kis hozamú gumókban mindenütt kevesebb, mint a nagy termést adóknál, ahol mennyisége 0,90‰ fölött van. Ezzel szemben az Al, Ni, Co mennyisége a leromlásos talajon fejlődött növényekben az egészséges talajon fejlődőknek sokszorosa. Ez az állapot nemcsak táblánként, de tövenként is előfordulhat. A B a nagyhozamú gumókban több, mint a keveset termőkben, amint ez a többi elemek mennyiségével együtt a 4. táblázatból látható.

Itt kell megemlíteni azokat az eredményeket is, amelyeket a 4. és 5. táblázat adatainak összehasonlításával kapunk. A 4. táblázatban megadott sorszám alatt szereplő gumók az 5. táblázat azonos sorszámú helyeiről származnak.

Az 5. táblázatban a később leírt módszerrel meghatározott komplexkötésű és szabad toxikus elemek mennyisége, illetve megjelenése, valamint ugyanazon talajon termett vetőgumó toxikus elem tartalma és a termés hozama között összefüggés van, ami a toxikus elem tartalom növekedésével arányosan romló terméshozamban és csírázóképeségben jut kifejezésre.

A 6. táblázat azt mutatja, hogy a N csökkenő adagjaival párhuzamosan a vizes talajkivonat és a burgonyalevél Ca-tartalma növekedett. A pétisó műtrágyázásnál nagyobb mértékben, mint az ammóniumsulfát hatására.

A növény B-tartalma a talaj vízben oldható Ca-tartalmának csökkenésével emelkedő tendenciát mutat.

3. táblázat

**Aszkorbinsav tartalom a burgonyalevélben és gumóban  $5 \times 10 - 10$  növény átlagából kapott mg % 100 g nyerssúlyban**

(1) Mintavétel helye és a gumó fajtája	(2) Gumó állapota	Cu mg %	VI. 15.	VI. 20.	VI. 25.	VII. 1.	VII. 15.	(3) A gumó C vita- min tartalm- a XII. 28-án
			mintavételi napokon (1960.)					
Tornyospálca Gülbaba	a) beteg	6,86	8,0	10,0	16,0	8,6	2,4	1,8
Döge, Gülbaba	b) egészséges	3,6	6,4	8,2	14,0	24,6	12,2	15,4
Kisvárdá, Gülbaba	b) egészséges	2,4	7,8	8,2	10,6	22,0	10,2	14,2
Nyírlövő, Gülbaba	a) beteg	8,12	6,2	17,4	7,2	4,3	—	2,6
Kécske, Gülbaba (lápi talaj)	b) egészséges	1,14	4,4	6,6	8,4	18,3	20,2	16,8
Nyírkársz, Arany- alma	a) beteg	12,4	8,8	16,2	28,4	20,6	10,0	6,4
Baktalórántháza Gülbaba	a) beteg	10,6	7,8	9,4	17,2	8,2	—	4,8
Anares, Gülbaba	a) beteg	6,14	8,6	12,8	23,2	6,2	—	9,6
Kisvárdá, Gülbaba	b) egészséges	2,84	12,0	18,4	19,6	24,0	18,0	16,2
Dombrád, Gülbaba	b) egészséges	1,84	9,12	12,4	14,8	16,6	22,4	14,2
Dombrád, Gülbaba	a) beteg	12,6	8,6	14,4	26,8	14,2	6,2	8,4

Megjegyzés: A Cu 1960. VII. 1-i mintából  $\text{CCl}_4$ -os dithizonnal meghatározva, szárazanyagra vonatkoztatott mg % érték.

A nagyobb mennyiségű vízben oldható Ca-ion jelenléte a talajban természetesen csökkenéshez és a minőség romlásához vezet. A B élettani szerepéről [8, 21] és a meszezés burgonyatermést csökkentő hatásáról [19] már mások is megemlékeztek.

### Az eredmények megvitatása

Egyrészt a közölt eredmények, másrészt a laboratóriumi munkánk rendkívül sok esete azt látszanak igazolni, hogy a burgonya nagyfokú leromlását a nem kívánt mennyiségben felhalmozódó többvegyértékű elemek, főként a Ca, Al, Co, Ni, Mo stb. okozzák, s ebben a N és P elégtelenségnek is szerepe van.

KITTAMS [13] megállapítja, hogy a kritikus levélszint burgonyánál szárazanyagra vonatkoztatva 60% összes N. Tapasztalatom szerint a különböző burgonyafajtáknál az összes N-tartalom ritkán található 50% fölött. A gumó N-tartalma 0,6—1,3% között ingadozik.

A Co szerepével már foglalkoztam [3]. Az Al, Ni, Mo és a Ca toxikus tulajdonsága is közismert. Katalizáló, inhibitor és toxikus tulajdonságaikkal DOBY [8], FRENÝÓ [9], CROOKE [7], MAGNICKIJ [16], és ALJAMOVSKIJ [1], valamint DI GLÉRIA [10] foglalkozik.

A gumó szárazanyagában Al-ból 0,09—76 mg<sup>0/0</sup>-ot találtam, mások [11, 13] 0,2—36 mg<sup>0/0</sup>-ot. A Ni igen toxikus hatású. Már csekély könnyen oldható mennyiség is csapás a burgonyára. A Nyírségben a gumó szárazanyagára vonatkoztatva 0,004—4000 γ között találtam. Mások [11, 13] vizsgálata 6—26 γ közötti mennyiséget jelez. A B-ral szemben a burgonya nagyigényű. Mennyi-

4. táblázat

A különféle talajokról begyűjtött Gülbaba vetőgumók analízise, 20 × 10—10 gumó átlaga

(1) A gumók sorszáma	(2) A gumókban talált elemek a szárazanyag mg % <sup>0/0</sup> -ában, a Co gammában							(3) A gumó hozama kg/tő
	Ca	Mg	N	Al	B	Ni	Co	
1.	45	89	1280	2,4	0,5	0,03	5	2,00
2.	82	110	986	16,0	0,26	0,26	7	0,25
3.	34	65	1120	2,0	0,40	0,02	4	1,80
4.	46	86	1060	10,0	0,36	0,08	6	1,20
5.	96	90	886	30,0	0,20	0,06	12	0,15
6.	67	102	954	18,0	0,34	0,14	8	0,30
7.	68	138	1420	3,0	0,60	0,03	6	2,60
8.	37	48	866	28,0	0,32	0,15	16	0,18
9.	52	101	1520	4,2	0,90	0,04	7	3,40
10.	48	92	1330	2,5	0,60	0,02	6	2,80
11.	54	76	740	38,0	0,80	0,006	2	0,08
12.	63	88	860	32,0	0,30	0,008	3	0,12
13.	68	46	920	14,0	0,20	2,24	12	0,06
14.	46	62	820	18,0	0,20	3,12	10	0,08
15.	56	75	880	6,0	0,35	1,12	16	0,10
16.	46	92	1420	4,0	0,70	0,03	7	3,00
17.	58	120	1260	6,0	0,40	0,02	5	2,12
18.	60	96	940	8,0	0,35	0,08	8	0,86
19.	84	64	780	6,0	0,36	0,12	15	0,06
20.	32	54	1040	8,0	0,25	0,08	9	1,06

sege akkor látszik kielégítőnek, ha minden 100 mg N-re a levélben legalább 100 γ körüli B esik. Ilyen esetben a gumók is eleget tartalmaznak belőle. BURNSTRÖM [6] említést tesz a B, a Ca, és az auxin kölcsönhatásairól.

A kései burgonyafajták több toxikusan ható elemet tűrnek el, mint a korábbi fajták. A kórtünet sokféle lehet a toxicitás kialakulásának igen sok lehetősége miatt.

A mérgezést előidéző felhalmozódás a növényben június második felére, július elejére mutat leginkább maximumot, bár ez az időjárástól és a talajadottságoktól függően előbb vagy később is bekövetkezhet. Ha nem alkalmazzuk kellő időben a szárfelhúzást, akkor a toxikus elemek a szénhidrátokkal a gumóba is bekerülnek és ezek csökkent termőképességűnek, vagy terméketlennek bizonyulnak. Az ilyen adottsággal rendelkező gumó a tárolási hőmérsékletre is igen érzékeny.

A csökkent termőképességet és a cérnacsírasságot nemcsak a toxikus elemek pusztá felhalmozódása idézheti elő, hanem ennek révén gátlást szenved a burgonya élettanilag aktív vegyületeinek, valamint a fehérjéknek a képzése is [3].

E megállapításhoz az a tapasztalat vezetett, hogy BARROLIER (cit. LINSKENS [15]), papírchromatográfiás módszereivel különféle csírázóképeségű

5. tábl-

A 4. táblázatban felsorolt Gülbaba vetőgumót termő talaj

(1) A talajminta száma, és származási helye	pH (H <sub>2</sub> O)	g <sup>l</sup>	CaCO <sub>3</sub> ‰	(2) Arany-féle kötöttségi szám	(3) Összes humusz (Tyurin szerint) ‰
1. Kékce	7,2	1,6	1,5	38	3,12
2. Ajak	6,2	3,5	0	34	1,65
3. Döge	5,8	8,1	0	40	4,12
4. Kiszvárd	6,4	2,5	0	32	1,60
5. Tornyospálca	6,3	5,0	0	33	2,14
6. Anarcs	7,4	0,2	2,4	35	1,45
7. Kiszvárd	7,6	0,6	2,12	35	5,25
8. Záhony	6,2	4,2	0	33	1,43
9. Kiszvárd	5,3	16,0	0	45	6,24
10. Szabolcsveresmart	6,6	8,6	0	47	3,84
11. Nyírkársz	5,6	6,2	0	32	1,80
12. Baktalórántháza	6,4	2,5	0	30	1,46
13. Ajak	6,0	3,0	0	36	1,90
14. Tuzsér	7,0	1,5	0	42	3,20
15. Tornyospálca	6,0	5,7	0	36	0,96
16. Döge	6,0	5,2	0	38	4,18
17. Tiszakanyár	7,4	1,2	0	35	2,25
18. Dombrád	6,5	4,0	0	43	1,75
19. Tornyospálca	5,8	9,0	0	34	3,25
20. Dombrád	5,8	24,0	0	42	4,42

gumók szabad aminosavainál és fehérjéinek hidrolizátumában lényeges eltéréseket tapasztaltam, amelyekről a közeljövőben beszámolok

A növényre káros elemek mobilizálható mennyiségének megállapításában a n KCl-os kicserélés nem vezet eredményhez csak akkor, ha pl. az Al megjelenik az adszorpciós komplexuson. *Ha a nKCl-os stb. kizárással Al-ion nem mutatható ki a talajoldatban, Al-mérgezés mégis felléphet!*

A talajban van olyan kötési állapot, melyből a gyökérszövet csekély H-ion leadása révén akár átmenetileg is mozgékonyvá válik az Al, Co, Ni stb., és a gyökérszűrők környezetében évről-évre mindjobban uralomra jutnak. Az ilyen ionokat nem képes a sóoldat oldatba vinni. A gyökérszűrők H-ionjainak leadása révén be is juthat a növénybe és megváltoztatja annak egész biokémiai rendszerét.

A mérgezés elhárítása érdekében olyan módszert kellett keresni, amellyel a talajban akár az átmeneti, akár a tartósan kedvezőtlen állapot meghatározható. A gyökérszövet akciót követve a 3 pH-ás HCl oldószer bizonyult legalkalmasabbnak. Ez az oldószer sem komplex, sem egyéb kötéseket nem támad meg, és a talaj tompító hatásával szemben is jelzi az elemeket, ha azok káros formában jelen vannak.

Tapasztalataim azt mutatják, hogy a toxikus elemek kétféle alakban jelentkezhetnek a talajoldatban: szerves-komplex kötésben, és H-ionok hatására felszabadult formában. Káros hatás csak ott jelentkezik, ahol a mozgékony elemek komplex képzésére nincs lehetőség. Ezek ismeretében a 3 pH-ás oldószer mindkét forma meghatározását lehetővé teszi egyazon talajoldatból.

*lázat*

**adatai a gumók sorszámára szerint**

(4) Hidrolizálható N	(5) Könnyen oldható		(6) n KCl-os kivonat Al tartalma	(7) Komplex kötésű toxikus elemek Al-ban ki- fejezve mg	(8) 3 pH-ás HCl-ben szabad ionok		
	P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -ben)	K (K <sub>2</sub> O-ban)			Al	Co	Ni
	mg/100 g talajtan				mg%	gamma%	
3,0	5,0	8,0	0	85	0	0	0
2,0	6,2	21,0	0	45	0,2	10	20
4,2	6,6	14,0	0	95	0	0	0
2,6	7,0	18,0	0	44	0	0	5
1,4	3,0	24,0	0	32	1,1	18	ny
2,0	4,4	8,0	0	30	0,4	0	32
4,6	12,0	8,0	0	63	0	0	0
1,8	20,0	35,0	0,56	111	1,3	30	25
3,8	9,6	7,2	0	60	0	0	0
3,2	5,0	12,0	0	65	0	0	0
2,8	9,0	32,0	1,14	25	3,1	0	0
1,8	3,0	6,0	0	42	2,76	3	5
0,8	3,0	18,0	1,04	31	1,34	6	80
1,4	10,0	24,0	0	38	0,89	10	30
1,2	3,0	12,0	0	28	0,56	2	68
4,4	3,6	6,0	0	40	0	0	0
3,8	4,6	12,4	0	32	0	0	0
2,0	20,0	25,6	0	32	0	0	8
1,6	3,8	11,0	2,24	48	3,0	4	70
2,6	8,0	4,0	0	112	0	2	ny

A módszer kivitele a következő:

Megfelelően előkészített légszáraz talajból 10 g-ot 100 ml-es Ehrlenmeyer-lombikba mérünk, hozzáadunk 50 ml 3 pH-ra beállított HCl-oldatot és egy percig rázzuk. Rázás után azonnal szűrjük. A szüredékből kiveszünk kémcsőbe 10 ml-t és hozzáadunk 1 ml 0,2 n HCl-t, majd 1 ml n ammóniumacetátot és 1 ml 0,1%-os aurintrikarbonsavas ammont. Minden szer hozzáadása után összerázzuk. Ezután 20 percig állni hagyjuk az oldatot, majd 0,5 ml n NH<sub>4</sub>OH-t és 0,5 ml n ammóniumkarbonát oldatot adunk hozzá, desztillált vízzel 20 ml-re egészítjük ki, jól összerázzuk és 10 perc múlva fotométeren mérjük a színintenzitást zöld színszűrővel. A módszer kolorimetriás meghatározásokra is jól alkalmazható. Az Al mennyiségét a színeződésből, ismert mennyiségű és hasonló módon előállított Al-kompleksszel való összehasonlítás útján határozzuk meg. A többi káros elemeket szükség esetén koncentráció után ugyanebből a talajoldatból határozzuk meg. Gyakorlati célra legtöbbször elegendő az Al meghatározása. Sok szerves anyag esetén a színes oldatot aktív szénnel derítjük.

A talaj komplex kötésű Al stb. tartalmát ugyanabból az oldatból határozhatjuk meg előzetes kénsvas roncsolás után. Az összmennyiségből levonva a közvetlen meghatározott értékeket, a komplexkötésű elemek mennyiségét kapjuk. Szükség szerint a zavaró ionokat leválasztjuk.

A módszer alkalmazásának érzékelésére lásd az 5. táblázatot, melyben a toxikus elemek és a termőképesség viszonya is szemléltethető.

A felhozott káros hatásokkal szemben a homoki lucerna még a burgonyá-

nál is érzékenyebb. A csillagfürt, a dohány, cukorrépa, vöröshere stb. csökkenő terméseredményeinek oka, ezernyi adat bizonyítja ezt, a toxikus elemek jelenléte, amelynek leküzdésével a következő [5] közleményemben foglalkozom.

6. táblázat

A N műtrágya adagolásának hatása a Ca Mg arányára, a B felvételére, a vizes talajkivonat Ca-ion mennyiségére meszezett (20 q kh CaCO<sub>3</sub>), és meszezetlen talajon. A Mg mennyisége egynek számít

(1) Megnevezés	(2) N nélkül	(3) Ammoniumsulfát kg/kh				(2) N nélkül	(4) pétisó kg/kh			
		50	80	100	150		50	80	100	150
A) Meszezett talaj :										
a) 1957. VII. 5-én levélben a Ca/Mg	7	6,4	6	6	4	7	7	6,5	6	5
b) 1957. VII. 5-én vett gumóban Ca/Mg arány	1,2	1	0,7	0,6	0,5	1,4	1,3	0,8	0,7	0,64
c) A lomb B tartalma (a szárazanyag mg <sup>0</sup> / <sub>0</sub> -a)	0,3	0,4	0,8	1,6	2,8	0,3	0,3	0,4	0,8	2,0
d) 1 : 5 vizes talajkivonat Ca-ion tartalma mg <sup>0</sup> / <sub>0</sub> -ban	7,3	6,3	5,3	4,7	2,8	7,3	6,6	5,8	6,0	4,8
e) Betakarított termés q/kh	40	55	60	76	126	42	48	58	66	102
B) Meszezés nélkül :										
f) A lomb Ca/Mg aránya	6	6	5,4	4,5	4,5	6	6,3	6,5	5,5	5
g) A gumó Ca/Mg aránya	1,4	0,8	0,8	0,7	0,56	1,38	0,9	0,9	0,7	0,7
c) A lomb B tartalma (a szárazanyag mg <sup>0</sup> / <sub>0</sub> -a)	0,5	0,8	1,6	1,8	2,8	0,56	0,7	1,0	1,2	1,6
d) 1 : 5 arányú vizes talajkivonat Ca-ion tartalma mg <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	6,1	5,8	4,8	4,0	3,3	6,2	6,4	6,8	6,8	6,04
h) Termésátlag q/kh	52	60	65	70	96	52	56	60	65	85

Megjegyzés : A kísérlet 4-szeres ismétlésben 40 m<sup>2</sup>-es parcellákon történt. A közölt adatok a parcellák 10—10 növényeinek átlagát mutatja. A talajminta 10—10 helyről, 15 cm mélységből véve. A 150 kg N műtrágyát kapott parcellák a műtrágyán kívül 150 q/kh érett istállótrágyát is kaptak.

### Összefoglalás

A burgonya fokozódó leromlása az ökológiai tényezők közelebbi megismerését teszi szükségessé.

Ennek érdekében a Gülbaba burgonya lombjában, gumójában és talajában meghatároztam a károsan ható kationok (Al, Ca, Co, Ni stb.) mennyiségeit a fejlődés kritikus időszakában, leromlásos, és egészségesebb burgonyát termő talajon. A vizsgálatot kiterjesztettem az aszkorbinsav-tartalom alakulására is. A kapott eredményeket összehasonlítottam a vetőgumó másik felének termékenységével, illetve leromlásával.

A vizsgálat eredményei a gyakorlat tapasztalataival összhangban azt mutatják, hogy a burgonya fokozódó leromlását főként a túlzott mennyiségben felhalmozódó több vegyértékű kationok (Al, Co, Ni, Ca stb.) okozzák.

A toxikusan ható elemek a talajoldatban kétféle formában vannak jelen: szerves komplex kötésben és mozgékony, szabad formában. Káros hatás csak ott jelentkezik, ahol a szerves komplex képzésére nincs lehetőség. Mivel a káros formában megjelenő elemek meghatározása a szokásos módon [2] nem volt lehetséges, módszert kerestem és dolgoztam ki ezek meghatározására. A módszer lényege a 3 pH-s HCl oldószer alkalmazása, mely egyaránt alkalmas a komplex kötésű és a mozgékony toxikus elemek meghatározására.

A N és P felvételének maximuma leromlásos talajon alacsonyabb hőmérsékleten vagyis korábban következik be, mint „egészségesebb” talajon [4]. Az aszkorbinsav-tartalom legmagasabb értékét a N- és P-felvétel maximumának idejében éri el. Ezután leromlásos talajon az aszkorbinsav mennyisége rohamosan csökken, és tárolás ideje alatt is alacsonyabb marad, mint az egészséges gumókban.

*Érkezett: 1962. május 6.*

### Irodalom

- [1] ALJAMOVSKIJ, N. I.: Izvesztkovanie dernovo- podzolisztüh pocsv. Moskva. Gosz. izd. szelszkohozajsztvennüj literatürü (31) 461—498. 1955.
- [2] BALENEGGER, R.: Talajvizsgálati módszerkönyv. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1953.
- [3] BÉRES, J.: Adatok a burgonya leromlásának okaihoz. Agrokémia és Talajtan. **4.** 535—548. 1960.
- [4] BÉRES, J.: A burgonyaleromlással kapcsolatos kémhatás vizsgálatok a burgonya gyökerében és gyökérszónájában. Agrokémia és Talajtan. **12.** 135—144. 1963.
- [5] BÉRES, J.: Kiküszöbölhető-e a káros talajállapot hatása a burgonya leromlásában? Agrokémia és Talajtan. **12.** 157—166. 1963.
- [6] BURNSTRÖM, H.: Physiology of Root Growth. Annual Review of Plant Physiology. 237—252. 1953.
- [7] CROOKE, W. M.: Effect of heavy metal toxicity on the cationexchange capacity of plant roots. Soil. Sci. **86.** 231—240. 1958.
- [8] DOBY, G.: Növényi biokémia. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1959.
- [9] FRENYÓ, V.: Növényélettan. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1959.
- [10] DI GLÉRIA, J.: Mezőgazdasági Kémia. Akadémiai Kiadó. Bpest. 1959.
- [11] JIA-HSI-WU, HILDEBRANDT, A. C. & RIKER, A. J.: Virus-host relationship in plant tissue cultures. Phytopatology. **50.** 587—594. 1960.
- [12] KAMARAZ, A. J.: Ágrotechnika kartoffelja b necsernozennoj polosze. Szeljhozgiz. Moskva—Leningrad. 1949.
- [13] KITAMS, H. A.: Nutrient Status Survey of Potatoes in Northwestern Washington. Better Crops with Plant Food. **40.** 17—19. és 36—40. 1956.
- [14] KRÖNER, W. & VÖLKSEN, W.: Die Kartoffel. Johann Ambrosius Barth Leipzig. 1950.
- [15] LINSKENS, H. F.: Papierchromatographie in der Botanik. Springer Verlag. Berlin—Göttingen—Heidelberg. 1959.

- [16] MAGNICKIJ, K.: Vlijanie pocsvennoj kyszlosznoszti na roszt i razvitie rasztennij. Nauka i per. Opüt v Sz/h **8**. (11) 49—51. 1958.
- [17] NIGHTINGALE, G. T. & SCHERMERHORN, L. G.: Agr. Expt. Sta. Bull. 476. New Jersey. 1928.
- [18] NIGHTINGALE, G. T. & ROBBINS, W. R.: Agric. Expt. Sta. Bull. 472. 1—32. New Jersey. 1923.
- [19] PRJANJISNYIKOV, D. N.: Agrochimija. Izd. AN. SSSR Moszkva. 1552.
- [20] RUBIN, B. A.: Biochimiceszkije osnovü immunitéta rasztennij. Agrobiologija. (6) 894—907. 1959.
- [21] SKOK, J.: The roole of beoron in the plant cell. Acad. Press. Inc. New York. 1958.
- [22] TILLMANS, J. Z.: Unters Lebensmittel. **54**. 33. 1927.
- [23] TOMBESI, L.: Nutrizione minerale a attivata enzimatiche delle piante. Compendio di ricerche eseguite particolarmente si Nicotiana tabacum cv. „Virginie Bright”. Annali della sperimentazione agraria. Roma. **12**. 1515—1525. 1958.
- [24] UBRIZSY, G.: Növénykörtan. Akadémiai Kiadó. Bpest. 1952.

### Рецающая роль почвенно-химических и биохимических факторов в вырождении картофеля

Й. БЕРЕШ

Районная сельскохозяйственная лаборатория при МТС г. Кишварда (Венгрия)

#### Резюме

Вырождение картофеля проявляется в плохом проростании и в пониженной урожайности, причина этого не объясняется ни вирусами, ни экологическими факторами. Результаты анализа реакции среды почвы и питательных элементов в растении показали, что сильное вырождение вызывается, кроме неуравновешенности содержания азота и фосфора в растениях, еще и накоплением в больших количествах поливалентных элементов (Al, Co, Ri, Ca, Mo и т. д.). Исходя из этого положения, автор исследовал взаимосвязь между органическим веществом почвы, токсически действующими элементами и растениями. Вскрытие сущности вопросов этой взаимосвязи может быть так же полезным при возделывании люпина, табака, песчаной люцерны, сахарной свеклы, красного клевера и т. д.

Исследования нарушения химического равновесия в растении были проведены с сортом картофеля гюль-баба. Опыты велись на почвах где наблюдалось вырождение картофеля и на тех почвах, где его не было. Автор показал, что накопление токсически элементов происходит во второй половине июня и в начале июля. Если во время не применить метод вырывания стеблей, то токсические элементы совместно с углеводами транспортируются в клубни. Такие клубни не имеют нормальных проростков, урожайность их понижена. Явление интоксикации проявляется в корневой системе, ботве картофеля еще до передвижения веществ в клубни, происходит торможение синтеза биологически активных соединений (аминокислот, белков и т. д.).

Накопление токсических элементов в растениях происходит даже в тех случаях, если эти элементы не удается извлечь из почвы при обработке её 1 н. раствором KCl. Необходимо было найти такой растворитель, который подобно корневым выделениям мог бы переводить катионы в раствор. Для этой цели самым пригодным оказался раствор HCl с pH—3. Этот растворитель не разлагает ни комплексные соединения, не твердую фазу почвы, а буферная способность почвы в этом случае не препятствует определению этих элементов.

В солянокислой вытяжке с pH—3 токсические элементы находятся в двух формах: в форме органических комплексных соединений и в свободной доступной форме. Вредное действие проявляется только там, где нет возможности образования органических комплексных соединений.

Проводили так же определение аскорбиновой кислоты. Выявилось, что максимальное содержание аскорбиновой кислоты наблюдается при максимальном поглощении азота и фосфора. На почвах, где наблюдается вырождение картофеля такие максимумы возникают раньше и при более низких температурах, чем на «здоровых» почвах. На первых почвах после максимума наблюдается быстрое снижение содержания аскорбиновой кислоты и оно будет меньше в клубнях вырождающегося картофеля, по сравнению с клубнями картофеля, выращенного на «здоровой» почве.

*Табл. 1.* Содержание элементов в листьях картофеля сорта Гюль-баба в мг. % на сухое вещество. Среднее 2 X 100—100 кустов картофеля. 25 июня и 10 июля. (1) Название элементов а) в растениях с признаками вырождения, б) в здоровых, с) всего, d) небелковых (свободных).

*Табл. 2.* Количество элементов в соке выжатом из листьев и корней больных и здоровых растений картофеля, среднее из 4 X 10—10 растений, в мг. % на сухое вещество. (1) Время взятия образца. (2) Здоровое растение, а) корни, б) листья, (3) Больное растение.

*Табл. 3.* Содержание аскорбиновой кислоты в листьях и клубнях картофеля, среднее из 5 X 10—10 растений, мг. % от сырого веса. 15 июня, 20, 25 июня, 1 и 15 июля 1960 г. (1) Место взятия образца и сорт картофеля. (2) Состояние клубней а) больные, в) здоровые. (3) Содержание витамина С в клубнях 28 XII.

*Табл. 4.* Анализ посадочных клубней картофеля, полученных с различных почв, среднее из 20 X 10—10 клубней. (1) Номер клубней. (2) Элементы, находящиеся в клубнях в мг. % на сухое вещество, °C в гаммах. (3) Вес клубней в кг/куст.

*Табл. 5.* Данные исследований почв, приведенных в 4 табл. (1) Номер и место взятия почвенного образца. (2) Связность по Арань. (3) Гумус по Тюрину в №. (4) Гидролизующий азот. (5) Подвижный. (6) Содержание Al в H и KCl вытяжке. (7) Токические элементы имеющие комплексные соединения, вырощенные через Al в мг. (8) Свободные ионы в HCl с pH—3.

*Табл. 6.* Влияние внесения азотных удобрений на соотношение Ca/Mg, на поголошение В и на количество ионов Са, в водной вытяжке известкованной (20 ц) к. хольд СаСО<sub>3</sub> и неизвесткованной почвы. (1) Название А) Известкованная почва. В) Неизвесткованная почва. а) Са/Mg в листьях, 5 июля 1957 г. в) Са/Mg в клубнях, 5 июля 1957 г. с) Содержание в листьях В) в мг. % на сухое вещество). d) Содержание Са в водной вытяжке из почвы 1:5. e) Полученный урожай ц/кат. хольд. f) Соотношение Са/Mg в листьях. g) Соотношение Са/Mg в клубнях. h) Средний урожай ц/кат. хольд. (2) Без азота. (3) Сульфат аммония кг/к. х. (4) Соль Пети. (Известково-аммиачная селитра).

## Über die entscheidende Rolle der bodenchemischen und biochemischen Faktoren auf den Kartoffelabbau

J. BÉRES

Landwirtschaftliches Laboratorium, Kiszárda (Ungarn)

### Zusammenfassung

Der Kartoffelabbau gelangt in der geringeren Keimfähigkeit und niedrigerer Ertragsleistung zum Ausdruck, doch können seine Ursachen weder mit den virösen, noch den ökologischen Faktoren zufriedenstellend erklärt werden.

Untersuchungsergebnisse der Bodenreaktion und damit parallel geführte Bodenanalysen lassen darauf schliessen, dass der ständig zunehmende Kartoffelabbau der — bei unharmonischer N- und P-Aufnahme — hochgradigen Anhäufung von mehrwertigen Kationen (Al, Co, Ni Ca, Mo usw.) zuzuschreiben ist. Von dieser Vorstellung ausgehend habe ich Untersuchungen über Wechselwirkungen zwischen den toxisch wirkenden Elementen, dem Gehalt des Bodens an organischen Substanzen und der Pflanze geführt. Die erhaltenen Hinweise sind auch vom Gesichtspunkt des Anbaues von Lupinen, des Tabakes, der Bastardlucerne, der Zuckerrüben, des Rotklees usw. von Bedeutung.

Die Untersuchungen über die chemische Gleichgewichtsstörung wurden überwiegend mit der Kartoffelsorte »Gülbaba« geführt, usw. sowohl auf Abbau, als auch auf gesunden Böden; es konnte festgestellt werden, dass die Anhäufung der schädlichen Elemente in der Regel auf die zweite Hälfte Juni und erste Hälfte Juli fällt. Falls das Kartoffelstauden nicht rechtzeitig aufgezo-gen wird, gelangen die toxischen Elemente mit den Kohlenhydraten in die Knollen, was dann zu Fadenkeimigkeit und Schwächung der Ertragsfähigkeit führt. Die Intoxikation nimmt jedoch vor dem Abwandern in die Knollen ihren Anfang, im Wurzelwerk und im Kartoffellaub, da auch die Bildung physiologisch aktiver Verbindungen — Aminosäuren, Proteine, usw. — ebenfalls gehemmt ist.

In der Pflanze können sich die toxischen Elemente auch in dem Falle anhäufen, wenn diese mit n KCl-Ausschüttelung in der Lösung nicht nachweisbar sind. Zur Prüfung der Wurzelaktionen musste deshalb ein Lösungsmittel gesucht werden, mit der schon auf Einfluss der geringen H-Ionmengen des Wurzelwerkes bewegte Katione in Lösung gebracht werden können. Zu diesem Zweck erwies sich das HCl-Lösemittel von 2 pH am besten geeignet. Durch dieses Lösemittel werden weder die Bindungen der komplexen, noch die der festen Phase angegriffen und die schädlichen Elemente werden trotz der Pufferwirkung des Bodens angezeigt.

Die toxisch wirkenden Elemente sind in der 3 pH-HCl-Lösung in zwei Formen vorhanden: in organischer Komplexbindung und in freier Bewegung. Eine schädliche Wirkung tritt nur dort auf, wo die Möglichkeit zur Bildung eines organischen Komplexes fehlt.

Die Untersuchungen wurden auch auf die Bestimmung des Ascorbinsäuregehaltes ausgedehnt. Der Ascorbinsäuregehalt zeigt bei maximaler N- und P-Aufnahme die höchsten Werte. Dieser Punkt tritt bei Abbauböden etwas früher, bei etwas niedrigerer Temperatur ein, als auf Gesundheitsböden. Bei Abbauböden zeigt sich nach dem Maximum eine plötzliche Abnahme und der Wert bleibt auch während der Lagerzeit niedriger, als in den Knollen von Gesundheitsböden.

*Tabelle 1.* In Blättern der Kartoffelsorte Gülbaba bestimmte Elemente, im mg<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der Trockensubstanz, aus dem Mittel von je 2×100 Stauden; Prüftermine 25.6. und 10.7. (1) Benennung des bestimmten Elementes; a) abbaukranke, b) gesunde, c) gesamt, d) nicht Eiveiss (frei).

*Tabelle 2.* Vergleich der im Blatt- und Wurzelpressaft gesunder und kranker Kartoffeln bestimmten Elemente, im Mittel von je 4×10 Pflanzen, ausgedrückt im mg% der Trockensubstanz, bzw. % des Mo. (1) Zeitpunkt der Stichprobenahme, (2) gesunde Pflanze, a) Wurzel, b) Blatt, (3) kranke Pflanze.

*Tabelle 3.* Ascorbinsäuregehalt in den Kartoffelblättern und Knollen, im Mittel von je 5×10 Pflanzen, im mg% von 100 g Frischgewicht. Prüftermine: 15.6, 20.6., 25.6., 1.7 und 15.7 1960. (1) Ort der Stichprobenahme und Kartoffelsorte. (2) Gesundheitszustand der Knolle: a) krank, b) gesund. (3) Vitamin-C-Gehalt der Knolle, am 28.12.

*Tabelle 4.* Analyse der von verschiedenen Böden eingesammelten Knollen der Kartoffelsorte Gülbaba, im Mittel von je 20×10 Knollen. (1) Reihennummer der Knollen, (2) in den Knollen bestimmte Elemente, im mg% der Trockensubstanz, C° in Gamma ausgedrückt. (3) Knollenertrag kg/Kartoffelstaude.

*Tabelle 5.* Daten der Böden, von denen die in Tabelle 4 angeführten Knollen stammen, nach Reihennummer der Knollen. (1) Nummer und Herkunftsort der Bodenprobe, (2) Arany-sche Bindigkeitsziffer, (3) Gesamthumus (nach Tyurin), in ‰, (4) Hydrolisierbares N, (5) leicht löslich, (6) Al-Gehalt des n KCl-Extraktes, (7) komplex gebundene toxische Elemente, als Al- ausgedrückt (8) in 3 pH-HCl-Lösung frei vorhandene Ione.

*Tabelle 6.* Einfluss von Stickstoffmineraldüngung auf das Ca/Mg Verhältnis, auf die B-Aufnahme, sowie die Ca-Ionmenge der wässrigen Lösung, bei gekalktem (20 dz/Kat. Joch CaCO<sub>3</sub>-Gabe) und ungekalktem Boden. Die Mg-Menge = 1. (1) Bezeichnung, A) gekalkter Boden, B) ungekalkter Boden, a) Ca/Mg in Blättern, gepflückt am 5.7.1957, b) Ca/Mg-Verhältnis in Knollen, ausgehoben am 5.7.1957, c) B-Gehalt des Laubes (in mg% der Trockensubstanz), d) Ca-Ion-Gehalt der 1:5 wässrigen Lösung, in mg<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, e) geerntete Ertragsmenge, dz/Kat. Joch, f) Ca/Mg-Verhältnis des Laubes, g) Ca/Mg-Verhältnis der Knollen, h) Durchschnittsertrag dz/Kat. Joch. (2) ohne Stickstoffgabe, (3) Ammoniumsulfat, kg/Kat. Joch, (4) Pétió-Stickstoffdünger, kg/Kat. Joch.