

**Proceedings of the International Workshop
of SZIE KTK — MTA KB — MKTT — IPI
held at Budapest—Gyöngyös, Hungary
27–28. August 2002**

**Balanced plant nutrition
in horticulture
for high yield and quality**

**Kiegyensúlyozott tápanyagellátás
a kertészetben a nagy termés
és a jó minőség érdekében**

**Edited by I. Buzás
and E. A. Kirkby**



Balanced plant nutrition in horticulture
for high yield and quality

Kiegyensúlyozott tápanyagellátás a kertészetben
a nagy termés és a jó minőség érdekében

Szent István Egyetemi Napok keretében tartott nemzetközi tanácskozás

Budapest–Gyöngyös
2002

International Workshop of
Szt. István University, Hungary
Committee for Horticulture of Hungarian Academy of Science
Society for Horticultural Science of Hungary
International Potash Institute, Basel/Switzerland

Budapest–Gyöngyös, Hungary
27–28 August 2002

Balanced plant nutrition in horticulture for high yield and quality

*Kiegyensúlyozott tápanyagellátás a kertészetben
a nagy termés és a jó minőség érdekében*

Edited by: Dr. I. Buzás
KF Környezettudományi Intézet
Kecskemét, Hungary

E. A. Kirkby
University of Leeds
Leeds, UK



International Potash Institute
Schneidergasse 27, P.O. Box 1609
CH-4001 Basel/Switzerland
Phone: (41) 61 261 29 22/24
Fax: (41) 61 261 29 25
E-mail: ipi@iprolink.ch
Website: www.ipipotash.org

Szt. István University
Faculty for Horticulture,
Villányi út 29-43.
H-1118 Budapest, Hungary
Phone: (36) 1 372 6275
Fax: (36) 1 446 5049
E-mail: rekt@omega.kee.hu

© All rights held by: International Potash Institute
Schneidergasse 27
P.O. Box 1609
CH-4001 Basel/Switzerland
Phone: (41) 61 261 29 22/24
Fax: (41) 61 261 29 25
E-mail: ipi@iprolink.ch
Website: www.ipipotash.org

and

Szt. István University
Faculty for Horticulture,
Villányi út 29-43.
H-1118 Budapest, Hungary
Phone: (36) 1 372 6275
Fax: (36) 1 446 5049
E-mail: rekt@omega.kee.hu

2002

ISBN 963 85126 5 2

Printing: STRÉM Kiadóház, Hungary

Contents / Tartalom

Pop

<i>M. Böhme</i>	Strategies of vegetable nutrition in soil-less culture / A trágyázás stratégiája talaj nélküli zöldségtermesztésnél 7
-----------------	---

<i>Bernáth J.</i>	A tápanyag-ellátottság hatása a gyógy- és aromanövények biomasza- és speciálisanyag-produkciójára / Effect of nutrition on biomass and active agent production of medicinal and aromatic plants14
-------------------	---

<i>Terbe I., Slezák K., Knappel N. és Tóth K.</i>	A káliumtrágyázás hatása a zöldségnövények termésmennyiségére és minőségére / The effect of potassium fertilization on the yield and the quality of vegetable crops21
---	---

<i>Szűcs E. és Kállay T.</i>	Az almafák tápelem-ellátottságának, terméshozamának és a gyümölcs minőségének összefoglaló értékelése / Synthesis of nutrition, yield and fruit quality of apple (<i>Malus Domestica</i> Borkh.)38
----------------------------------	---

<i>Lévai P.</i>	Hidrokulturás dísznövénytermesztés gyökérrögzítő közegei és tápanyagellátása / Root-fixing materials and nutrition in hydroponical cultivation of ornamental plants 43
-----------------	--

<i>Schmidt G.</i>	Tápanyagellátási rendszerek a dísznövénytermesztésben / Fertilization systems (nutrition supply) in ornamental plant production49
-------------------	---

<i>Lakatos A.</i>	A szőlő tápanyag-gazdálkodási specifikumai a félszáraz trópusokon / Specific conditions of plant nutrition in viticulture of the semi-arid tropics 51
-------------------	---

<i>Szőke L., Eifert J., és Vármai Zs.-né</i>	Készlettrágyázási tartamkísérlet eredményei barna erdőtalajon, Eger, 1974–2001 / Results of a long-term stock nutrition experiment on brown forest soil in Eger (1974–2001) 64
--	---

<i>A. Hegedűsová and O. Hegedűs</i>	Influence of Cd contamination of soils to Quality of Vegetables / A talaj Cd-szennyeződésének hatása a zöldségfélék minőségére ... 72
<i>Csoma Z. és Forró E.</i>	Ásványi anyagok sav-bázis pufferoló hatásának összehasonlító vizsgálata / Assessment of acid-alkaline buffer capacity of growth media 78
<i>E. Madosa</i>	Study concerning the possibility for germplasm utilization for dust-pepper (paprika) in Western Romania / Különböző fajtajellemzők felhasználási lehetősége a paprika nemesítésében ... 87
<i>Horgos A., T. Bulboacă and D. Oglejan</i>	Utilisation of the productive resources of tomato hybride by arhitectural optimisation of the axial system and by fertilization / Paradicsom-hibridek termőképességének fokozása a termőfelület alakításával és a metszés optimalizálásával 97

Strategies of vegetable nutrition in soil-less culture

Humboldt-University of Berlin, Dept. Horticultural Sciences, Lentzeallee 75,
D-14195 Berlin, Email: michael.boehme@rz.hu-berlin.de

Summary

The principles involved in the preparation of nutrient solutions used in soil-less culture systems are discussed. Mostly, composition is based on a recipe obtained from the literature. Sometimes correction factors for some elements are included. Here, an algorithm to calculate the amount of fertilisers in nutrient solutions taking into account water quality, drainwater analysis, growth stages and radiation is presented and discussed. The currently used algorithm is well adopted for an open system and can also be applied in closed systems. For closed systems, however, the target values have to be corrected to avoid a surplus in nutrient supply. The calculation system can also be used if organic compounds are included in nutrient solutions.

Introduction

It is well established that conditions influencing nutrient supply to vegetables and ornamental plants grown in hydroponic systems differ greatly from those prevailing in soil. When calculating nutrient solutions required for hydroponic systems, however different culture techniques – such as substrate culture, water culture and aerponics – have, also to be considered in a subtly differentiated way. Nowadays, mostly recipes from the literature are used to prepare nutrient solutions. An essential improvement was introduced by Sonneveld and Straver (1989) with the development of correction factors for some elements. The interactions between nutrient supply and other growing factors, however, have still to be investigated further. Improved understanding of these interactions can lead to a higher yield and improved quality combined with better use of resources.

From now on for growing plant in greenhouses, there will be an increasing necessity to switch from open hydroponic systems to closed ones. Some countries, such as The Netherlands, have already enacted legislation demanding a swift transition in this change (Ammerlaan, 1993). Advantages of closed systems are their better environmental compatibility beside a more efficient use of inputs, particularly fertilizers and water. Currently, by „closed system” we chiefly mean the recycling of surplus nutrient solution (drainwater).

Several aspects have to be considered with regard to water and nutrient supply in drip-irrigated substrate culture: the amount of drainwater may vary widely from day to day, the nutrient concentrations in the surplus solution may vary, and there may be a certain inflow of harmful amounts of chlorine, sodium and sulphate, particularly from poor-quality water (Ohta et al., 1991; Böhme, 1994, 1995). One possibility to minimize or prevent adverse effects on plant growth is to use organic substances acting as bioregulators. According to previous investigations (Böhme, 1999), lactates (salts of lactic acid) and humic acid (Böhme, Hoang, 1997, Böhme et al., 2001) seem to produce bioregulatory effects. The application of lactates and humates was tested as an approach to improve both nutrient balance and plant vitality. It is contemplated, also from the ecological point of view, to use organic fertilisers. In most cases the availability and stability of such fertilizers had been the problem so far.

Against this background, several questions have to be answered for calculating the nutrient solution for different hydroponic systems:

- What could be used for an algorithm for calculation of different nutrient solution?
- How often should nutrient solution be applied?
- Large or small amounts of drain water – which is the better choice?
- Effects of closed system on water and nutrient balances;
- Is it possible to use organic nutrient solution?
- Are there effects from leaf treatments with organic substances?

To show some strategies for vegetable nutrition in soil-less culture three experiment are reported in this paper. Trials so far have been reported mainly with tomato (Guillaumin, 1992), but this crop does not yet allow a satisfactory evaluation of recycling techniques. That is why cucumber, known to be a more sensitive crop, was used for the experiments reported here.

Material and methods

Developing and testing of a calculating programme for nutrient solution in hydroponic systems

Experiments and modelling were aimed at the development of an algorithm, applicable in soil-less culture, e.g. substrate culture.

The algorithm has to take into account the nutrient content of the mineral or synthetic substrates used, the water quality, the growth stage of the plants and the light conditions as well as the supply of usable fertilizers. The nutrient content of the irrigation water is then based on this information calculated so that the daily requirements of the plants are continuously met.

The basic data for the computer program were obtained in experiments with various crop plants; the most extensive results were available for greenhouse cucumber. Several varieties and methods were examined in experiments conducted over the past 10 years.

Different substrates, e.g. rockwool, perlite and organic substrates were used in these experiments. In each variant, ca. 8 litres of substrate were available per plant. The preparation of the nutrient solution was regulated through an automatic pH and electric conductivity (EC) control. The amount of nutrient solution to be fed in was controlled depending on radiation intensity. Each plant was supplied with its own trickler. Chemical analysis of substrate, plants and excessive nutrient solution was made every two weeks.

Finally, an algorithm for a computer program was developed called „Hydrofer“ and tested in experiments with different crops. Here, results for cucumber are shown.

Comparison of open and closed systems with hydroponic substrate culture of cucumber

This experiment was carried out in a greenhouse with two separate nutrient solution cycles. In both test facilities, slabs (rockwool) or containers (perlite) were put in channels for drainwater collection. In the open system each channel collected the drainwater and its quantity was recorded daily. In the closed system the drainwater from all channels was collected in a pipe and put into a tank. This drainwater was then admixed to the „new“ solution, using the EC value of the drainwater as a basis.

The same amounts of substrate per plants were used. NETAFIM drip irrigation was used to supply the solution to the test plants. To eliminate substrate-specific effects on the drainwater, inert substrates, rockwool and perlite, were used exclusively.

The radiation threshold regulated the irrigation frequency. A separate radiation value was set for each variant. The radiation values were between 50 and 140 J * cm⁻² * d⁻¹. Due to the wide range of variation particularly in substrate water capacities, the amount of nutrient solution applied was continuously adjusted, and the dripping times had to be modified.

In each variant the drainwater contents were determined daily, while the concentrations of the plant nutrients as well as the pH and EC values were analysed every month or every two months. The new nutrient solution was recalculated after each analysis of the substrate solution with the „Hydrofer“-program.

Comparison of organic and mineral nutrition

Cucumber was grown in a hydroponic system in a greenhouse with four closed solution cycles, using two different planting dates each. The same solution was used in each two of the four cycles. One solution consisted mainly of LACTOFOL® supplemented with the deficient plant nutrients, and the second one were made up of the standard mineral salts and acids.

In addition, different leaf treatments with LACTOFOL® and humic acid were tested. In this experiment only mineral substrates were used: perlite in containers, and rockwool slabs. The slabs/containers were put in channels for drainwater collection. The space available for the root system was 8 litres per plant. Drip irrigation was used to feed the solution to the test plants.

The calculation of the nutrient solution was done with the „Hydrofer“-program and the experimental facilities were the same as in the previous experiments

Results and discussion

Developing and testing the calculating programme for nutrient solution in hydroponic systems

The developed algorithm – „Hydrofer“-program – is the result of a review of the literature and our own experiments.

1. The calculation of the nutrient solution is based on the analysed data of plant nutrient content and the content of chemical elements in the water used for micro-irrigation.
2. Later on, the calculated data available from the analysis of substrate or drainage water are recorded and classified according to five levels of nutrient content. States of plant development and light conditions are considered.
3. Based on these analysed data the nutrient values of the applied solution are calculated to reach an appropriate nutrient content in the substrate, to prevent excessive or inadequate nutrient supply.
4. There are options to choose between several acids and their concentrations for bicarbonate neutralization. Moreover, fertilizers can be chosen from a range of standard fertilizers, and completely new one- or multi-nutrient fertilizers.

The results shown in Fig. 1 demonstrate the application of this calculation program in cucumber growing. The graph reveals three different periods: one period with little nutrient extraction from January to March, one period with very high extraction in April and in August, and medium extraction from May to July.

This example demonstrates how the „Hydrofer“-program adopts easily to different analysis values. Had there been a risk of nitrogen overdressing according to the analysed data of March 30 and June 22, no nitrogen would have been applied to the fresh fertilizer solution. Higher target values were used when the cucumber plants extracted substantial quantities of nitrogen between April 13 and June 8.

These results underline the statement on the need for more differentiation of the target values in depending on the stage of cucumber plant development.

Comparing the values of potassium analysis and the new target values, it is obvious that the target values under those conditions should be higher between March 30 and June 22 than from the beginning.

In recent years, it has been assumed that the leaching of excess solution into the soil can be prevented using „recirculated systems”. In future this will be the only way to fully prevent the leaching of nutrients. Such an objective, however, does not relieve us of the need to look for methods and programs which better match nutrient supply with the needs of the vegetable and ornamental plant species. Therefore, water supply has also to be brought more into line with the requirements of the crop plants.

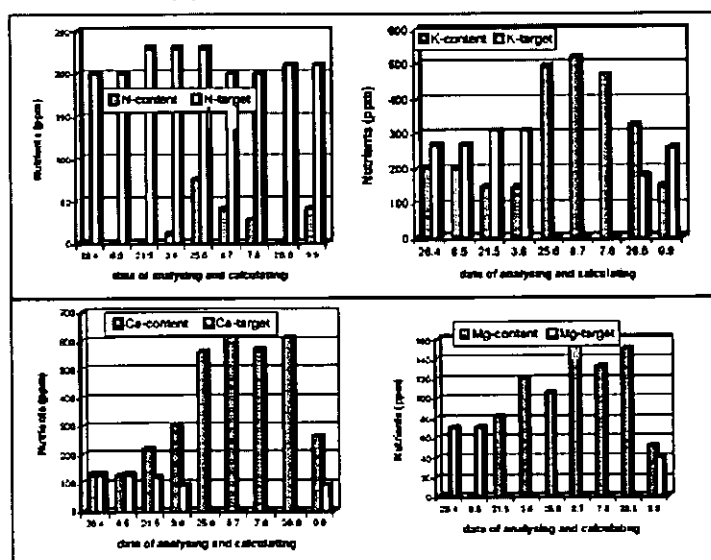


Figure 1: Content of elements in drainwater of cucumber culture in perlite and targets for new nutrient solution by calculating with the programme „Hydrofer” (in mg/l)

Comparison of open and closed systems with hydroponic substrate culture of cucumber

This experiment investigated the nutrient balance (Fig. 2) and the yield (Fig. 3) in both systems.

A comparison of the macronutrients – nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium and calcium – applied to the cucumber plants during the 131-day vegetation period essentially proved the hypothesis that in closed systems nutrient supply can be reduced (Fig. 2). Only magnesium and calcium consumption was somewhat higher in the closed system. This fact may, of course, also indicate that the target values in the 'Hydrofer' fertilizer calculation program (Böhme, 1993) can be used also for closed systems but needs to be brought more into line with the associated specific conditions. Besides the lower consumption of nutrients in the closed system the yield was the same as in the open ones (Fig. 3).

To shed more light on the differences in nutrient balance between the two systems, macronutrient concentrations were determined in the rhizosphere and in the drainwater collection tank of the closed system.

The following conclusions can be drawn:

- The target values for closed systems should be adopted, and lowered based on the quantity of drain water added to the irrigation water.
- The drainwater analysis confirmed, that excessive nitrogen and calcium concentrations were lowered if the application of these elements were reduced.
- In the closed system there is a risk that ballast elements (sulphate, sodium, chlorine, etc.) accumulate, which means that there may be a need for limiting the service life (recycling period) of the drainwater, particularly in the case of poor water quality.

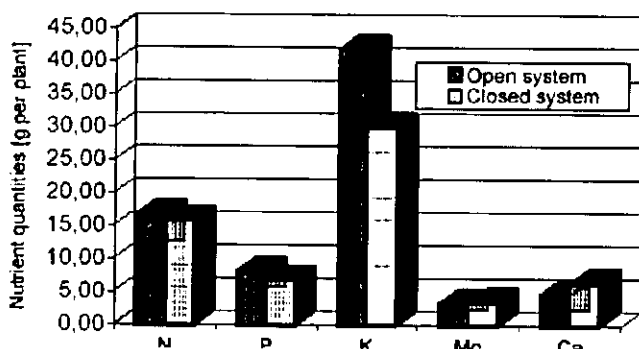


Figure 2: Nutrient quantities applied per cucumber plant in substrate culture – open and closed systems

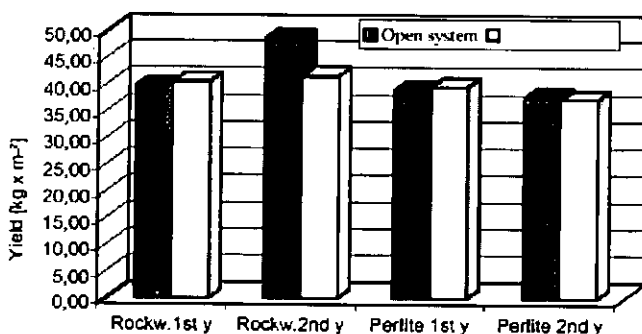


Figure 3: Cucumber yields in open and closed substrate culture systems; overall result of one spring culture and one autumn culture (175 and 83 vegetation days, respectively)

Comparison of organic and mineral nutrition

The effects of a „standard” mineral solution on the growth and yield of cucumber plants were determined in comparison with an organic solution consisting mainly of LACTOFOL®-O. The variants with LACTOFOL®-O yielded 19% higher than those with standard solution (Fig. 4). Perlite was 7% better than rockwool. Leaf treatment (spraying), too, produced highly beneficial effects in all solution and substrate variants and was much superior to the controls. The higher crop yields may have been due also to different nutrient quantities. As can be seen from the specific nutrient uptake per plant (Table 1), the LACTOFOL®-O solution supplied

has somewhat larger quantities of all macronutrients except for phosphorus. The higher nitrogen rates were confirmed by the $\text{NO}_3\text{-N}$ dynamics in rockwool, but those values did not differ significantly between the two solutions, and they were in the normal range of variation.

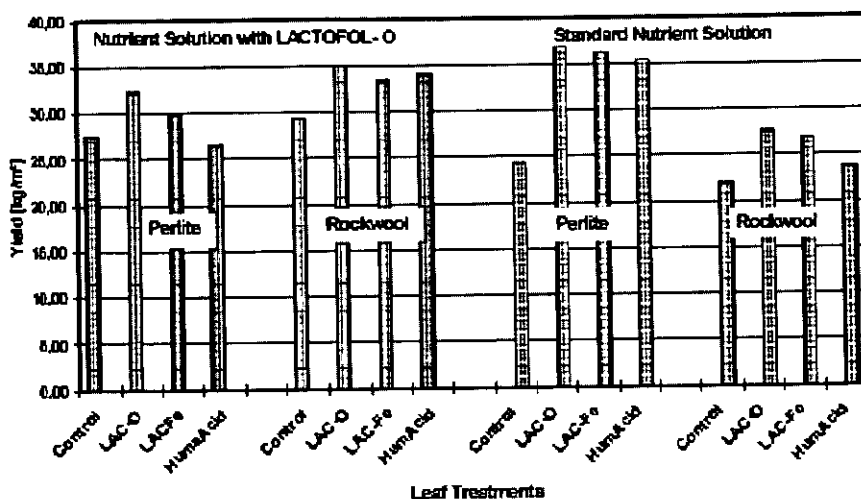


Figure 4: Yield of cucumber grown in perlite and in rockwool slabs, using two different solutions and leaf treatment with LACTOFOL®-O, LACTOFOL®-Fe or humic acid

Table 1: Nutrient consumption of cucumber over one vegetation period cultivated in different substrates [g/plant]

Nutrient	Standard solution	LACTOFOL®-O solution
N	22.95	37.35
P	6.53	3.27
K	45.37	63.22
Ca	8.52	13.75
Mg	5.07	8.14

Conclusion

The presented strategy of the continuously correction of the target values based on data from analyses of drainwater and the content of elements in the substrate enables a high yield even in a sensitive crop like cucumber despite a lower supply of nutrients. There is a need, however, for further investigation to adopt the target values in different growing systems. This program also exists for tomato and it is planned to apply it to other crops.

References

- Ammerlaan, J. C. J., 1993: Environment-conscious production systems in Dutch glasshouse horticulture. ISHS International symposium on new cultivation systems in greenhouse, Cagliari, Acta Horticulturae 361
- Böhme, M., 1993: Parameters for calculating nutrient solution for hydroponics. Eighth international congress on soil-less culture, Hunters Rest, Proceedings, Wageningen, pp 85-96
- Böhme, M., 1994: Effects of closed systems in substrate culture for vegetable production in greenhouses. XXIV th International Horticultural Congress, Kyoto Japan, Acta Horticulturae 396, pp 45-54
- Böhme, M., 1995: Evaluation of organic, synthetic and mineral substrates for hydroponically grown cucumber; Symposium on growing media & plant nutrition in horticulture, Naaldwijk The Netherlands. Acta Horticulturae 401, pp 209-217
- Böhme, M. and Hoang T. L., 1997: Influence of mineral and organic treatments in the rhizosphere on the growth of tomato plants. Acta Horticulturae 450, pp 161-168
- Böhme, M., 1999: Effects of Lactate, humate and bacillus subtilis on the growth of tomato plants in hydroponic systems. Acta Horticulturae 481, Volume 1, pp 231-239
- Böhme, M. T. L. Hoang and R. Vorwerk, 2001: The effect of Lactate, Humate and Bacillus subtilis on the growth of Tomato and Cucumber plants. Acta Horticulturae 548, pp 165-172
- Guillaumin, A., 1992: Recycling nutrient solution in soilless tomato culture on a biodegradable substrate. Revue Horticole, 331: 31-33
- Ohta, K.; Ito, N.; Hosoki, T. and Higashimura, H., 1991: Influence of the concentrations of nutrient solution salt supplement on quality and yield of cherry tomato grown hydroponically. Journal of the Japanese Society for Horticulture Science, 60: 89-95
- Sonneveld, C. and Straver, N., 1989: Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates. Serie Voedingsoplossingen Glastuinbouw nr 8 Res. St. Floriculture and Glasshouse Vegetables, Naaldwijk the Netherlands

Összefoglalás

A trágyázás stratégiája talaj nélküli zöldségtermesztésnél

M. Böhme

Humboldt-University of Berlin, Dept. Horticultural Sciences, Lentzeallee 75,
D-14195 Berlin, Email: michael.boehme@rz.hu-berlin.de

Az előadás a talaj nélküli kultúráknál használható tápoldatok készítését tárgyalja. A tápoldat legtöbbször a szakirodalomban található receptek alapján összeállítható, néhány elemére nézve korrekciós faktorokat is közölnek. Jelen dolgozatban módszert ismertetnek a tápoldat összetételének kiszámítására, amelyben figyelembe veszik a víz minőségét, az elfolyó drénvíz összetételét, a termesztési körülményeket és a fényviszonyokat. A számítási módszer nyitott és zárt rendszerekre egyaránt jól adaptálható. A módszer akkor is alkalmazható, ha a tápoldatban szerves komponenseket is használunk.

A tápanyag-ellátottság hatása a gyógy- és aromanövények biomassza- és speciálisanyag-produkciójára

SZIE, Kertészettudományi Kar, Gyógy- és Aromanövények Tanszék,
1118 Budapest, Villányi út 29/45.

Bevezetés

A gyógy- és aromanövények tápanyagfelvételének dinamikája alig ismert, különösen, ha ezt a számunkra fontos speciális (szekunder) anyagok képződése vonatkozásában kívánjuk tárgyalni. A speciális anyagok szintézisére vonatkozó korszerű ismeretek alapján azonban nyilvánvaló (Waller és Nowacki, 1978, Vágújfalvi, 1990), hogy ezen anyagok az univerzális (primer) folyamatokhoz kapcsolódva képződnek, s felhalmozódásuk a prekursoráramlás, az akkumuláció és a már felhalmozott anyagok metabolizisének függvénye. A speciális növényi anyagok biogenetikai rendszere alapján öt fő növényi (szekunder) anyagcsoport ismert: a) *szacharidok*, b) *fenoloidok*, c) *poliketidek*, d) *terpenoidok*, e) az N-anyagsere-folyamatokban képződő *azotoidok*. A speciális anyagok fenti csoportjainak felhalmozódása és a tápanyagok felvétele közötti egzakt, számszerűsített, biokémiai, illetve fiziológiailag igazolt összefüggések ma még csak részben feltártak. A tápanyagok hatására vonatkozó feltáró munkák inkább a biomassza – ezen belül a hatóanyag-produkció –, a talajból felvett, illetve a drogok egységnyi mennyiségébe beépített tápelemek mennyisége alapján közelíti meg a kérdést (Anonymus, 1987–1988).

A tápanyag-ellátottság szerepe a hatóanyag-produkció módosításában

Az utóbbi két évtizedben közreadott kísérleti eredmények, gyakorlati (termesztéstechnológiai, agronómiai) tapasztalatok alapján az ökológiai tényezők, ezen belül a tápanyag-ellátottság három fő hatásirányon keresztül, a szárazanyag-produkció módosításával, a szervi arányok befolyásolása révén, illetve a speciális anyagok felhalmozódási szintjének megváltoztatásával hathat a speciálisanyag-produkcióra (Bernáth, 1996).

A szárazanyag- és speciálisanyag-produkció összefüggése: E tekintetben legáltalánosabb és gyakorlati szempontból is jól nyomon követhető a *lineáris produktions kapcsolat* ($Y = A + bX$), amikor egységnyi szárazanyagprodukciónövekedés (X) egységnyi speciálisanyagprodukciónövekedéssel (Y) jár együtt. Ez lényegében azt jelenti, hogy a tápanyag-ellátottság változásának hatására a primer produkció változatlan beltartalmi értékek mellett módosul, azaz az univerzális és speciális anyagcsere-folyamatok intenzitásának aránya változatlan marad. Számos ilyen produktions kapcsolat ismert. Mivel kialakulása fajtól (de esetenként ökotípustól is) függő, tényleges jelenlétét egzakt vizsgálatokkal lehet eldönteni. Jellegetesen ilyen produktions kapcsolat áll fenn, azaz közel lineáris összefüggés szerint módosul több *Solanaceae* faj alkaloidprodukcója a tápanyag-ellátottsági szint változásakor. Saját vizsgálataink alapján az orvosi csucsor (*Solanum laciniatum*) szárazanyag-produkciójának növekedése tápanyagbátásra gyakorlatilag változatlan hatóanyagszinten megy végbe (1. ábra). Az illóolajos növényekre is hozható ilyen példa. Bains et al. (1977) japán mentára (*Mentha arvensis*) vonatkozó vizsgálatai alapján a fokozódó mennyiségű nitrogén optimumgörbének megfelelő változást

indukál a friss növénytömeg képződésében, de ezzel egyidejűleg az illóolajszint gyakorlatilag változatlan marad. Ez egyben azt is jelenti, hogy a tápanyaghatás az összes produkcióval arányosan (lineárisan) növeli az illóolajhozamot.

A primer (összes növénytömeg) és speciálisanyag-produkció viszonya számos esetben inkább *hatványfüggvénnyel jellemezhető* ($Y = Ax^b$). Ilyenkor a speciális anyag növényben felhalmozott összmenyisége (Y) a szárazanyag-produkció növekedése alapján várható értéknél (X) nagyobb. Ez tulajdonképpen azt jelenti, hogy egy adott effektív tényező hatásaként (például adott esetben tápanyaghatásra) a speciális anyagok irányába tolódik el az univerzális és speciális anyagok felhalmozódási aránya. Jellemzően ilyen változást mutat saját vizsgálataink alapján a *Digitalis lanata* lanatozid – C produkciójának nitrogénellátottságtól függő változása (2. ábra). Illóolajos növények között borsosmentával (*Mentha piperita*) végzett kísérletei bizonyítanak ilyen típusú összefüggést (Hornok, 1990). N_0 , N_{150} , N_{250} , N_{350} szerint növekvő nitrogén-műtrágyázás hatására az összes primer produkció több mint megfélszereződött, de ezalatt az illóolajok felhalmozódásának intenzitása is 0,911%-ról 1,528%-ra fokozódott.

Részleteiben legkevésbé tisztázott, s egyben a gyakorlati termesztés szempontjából is legkritikusabb ez a *polinommal közelíthető összefüggési forma* ($Y = A + B_1X + B_2X^2 + \dots + B_nX^n$), amikor a speciális anyagok felhalmozódásának intenzitása (Y) már a szárazanyag-produkció (X) intenzív növekedési szakaszában csökkenni kezd. Ez a kapcsolati összefüggés talán az illóolajos fajok vonatkozásában a legismertebb. Így Vágújfalvi (1962) szerint míg az általa alkalmazott nitrogéndózis variációs sorban az orvosi székfű (*Matricaria recutita*) hajtás- és virágprodukciója optimumgörbét mutat, addig az illóolaj-tartalom már az intenzív produkciós szakasz kezdetén megkezdí értékszintcsökkenését (3. ábra). Indiai tapasztalatok ezzel egyezően azt mutatják, hogy e faj produkciós tömegét megkétszerező nitrogénszint az illóolaj-tartalmat 0,64%-ról 0,59%-ra csökkenti. Hornok (1990) ugyancsak nitrogénhatásra az *Anethum graveolens*-nél jelez hasonló típusú összefüggést, amit utóbb holland szerző (Bouwmeester, 1991) részletes vizsgálatokkal is igazolt.

Szervi arányok változása: Jól ismert, hogy a speciális növényi anyagok a különböző növényi szervekben eltérő mennyiségben halmozódnak fel (szervi differenciáltság). Így a növényekre ható valamennyi effektív tényező, amely a szervi arányok módosulásához vezet, a speciálisanyag-produkciót is befolyásolhatja. Rendszerint változik a felhalmozott speciális anyagok mennyisége akár a képződési hely, akár a felhalmozó szerv vagy mindkettő produkciós hányada eltolódik. Ma már klasszikus példa e tekintetben az orvosi csucor (*Solanum laciniatum*) és az ebészölő csucor (*S. dulcamara*) alkaloidokat intenzíven akumuláló szervének – bogyótermésének tápanyag-ellátottsági viszonyoktól függő változékonysága. A 4. ábra alapján jól látható, hogy például az orvosi csucor esetében a fokozott nitrogénellátás hatására az alkaloidokat minimális mennyiségben (0,1–0,2%) felhalmozó szár rész tömege nő, a 2,5–3,0% szolaszodinttartalmú bogyó mennyisége viszont abszolút és relatív értelemben egyaránt csökken.

A szervi arányok változása az illóolajos fajok vonatkozásában is ismert jelenség. Az orvosi székfű (*Matricaria recutita*) vonatkozásában Vágújfalvi (1962), a kapornál (*Anethum graveolens*) Hornok (1990) hívta fel a figyelmet a szervi arányok változásának jelentőségére. Az illóolajos fajok között metodikai szempontból is érdekes kérdést vetett fel a macskagyökér (*Valeriana officinalis*) szervi arányainak tápanyag-ellátottságtól függő változása. A speciális anyagok felhalmozódásának helye ugyanis itt a gyökér. Vizsgálataink alapján a nitrogénellátottság növekedése (5. ábra) optimumgörbének megfelelő friss produkcióváltozást eredményez. Amíg azonban a hajtástömeg növekedésében az N_4 -dózis, addig a gyökértömeg növekedésében már az N_3 -dózis jelenti az optimumot. A hajtásnövekedés fokozott, a gyökérnövekedés viszonylag kisebb nitrogénigényét jelzi a gyökér/hajtás arány változása is. Értéke a nitrogénellátás növekedésével párhuzamosan 1,356-ról 0,696-ra csökken. A nitrogénellátás fokozódásával ugyanakkor arányosan kisebb a gyökérfelület is (az egy növénynél mért

0,4417 m²-ről 0,1009 m²-re csökken). A foszforellátottság változása, ha kisebb mértékben is, de jellegében a nitrogénhez hasonlóan hat.

Speciális anyagok felhalmozódási szintje: A speciális növényi anyagok bioszintézis-útjainak megismerése mind nyilvánvalóbbá teszi, hogy a környezet befolyása a speciális folyamatokra elsősorban közvetetten, a primer folyamatok módosításán keresztül valósul meg (Bell-Charlwood, 1980). Egy effektívnek vélt tényező, így a tápanyag-ellátottság hatása a speciális anyag felhalmozódási szintjére összetett biokémiai változások során nyugszik.

A tápanyagellátás és a speciális anyagok felhalmozódási szintje közötti kapcsolatot ennek ellenére több szerző is igazolta. Így Vágújfalvi (1967) szélsőségesen nagy intervallumú tápanyagdózisok alkalmazásakor a csattanó maszlagnál (*Datura innoxia*) optimumgörbének megfelelő válaszreakciót mért. Ehhez hasonló optimumhatást tapasztaltak a dobány (*Nicotiana tabacum*), a ricinus (*Ricinus communis*), a rózsameténg (*Catharanthus roseus*) és az anyarózs alkaloidjainak nitrogénellátottságtól függő felhalmozódásában (Bernáth, 1985).

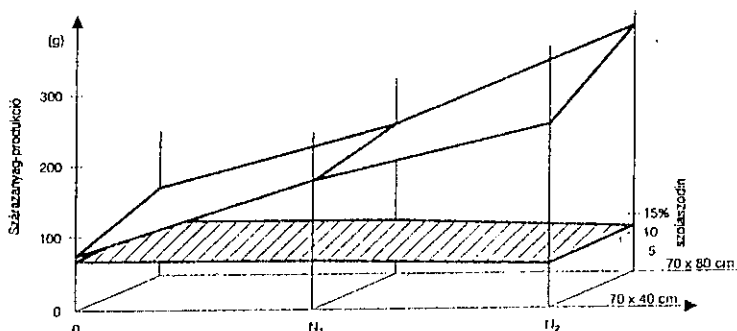
A mákkal (*Papaver somniferum*) végzett saját vizsgálataink alapján ugyanakkor bizonyítottuk, hogy a tápanyag-utánpótlás befolyása a speciális anyagok felhalmozódására a többi környezeti faktortól nagymértékben függhet. A 6. ábrán bemutatottak szerint fitotronban végzett modellkísérletek alapján (Bernáth, 1985) alacsony fényintenzitáson (8 klx) és rövidnappalos feltételek között, de ugyanígy erős fényintenzitás alkalmazásakor (32 klx) a tápanyag-ellátottsági szint alig befolyásolja az alkaloidok felhalmozódását. Ezzel szemben az optimum közeli 16 klx fényintenzitáson a tápanyag befolyása jelentős és mindkét társalkaloid mennyisége a közepes (NL₃) dózisban a maximális.

Terpenoidos növényfajok vonatkozásában viszonylag összetettebb kép alakult ki, hiszen a tápanyagok hatása e speciális anyagok felhalmozódási szintjére egyaránt lehet pozitív és negatív irányú. Így a kapor (*Anethum graveolens*) műtrágyázásakor Hornok (1990) közepes tápanyagszinten tapasztalta a maximális illóolaj-tartalmat (3,33%). Földesi és Sváb (1978) az édeskömény (*Foeniculum vulgare*) és a levendula (*Lavandula angustifolia*) pótlólagos tápanyag-ellátásakor illóolajtartalom-csökkenést mért (valamennyi táp-csem hatásaként). Bains et al. (1977) a japán mentát (*Mentha arvensis*) vizsgálva a fokozódó nitrogén és foszfor hatásaként mintegy 100%-os droghozam-növekedést ért el, változatlan illóolajszint mellett. Nikolova et al. (1999) pedig a kamilla (*Matricaria chamomilla*) illóolaj-tartalmának növekedését tapasztalta foszfortrágyázás hatására.

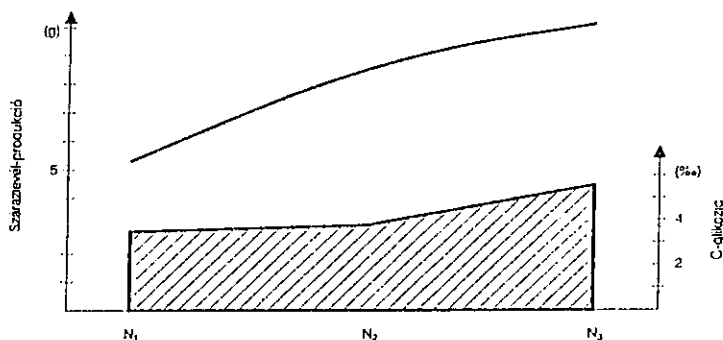
Irodalom

- Anonymus (1987–1988): Versuchsergebnisse der Bayerischen Landesanstalten für Bodenkultur und Pflanzenbau. Heil und Gewürzpflanzen
- Bains, D. S., Sharma, J. S., Saini, S. S. (1977) in: Ed. Atal, C. K., Kapur, N. M. Cultivation of medicinal and aromatic plants. Regional Research Laboratory, Jammu-Tawi
- Bell, E. A., Charlwood, B. V. (1980): Secondary plant products. Encyclopedia of Plant Physiology. New Series 8. Springer Verlag, Berlin – Heidelberg – New York
- Bernáth, J. (1985): Speciális növényi anyagok produkciobiológiája. Doktori értekezés, MTA, Budapest
- Bernáth, J. (1996): Vadontermő és termesztett gyógynövények. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Bouwmeester, H. J. (1991): Produktie van etherische karwijolie. Centrum voor Sgrobiologisch Onderzoek, Wageningen
- Földesi, D., Sváb, J.-né (1978) in ed: Hornok, L. Gyógynövények termesztése és feldolgozása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Hornok, L. (1990): Gyógynövények termesztése és feldolgozása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

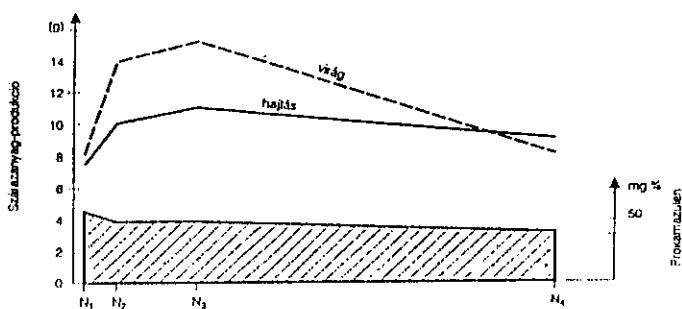
- Nikolova, A., Kozhuharova, K., Zheljaskov, V. D., Craker, L. E. (1999): Mineral nutrition of chamomile (*Chamomilla recutita* L.). *Acta Horticulturae*, 502. 203-208
- Vágújfalvi, D. (1962) in: Bernáth, J. (1985) Speciális növényi anyagok produkcióbiológiája. Doktori értekezés, MTA, Budapest
- Vágújfalvi, D. (1967) in: Bernáth, J. (1985) Speciális növényi anyagok produkcióbiológiája. Doktori értekezés, MTA, Budapest
- Waller, G. R., Nowacki, E. K. (1978): Alkaloid biology and metabolism in plants. Plenum Press, New York – London



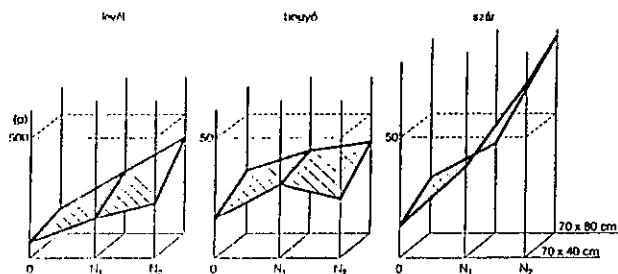
1. ábra: A nitrogénellátottság növekedésének hatása az orvosi csucsor (*Solanum laciniatum*) száranyag-termelésére és drogjának alkaloid (szolaszodin) -tartalmára



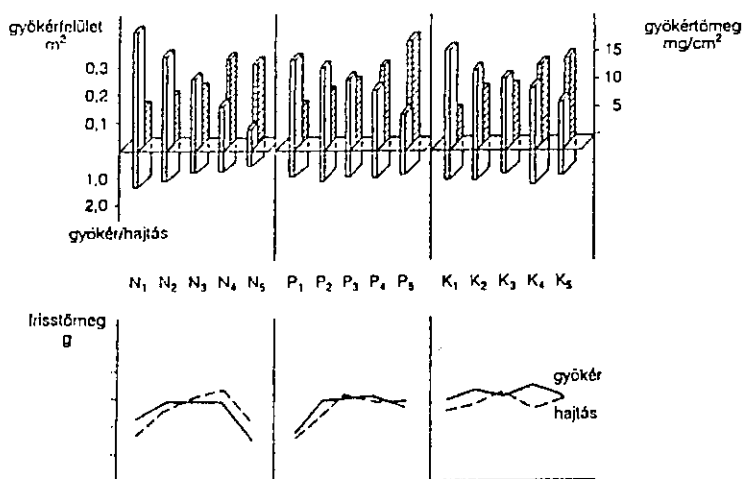
2. ábra: A nitrogénellátottság hatása a gyapjas gyűszűvirág (*Digitalis lanata*) levéltermelésére és szívglikozid-tartalmára (Bernáth, 1985)



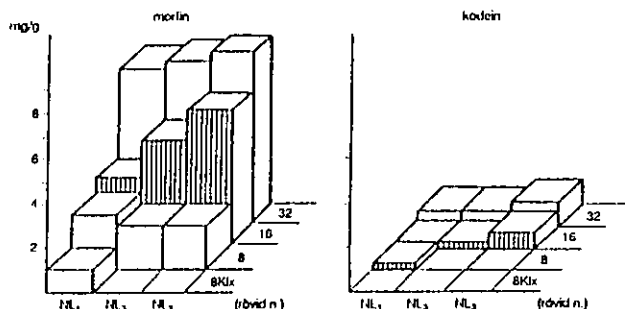
3. ábra: A nitrogénellátottsági szint változásának a hatása az orvosi székfű (*Matricaria recutita*) virág- és hajtásprodukcijára, valamint illóolaj-tartalmára (Vágújfalvi, 1962)



4. ábra: A fokozódó nitrogénellátottság hatása az orvosi csucor (*Solanum laciniatum*) szerveinek produkciójára (Bernáth, 1985)



5. ábra: A tápanyag-ellátottság hatása az orvosi macskagyökér (*Valeriana officinalis*) gyökér- és hajtásprodukcijára (Bernáth et al., 1975)



6. ábra: A tápanyag (NL1–3) és a fényellátottság kölcsönhatása a mák (*Papaver somniferum*) morfin- és kodeintartalmára (Bernáth, 1985)

Summary

Jenő Bernáth

Effect of nutrition on biomass and active agent production of medicinal and aromatic plants

SZI University, Faculty of Horticultural Sciences, Department of Medicinal and Aromatic Plants, 1118 Budapest, Villányi str. 29/45

The relationship between the nutrition and metabolic processes leading to the formation of special products (active agents) is certainly important, but little is known of this relationship. However, the production of these compounds – in harmony with other ecological factors – may be affected by nutrition in three different ways:

- Influencing the dry-matter production as a whole,
- Changing the ratio of organs having a central role in accumulation,
- Modifying the accumulation level of active agents, directly.

The most general relation between production of *dry matter* and *special compounds* is, when the unit growth of dry matter results a unit accumulation of a secondary product. This type of relation (linearlike) is generated by nutrition in alkaloid accumulation of *Solanum laciniatum* and *S. dulcamara*. However, as has been proved in other experiments carried out on *Digitalis lanata* and *Mentha piperita*, the quantitative accumulation of active agents may exceed the increase of dry matter production and in that case the relation can be characterised by a power function. On some other occasions (*Matricaria recutita*, *Anethum graveolens*) the relation of dry matter and active agent production, modified by nutrient supply seems to be much more complicated and can be approached, only by orthogonal polynomial.

Nutrition that leads to a *modification in the ratios of plant organs* to whole plants (taking into account localisation of secondary products) also influence the total production of active agents. This type of action was proved in the cases of plant species accumulating alkaloids (*Solanum laciniatum*, *S. dulcamara*) and volatile compounds (*Matricaria recutita*, *Anethum graveolens*, *Valeriana officinalis*) as well.

The accumulation level of active agents, can also be modified by nutrition. This statement is supported by the results achieved in the case of many species accumulating either alkaloids (*Datura innoxia*, *Nicotiana tabacum*, *Catharanthus roseus*, *Papaver somniferum*), or volatile compounds (*Anethum graveolens*, *Foeniculum vulgare*, *Lavandula angustifolia*, *Mentha arvensis*, *Matricaria chamomilla*). However, many contradictory results have been obtained under open field condition due to the complexity of the external factors.

A káliumtrágyázás hatása a zöldségnövények termésmennyiségére és minőségére

**Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar Zöldség- és Gombatermesztési
Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44., zold@omega.kee.hu**

Összefoglalás

Az elmúlt tíz évben jelentősen visszaesett Magyarországon a műtrágya-felhasználás, ezen belül is különösen súlyos hiány mutatkozik a tápanyagmérlegben. Talajvizsgálatokkal jól nyomon követhető a talajok káliumtartalmának csökkenése. Az 1980-as években talajaink kálium-tartalma kifejezetten jó volt, napjainkban egyre több terület kerül át a „gyenge” és a „közepes” ellátottságú kategóriába.

A nem kielégítő káliumellátásnak, a közismerten káliumigényes kertészeti növények esetében a termésmennyiség csökkenésén kívül, súlyos következményei lehetnek az EU-csatlakozás kapcsán egyre többet hangoztatott minőség vonatkozásában is.

A jövőben a zöldségfélék esetében jobb – okszerűbb – káliumtrágyázás mellett nagyobb figyelmet kell fordítani a káliumműtrágyák szakszerű megválasztására és a káliumadagok helyesebb megosztására is.

Bevezetés

Magyarországon a mezőgazdasági – ezen belül a kertészeti – termesztés kapcsán egyre több szó esik a terméshozamok mellett a minőségről. Míg korábban megkülönböztettünk belföldi és export minőséget, kelet-európai és nyugat-európai piaci igényt, addig napjainkra körvonalazódott, hogy a liberalizálódott kereskedelmi viszonyok mellett és a túlkínálat hatására csak jó és rossz termékről beszélhetünk, kizárólag csak jó minőséggel van esély a nemzetközi viszonylatban kereskedni, de rossz áruval még a belső – hazai piacokról is kiszorulunk.

A termésminőség nagyon összetett, sok vonatkozásban meglehetősen szubjektív, bár az utóbbi 15-20 évben az organoleptikai vizsgálatok mellett számos reológiai módszert is kifejlesztettek, és korszerűsítették a konzisztencia, az eltarthatóság, az ízanyagok, a színösszetétel, az emberi táplálkozás szempontjából nélkülözhetetlen vitaminok és fehérjeanyagok kimutatására szolgáló méréseket. Részben a fejlesztések, részben a minőségre irányuló mérések és kutatások során vált ismertté sok összefüggés a minőség és a növénytáplálás között. Azok a korábbi feltételezések és sejtések, amelyek csak részben voltak számadatokkal alátámasztva, a műszeres vizsgálatokkal sok esetben igazolást nyertek, és a konkrét összefüggések ismeretében lehetővé tették a termésmennyiség mellett a minőség érdekében végzett okszerű és céltudatos tápanyag-utánpótlást.

A talajaink tápanyag-ellátottsága

Az 1970-es és az 1980-as években Magyarországon európai mércével is egy jól összehangolt, minden fontosabb talajparaméterre kiterjedő talajvizsgálati rendszer működött központi irányítással, évente a levizsgált talajminták száma meghaladta a félmilliót, ami lehetővé tette az ország termőtalajairól egy folyamatos és átfogó kép megszerzését. Az utolsó részletes

talajvizsgálat, amely a műtrágyázás csúcsideuszakának számító 80-as évek második felében készült, meglehetősen kedvező képet adott a hazai talajok tápanyag-ellátottságáról. A nitrogén 73%-ban, a foszfor 89%-ban, a kálium 83%-ban közepes vagy annál kedvezőbb ellátottsági szintet mutatott, a kifejezetten gyenge kategóriába tartozó talajok száma egyik tápelem esetében sem érte el a 10%-ot. Az 1996–97-es években végzett, igaz, nem teljes körű talajtápanyag-felmérés alapján – mindössze 80 000 ha-on történtek konkrét vizsgálatok és a további területeken becslések – azt az eredményt adták, hogy a foszfor és a kálium tápanyagok esetében jelentősen csökkent a jó és az igen jó kategóriába tartozó talajok száma, és jelentős mértékben növekedett a közepes ellátottsági szintet mutató területek aránya [1; 2].

A műtrágya-felhasználás alakulása

Magyarországon a műtrágya-felhasználás az 50-es évek második felében indult meg, és egy dinamikus növekedés után a 80-as évek végére elérte a csúcspontot, az 1,5 millió tonna hatóanyagmennyiséget, ami művelt területre számítva a 220–230 kg/ha/év volt, és ezzel nemzetközi vonatkozásban is az élvonalba került. Ezt követő hirtelen zuhanással (1991/92) a nitrogéntrágyázás szintje a 60-as évek, a foszfor és a kálium az 50-es évek színvonalára esett vissza. Jelenleg egy lassú növekedés figyelhető meg mind a három tápelem esetében, de ez messze nem fedezi a növények által kivont tápanyagok mennyiségét, a természetes veszteségeket (tápanyag-kimosódás, tápanyag-lekötődés) [3; 4].

A termőtalajaink tápanyagmérlege

Egy ország mezőgazdaságának színvonalát jól jellemzi a talajok tápanyagmérlege. Igaz, az ilyen számítások a konkrét mérések és statisztikai adatokon kívül több-kevesebb becslésre is épülnek. Ennek ellenére jó összehasonlítást adnak a 80-as és a 90-es évek tápanyag-utánpótlási viszonyokról. Az adatokból jól látható, hogy a 90-es évek tápanyagmérleg-hiánya – ami kizárólag a műtrágyázás alacsony színvonalából adódott – annyi, mint az azt megelőző években az aktívum: 70 kg/ha (1. táblázat) [5; 6].

A zöldségtermesztés agrokémiai vonatkozásai

A növénytermesztés speciális ága a zöldségtermesztés, amely számos vonatkozásban megegyezik a szántóföldi növények termesztésével, de attól sok vonatkozásban el is tér. Ez érvényes a tápanyag-visszapótlásra is, hisz a zöldségfélék termesztése részben a szántóföldi növényekkel együtt, kombinált vetésforgóban történik, ugyanakkor egészen speciális trágyázási rendszere van az intenzív zöldségtermesztésnek (fólia alatti hajtás, üvegházi termesztés, síkfóliás termesztés, támrendszeres paradicsom- és uborkatermesztés) és az öntözött zöldséges vetésforgókban is mások a tápanyag-ellátási viszonyok.

Reális helyzetkép csak akkor alkotható a *szabadföldi (szántóföldi) nem intenzív zöldségtermesztés* műtrágya-felhasználásáról, ha külön értékeljük a kombinált szántóföldi forgóban termelt növényeket (borsó, bab, hagyma, fűszerpaprika, ipari paradicsom) és az öntözött zöldséges vetésforgó növényeit. Míg az első csoport esetében ugyanazok a tendenciák érvényesülnek, mint a szántóföldi növényeknél: csökkenő tápanyagtartalom, rendkívül alacsony műtrágya felhasználás, egyoldalú nitrogén műtrágyázás gyakorlatilag kálium- és foszforfelhasználás nélkül, addig az öntözött vetésforgókban nagyobb a műtrágya-felhasználás, és a mérleg általában nem mondható negatívnak. Meg kell azonban jegyezni, hogy a kombinált forgón belül a zöldségfélék kedvezőbb helyzetet élveznek, mert az üzemek adottságától, pénzügyi lehetőségeitől függően – szemben a szántóföldi növényekkel (búza, árpa, kukorica, takarmánynövé-

nyek) – igyekeznek elsősorban a nagyobb bruttó termelési értéket képviselő zöldségfajok tápanyagigényét biztosítani [6].

A zöldséges vetésforgóban, ez főleg a kisebb árutermelő gazdaságokra vonatkozik, a műtrágya-felhasználás a 90-es években kisebb mértékben csökkent, mint a kombinált vetésforgóban, elsősorban nagyüzemi körülmények között termesztett zöldségfajok esetében. A gazdák törek-szenek a talajok tápanyag-ellátottságát még a jövedelmezőség rovására is fenntartani, igaz, ez főleg a nitrogénellátásra vonatkozik. Ami káros jelenséggé még ezen a téren megállapítható, az az állatállomány csökkenéséből adódó egyre kevesebb szerves-trágya-felhasználás. Ez pedig a kiváló talajszerkezetet feltételező zöldségfajok, az ún. szerves-trágya-igényesek (trágyás kapások) esetében súlyos minőségi és mennyiségi gondokat vet fel a terméseredmények vonatkozásában.

Az intenzív zöldségtermesztés területén – támrendszeres uborka, paradicsom, valamint az alagutas dinnyetermesztésben, továbbá a zöldséghajtatásban – az utóbbi években egy jelentős változás figyelhető meg. Az általánosan elterjedt cseppenkénti öntözés kapcsán egyre több termesztő az összetett és komplex műtrágyákat használja, amelyek tápelem-összetétele a növény igénye szempontjából lényegesen kedvezőbb. A magasabb jövedelem, a gyorsabb megtérülés következtében sokkal nagyobb a műtrágya- és a szerves-trágya-felhasználás, ebből adódóan a talajok tápanyag-ellátottsága is jó, nem egy esetben pazarló.

Általában elmondható, hogy az agrokémiai szempontból kritikus helyzetben lévő növénytermesztésen belül a zöldségtermesztés valamivel kedvezőbb helyzetben van, de még így is súlyos tápanyagmérleg-hiány áll fenn az ágazatban, elsősorban foszforból és káliumból.

Kálium a növényben

A zöldségnövények 80–85%-ban vizet tartalmaznak és a fajtól, termesztési körülményektől függően 15–20%-ban szárazanyagot, amely nyersrostból, fehérjéből, nitrogénmentes anyagokból áll. Ez utóbbi olyan fontos növényi tápanyagokból tevődik össze, mint a foszfor, a magnézium és mindenekelőtt a kálium, ami az ún. hamuelemeknek több mint a 60%-át teszi ki. Ez az érték 5–10%-kal magasabb, mint általában a gabonaféléknél.

A növények a káliumot aktív ionscere keretében veszik fel K^+ formájában, a gyökér légzésekor felszabaduló H^+ leadása ellenében. Minél nagyobb a talaj káliumkínálata és minél intenzívebb a gyökér működése, annál nagyobb lehet a felvétel. A talaj jó oxigénellátása és a gyökerek nagy szénhidráttartalma elősegíti a kálium felvételét, ami a talajoldat koncentrációjának emelkedésével egy telítődési görbe szerint halad. A növény káliumtartalmának emelkedése csökkenti a felvétel mértékét. A csökkenő káliumfelvétel fokozza a kalcium felvételét. A kálium felvétele a hőmérséklet emelkedésével fokozódik. A gyökér a káliumot közvetlenül a talajoldatból veszi fel, amely 5–45 kg/ha mennyiségben tartalmaz K_2O -t, ez lényegesen kevesebb, mint amennyit a növény egy átlagos termésmennyiség kifejlesztéséhez felhasznál. A talajoldatból elfogyó kálium az agyagásványok felületéről ionscere útján folyamatosan pótlódik abban az esetben, ha a talaj elegendő káliumot tartalmaz. Természetes körülmények között az agyagásványokban gazdag talajok több káliumot tartalmaznak, mint a homoktalajok, ezeknél a talajoldat feltöltődése gyorsabban végbemegy, de még így sem elegendő a nagy kálium-igényű zöldségfajok tápanyagfelvételének fedezésére. Arról nem is szólva, hogy a zöldségtermő körzetek többnyire rossz kálifeltáródású, homok jellegű talajon belyezkednek el.

Termésmennyiség és a termésmínőség összefüggése a káliumellátással

A zöldségfajok káliumigénye nagyon eltérő, egy-egy zöldségkultúra káliumfelhasználása függ az adott növény fajlagos káliumigényétől, a termésmennyiségtől, a termesztési körülményektől

és a termőtalaj típusától. Általánosságban elmondható, hogy a kertészeti növények, ezen belül a zöldségfélék az átlagosnál lényegesen több káliumot hasznosítanak a termésük kifejlesztéséhez.

Termesztési szempontból a káliumnak mint növényi tápelemnek a szerepe hármas [7]:

Növeli a termésmennyiséget.

- Az optimális káliumellátás elősegíti a zavartalan növényianyag-cserét és ezen keresztül jelentős mértékben hozzájárul a kiemelkedő terméseredmények eléréséhez.
- Több zöldségfaj gazdasági értelemben vett termése igen jelentős mennyiségben tartalmaz káliumot, ezért a termésnövekedéssel a növény káliumfelvétele is közel egyenes arányban növekszik.

Fokozza a termésbiztonságot.

- Javítja a növények hidegtűrő képességét.
- Növeli a betegségekkel szembeni ellenálló képességet.
- Fokozza a szárazságtűrő képességet.

Javítja a termésminőséget.

- A kálium elősegíti az aroma-, az íz- és a színanyagok kialakulását.
- Fokozza a fotoszintézist és az enzimekreakciókat, ezáltal magasabb a termés cukor-, fehérje- és vitamintartalma.
- Javítja a termés külső megjelenését, a piacosságát azáltal, hogy fokozza a színanyagok képződését.
- Növeli a termés szárazanyag-tartalmát és a sejtfalak vastagságát, ezáltal javítja a tárolhatóságot.

A kálium legnagyobb mennyiségben a fiatal növényi részekben fordul elő ott, ahol az anyagcsere lejtászódik és ott, ahol a sejtosztódás intenzíven megy végbe. Mobilitása igen nagy, mivel a szerves anyagokba alig épül be, többnyire ionos formában van jelen a növényi sejtmedvében és a kolloidokon. Elsősorban a vegetatív részekben halmozódik fel, és így néhány zöldségfajnál – ellentétben a gabona és több más szántóföldi növényvel – a betakarítás alkalmával nem jut vissza a talajba, hanem a terméssel együtt elszállításra kerül. Például: káposztafélék, levélzöldségfélék, gyökérzöldségek, burgonya stb. Abból adódóan, hogy a káliumot a vegetatív részek nagy mennyiségben halmozzák fel, ezeknél a növényeknél különösen, de a többi zöldségféle esetében is a felvett kálium mennyisége jelentős mértékben függ a termésmennyiségtől. Így például a káposztafélék esetében a 120 kg-tól a 280 kg-ig terjedhet az egy hektáron felvett K_2O mennyisége (korai káposztam, ill. őszi-téli tárolási káposzta). Egy-egy káliumigényes faj esetében a fajták között nagyobb az eltérés, mint az egyes zöldségnövények között. A 2. táblázatban az egyes zöldségfajok káliumigénye látható a termésmennyiség függvényében [7]. Kísérletekkel igazolt és a gyakorlatban is bizonyított, hogy a káliummal jól ellátott növények kevésbé érzékenyek a fagyra [8]. A magasabb szintű káliumellátás hatására növekszik a sejtoladat koncentrációja – ezzel együtt az oldat fagyáspontja –, így javul a növény fagyűrő képessége. Ez a különbség, amely legfeljebb 0,5–1 °C-ban fejezhető ki, azoknál a zöldségfajoknál bír nagyobb jelentőséggel, amelyek az ún. hidegtűrők csoportjába tartoznak és természetük a kritikus fagyveszélyes időszakba nyúlik, pl. káposztafélék, gyökérzöldségek, de a melegigényes paprika vagy pl. paradicsom esetében ennek a hatásnak, számottevő jelentősége nincs.

A káliummal jól ellátott növények ellenálló képessége növekszik a gombás és baktériumos eredetű betegségekkel szemben [9]. A káliumtrágyázás hatására vastagabb, egyben ellenállóbb sejtfalak képződnek, amelyek megnehezítik a kórokozók megtelepedését, ill. infekcióját. A káliummal jól ellátott növényekben nem állnak a betegségek rendelkezésre a kórokozók táplálásához szükséges oldható amidok, aminosavak és kismolekulájú cukrok, mivel ezek egy kiegyensúlyozott N:K ellátásnál gyorsan átalakulnak nagyobb molekulájú anyagokká. Egyes újabb vizsgálatok arra utalnak, hogy a jó káliumellátás csökkenti a szűrő-szívó száj szervű

kártevők fellépését. A zöldségfélék esetében ezeket a megfigyeléseket alátámasztották azok a kísérletek és gyakorlati tapasztalatok, amelyek arról számoltak be, hogy a botritiszes és peronoszpórás fertőzésre érzékeny növények (fejes saláta, káposzta, uborka stb.) magasabb káliumellátás mellett kevésbé tűntek fogékonyaknak a betegségekre.

Több szerző beszámol kísérleteinek és a gyakorlatban történt megfigyeléseinek ismertetésében arról, hogy a káliummal jól ellátott növények stressztűrő képessége javult [6, 7, 8]. Így kevésbé mutatnak érzékenységet a hideghatás mellett a szárazság és általában a vízhiány okozta kedvezőtlen behatásokra. A kálium ilyen jellegű kedvező hatása a csemegekukoricánál, babnál és a paradicsomnál figyelhető meg leggyakrabban, amelynek során a tápanyagokkal, mindenekelőtt a káliummal jól ellátott talajokon a jellegzetes vízhiánytünet, a levélpödrödés vagy népiesebben a „levelek furulyázása” később jelentkezik.

Az utóbbi években egyre nagyobb szerepet kap a zöldségnövények minősítésében az íz, a szín és az aroma, továbbá a vitaminok jelenléte, ill. mennyisége. Kialakulásuk biokémiai vonatkozásai még sok vonatkozásban nem tisztázottak és még az sem egészen ismert, hogy az egyes környezeti tényezők milyen hatással vannak képződésükre. Részismeretek vannak, többek között az is bizonyított, hogy a kálium elősegíti a kemény, egyenletesen érett, nehezen repedő termés kialakulását [6, 7, 8, 10]. A paradicsomnál az ún. zöldtalpasság és zöldfoltosság betegségek az arra hajlamos fajták esetében leginkább a káliumhiányos töveken alakulnak ki. Szabadföldi körülmények között kimutathatóan több a zöldtalpas paradicsom azokon a talajokon, ahol a káliumszint alacsonyabb, mint 200 ppm. A kálium növeli a termés cukortartalmát, ettől a bogyó ízletesebb lesz. Több szerző hivatkozik a káliumtrágyázási kísérletei kapcsán olyan eredményekre, amelyek azt bizonyították, hogy a paprikánál és a paradicsomnál a nagyobb káliumadagok hatására a C-vitamin-tartalom emelkedett [11, 12].

Több megfigyelés történt a káposztafélék minőségével kapcsolatban is, ezek mind a káliumnak a termés minőségére gyakorolt kedvező hatását emelik ki. Például: káliumban szegény talajon a kelbimbó termései apróbbak, keserűbbek, rosszabb főzési tulajdonságokkal rendelkeznek, a káliummal jól ellátott káposzta a magasabb cukortartalom miatt jobban savanyítható, a kelkáposzta, karalábé és fejes káposzta tárolhatósága javul, a vöröskáposzta színe kedvezőbb.

A sárgarépa esetében kimutatták, hogy nemcsak a tárolhatósága jobb a termésnek, de a cukortartalma, íze és a színanyagtartalma is kedvezőbben alakul.

A méretes uborkánál gyakran tapasztalható konzerválás utáni puhulás oka, feltehetőleg a rossz fajtákon, továbbá a betakarítás közötti helytelen átmeneti tárolás és kezelésen kívül, az egyoldalú nitrogéntrágyázás, a rossz N:K arány, azaz a kálium relatív hiánya [13]. Ugyanakkor más szerzők a puhulás okát – trágyázási oldalról – az alacsony foszfortartalomnak tulajdonítják.

A görögdinnyénél a káliummal jól ellátott talajokon az összes-cukor mennyisége eléri a 8–9%-ot, az édes ízt adó redukálható cukor pedig a 6–7%-ot, ugyanakkor olyan talajok esetében, ahol alacsony volt a talajban a káliumszint, ezek az értékek alig haladták meg a 6, illetve a 4–5%-ot [14].

A zöldségfélék káliumtrágyázása, különös tekintettel a termésminőségre

A zöldségfélékre vonatkozó káliumtrágyázási irányelvek lényegében megegyeznek a szántóföldi növényeknél alkalmazott szabályokkal, amelyek szerint a számítás alapja a fajlagos tápanyagigény, vagyis az egységnyi termés előállításához szükséges káliummennyiség. Amiben különbség van az a kijuttatott káliummennyiség, az adagok megosztása és a felhasznált műtrágyák összetétele.

A kiszámításra kerülő műtrágyaadagot úgy számoljuk ki, hogy a várható termés mennyiséget megszorozzuk az egységnyi termés előállításához szükséges kálium mennyiségével (3. táblázat), és ezt az értéket korrigáljuk a talaj káliumellátottságának függvényében. A talaj „megfe-

lelő” káliumellátottságnál a számított értéket, „jó” kategória esetén a felét, „nagyon jó” ellátottságnál nem használunk káliumműtrágyát. „Közepes”, „gyenge” és „igen gyenge” kategóriába tartozó talajok esetében 20, 40, illetve 60%-kal több káliumot adunk, mint a „megfelelő” ellátottságnál [8]. Az így számított értékek jelentősen meghaladják káliumból a szántóföldi növények alá javasolt műtrágyaértékeket, ezért mondható, hogy a kijuttatott káliumadagok tekintetében a zöldségfélék jelentősen felülmúlják a gabonaféléket, a takarmánynövényeket és több ipari növényt is.

Részben a nagy adagok, részben a zöldségfélék folyamatos és kiegyenlített káliumigénye szükségessé teszi a kijuttatásra kerülő műtrágyamennyiség megosztását. A hosszabb tenyészidejű növényeknél az alaptrágya mellett indító és fejtrágya formájában is szükséges káliumot adni annak érdekében, hogy a növény folyamatosan juthasson káliumhoz. A fejtrágya formájában kijuttatott kálium a fejes és kelkáposztánál az eltarthatóságra, a fűszerpaprikánál és a paradicsomnál a színesedésre, a sárgarépnál az eltarthatóság mellett a szín- és cukorképzésre, egyesek szerint – ellensúlyozva a nitrogén hatását – a nitrátfelhalmozódás megakadályozására, valamint az uborkánál az ún. remontáló képességre gyakorol igen kedvező hatást [8]. Az egyszerre kijuttatott kálium mennyisége alaptrágyázáskor a sóvesztély miatt nem haladhatja meg a 200, ill. a 300 kg/ha adagot, indító és fejtrágyázások alkalmával a 100, ill. 150 kg/ha-t. (A nagyobb értékek a sóra kevésbé érzékeny fajokra, pl. káposztafélék, paradicsom, az alacsonyabbak a sóérzékenyekre vonatkoznak, pl. fejes saláta, sárgarépa, uborka, paprika.) A kereskedelemben alapvetően három típusba (összetétel) sorolhatók a káliumműtrágyák: szulfát, nitrát és klorid. Ennek a csoportosításnak elsősorban a zöldségféléknél van nagy jelentősége, mivel azokra az egyes káliumot kísérő anyagok kedvező vagy mérgező hatással vannak. A klórra – szemben a szántóföldi növényekkel – a legtöbb zöldségnövény érzékeny, kivételt csupán a gyökérzöldségfélék csoportja jelent, de ebből is külön kell a zellert megemlíteni, amely számára a szulfát típusú trágyák használata kedvezőbb [8]. Az intenzív zöldségtermesztésben alaptrágyaként, kedvezőbb árfekvésük miatt a szulfátformák javasolhatók, míg a csepkenkénti öntözöberendezések miatt a fejtrágyázások során a vízben tökéletesen oldódó kálium-nitrátot kell előnyben részesíteni. Sajnos ezen a téren hiányzik a termeszítők körében a szükséges szakismeret és információ, ami a kloridhoz képest drágább, de mindenképpen a minőségre kedvezőbb hatású szulfát- és nitrát-káliumműtrágyák elterjedését elősegítené. Lényegében hasonló okok akadályozzák a gyümölcs- és a szőlőtermesztésben is a termés minősége szempontjából kedvezőbb szulfátok elterjedését az olcsóbb, de kedvezőtlen hatású kloridtartalmú műtrágyákkal szemben.

Következtetések

A kálium a termésmennyiség mellett számos vonatkozásban javítja a zöldségfélék minőségét, beltartalmi értékét, piacképességét és tárolhatóságát, amely tulajdonságok várhatóan az egyre szigorúbb piaci körülmények között nagyobb súlyt kapnak, esetleg meghatározóak lesznek, így az olyan technológiai elemek is, mint a káliumműtrágyázás, előtérbe kerülnek.

Míg a nyugat-európai országokban a felhasznált műtrágya-mennyiséget alapul véve a N:K arány 1:0,44, addig ez az arány nálunk és a környező országokban 1:0,2-0,27. A fent említett okok miatt ez a káliumigényes kertészeti növényekre nézve – így a zöldségfélékre is – a minőség szempontjából meglehetősen káros [4].

A kijuttatott műtrágyamennyiség mellett a tápanyag-adagolás módja, időzítése és a műtrágya-forma megválasztása is, mint hatékonyságot növelő tényezők, elengedhetetlen feltételei lesznek belátható időn belül a piacon maradásnak.

Csak az okszerű, átgondolt és hatékony tápanyag-utánpótlás mellett lesz elképzelhető a jövőben az olcsó és kiváló minőségű spanyol, olasz és észak-afrikai termékekkel felvenni a ver-

senyt, annál is inkább mert az egyre szigorúbb környezetvédelmi szabályok is a takarékosabb műtrágya-felhasználásra fogják kényszeríteni a gazdákat.

A talajaink termékenységének rohamos csökkenését sürgősen meg kell állítani, ami a zöldségtermesztési ágazatot is sújtja. Sajnos a kialakult túltermelési válság (búza, kukorica, cukorrépa stb.) és az ezzel együtt járó, romló jövedelmezőségi viszonyok következtében, tovább fog a jövőben csökkenni a tápanyag-utánpótlásra fordítható pénzforrás. Ez pedig a csökkenő termésmennyiségeken és a kálium kapcsán is említett romló minőségen keresztül, kihatással lesz a zöldségfélék termesztésére (kombinált forgóban pl. gabonafélékkel együtt termesztett kertészeti növények), tovább fogja rontani a magyar mezőgazdaság és ezen belül a zöldségtermesztés versenyképességét és jövedelmezőségét.

Elengedhetetlen lesz újragondolni a mezőgazdasági támogatások és hitelek rendjét a sokat emlegetett és állandóan hangsúlyozott minőségi termékek előállításának érdekében!

Irodalom

1. Horváth, J. (1997): A tápanyag-ellátottság vizsgálata Somogy és Fejér megyékben. Gyakorlati Agrofórum 9/8.
2. Pálmai, O. (1997): Fejér megye talajainak tápanyag-ellátottsága. Gyakorlati Agrofórum 8/8.
3. Loch, J. (1993): A tápanyag-gazdálkodás helyzete Magyarországon. MTA Agrártudományi Osztályok Ülése, Budapest
4. Uebel, E. (1998): Current fertilizer practice and prospects in Europe. Lippay János és Vass Károly Tudományos Ülésszak, Budapest
5. Loch, J. (1997): A káliumtrágyázás szerepe és jelentősége. Integrált növényvédelem a szántóföldi növénytermesztésben. Kollokvium, Föv. Növ. és Talajv. Szolgálat, Budapest
6. Terbe, I. – Slezák, K. – Némethy, U. H. – Kappel, N. (2001): Crop quality and yield of vegetable as affected by potassium supply. Bulletin of the Szent István University No.17.
7. Terbe, I. – Slezák, K. – Némethy, U. H. – Buzás, I. (2001): The effect of potassium fertilization on the crop quality of vegetables. Balanced fertilization for crop yield and quality. Proceedings of IPI and Impbos Workshop, 101-103, Praha
8. Terbe, I. (1998): A káliumellátás és a minőség kapcsolata a zöldségtermesztésben. Agro-21 füzetek 26., 21-28.
9. Glas, K. – Orlovius, K. – Terbe, I. – Fodor, Z. (1997): A termésmennyiség és a termésmínőség, valamint a káliumtrágyázás összefüggése a burgonyatermesztésben. Kertgazdaság 1., 82-86.
10. Terbe, I. (1999): A termésmínőség és káliumellátás kapcsolata a zöldségtermesztésben. Kertgazdaság 1., 94 -104.
11. Imre, Cs. (1994): Gyökérrögzítő közegek hatása a paprika /Capsicum annuum L./ növekedésére, termés hozamára és a bogyók minőségi jellemzőire hidroklórában. Kand. ért. (Kézirat), MTA, Bp.
12. Zatykó, F. (1995): A paprika CO₂ trágyázása. Hajtatás, korai termesztés 3., 21-23.
13. Gilingerné – Tauber, J. – Terbe, I. (1994): A konzervuborka tápanyagtartalma és a konzisztenciája közötti összefüggés. Hajtatás, korai termesztés 24., 1.
14. Nagy, J. – Pankotai, M. (1986): A dinnye kémiai összetétele. Kert. Egy. Közleményei 18., 10-14.

1. táblázat: Termőtalajaink tápanyagmérlege

Mérleg tételei	1986–1990			1991–2000		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Terméssel kivont	88	40	70	85	32	83
Visszapótolt:						
műtrágyával	93	47	58	29	6	10
mellékterméssel	8	4	27	7	3	24
istállótrágyával	13	3	27	12	12	23
pillangósokkal	5	0	0	5	0	0
Összes pótlás	119	64	112	53	21	57
Egyenleg	31	24	42	-32	-11	-26

2. táblázat: A zöldségnövények káliumigénye a termésmennyiség függvényében

Növényfaj	Termés (t/ha)	Káliumigény (K ₂ O kg/ha)
Paradicsom	30–50	200–300
Paprika	15–25	105–175
Zöldborsó	4–6	90–135
Zöldbab	10–14	200–280
Uborka	30–40	90–120
Dinnye	20–30	190–280
Sárgarépa	40–50	240–300
Petrezselyem	10–20	80–160
Cékla	10–20	80–160
Zeller	20–30	130–195
Retek	10–20	80–160
Fejes saláta	15–25	90–150
Vöröshagyma	15–25	70–120
Fokhagyma	10–20	70–140
Karfiol	15–25	130–220
Fejes káposzta	60–70	120–280

(Az adatok nem intenzív, szabadföldi termesztésre vonatkoznak.)

3. táblázat: Egy tonna termés kifejlesztéséhez szükséges káliummennyiség (K_2O kg/tonna)

Paradicsom	6,6
Paprika	7,0
Sárgarépa	6,0
Zeller	6,5
Retek	8,0
Hagyma	4,7
Borsó	22,5
Bab	20,0
Uborka	3,0
Fejes káposzta	6,0
Karfiol	8,8
Fejes saláta	6,0
Dinnye	9,3
Petrezselyem	8,0
Cékla	8,0
Fokhagyma	7,0

(Az adatok szabadföldi zöldségtermesztésre vonatkoznak.)

István Terbe – Katalin Slezák – Noémi Kappel – Kamil Tóth

The effect of potassium fertilization on the yield and the quality of vegetable crops

Szent István University, Faculty of Horticultural Science, Department of
Vegetable and Mushroom Growing, Ménési út 44. Budapest H-1118, Hungary
zold@omega.kee.hu

Summary

In the past ten years, fertilizer application has significantly diminished in Hungary. Particularly nutrient balances have shown serious deficits. The decrease in the potassium content of the soils may be reliably traced by soil analyses. In the '80s, the potassium content of our soils was expressly good, nowadays, however, more and more land belongs to the „poor” and „medium” categories.

Besides decreasing the yield of horticultural crops well known for their high potassium demand, unsatisfactory potassium supply may cause serious problems also in product quality, emphasized so often in relation to joining the EU.

In addition to the improved, reasonable potassium fertilization in vegetable growing, more attention must be given to the choice of potassium fertilizers and to the proper distribution of the doses during the season.

Keywords: soil nutrient level, fertilizer consumption, potassium, vegetable quality.

Introduction

In Hungarian agriculture and horticulture, product quality is coming more and more into prominence. Earlier, distinction was made between home and export quality, between the requirements on the Eastern-European and the West European markets.

In relation to the present liberalized trade and as a consequence of oversupply only good class produce may be sold on the international market, and there will be no place for low-class produce even on the internal market.

Crop quality is very complex and in many respects rather subjective. In the past 15 to 20 years, apart from organoleptic tests, a number of rheological methods have been developed and the methods for the determination of consistence, keeping quality, flavour components, vitamins and proteins modernized. Several relationships between product quality and plant nutrition have been detected. Earlier suppositions, only partly supported by numerical data, have been confirmed by instrumental experiments. The knowledge of defined interrelations has furnished a basis for the reasonable, appropriate nutrient supply aimed at increasing yield and improving quality.

Soil nutrient level

In the '70s and '80s, a well established network for soil analysis and advice was working under central direction. The soil analyses covered all the important parameters. The number of soil samples tested yearly was above half a million, enabling a continuous survey of the agricultural land in our country. The last detailed soil survey effected in the second half of the '80s when fertilizer use was at the maximum, showed a rather satisfactory situation as regards nutrient level of our soils. The state of supply with nitrogen was found medium or even higher in 73 percent, with phosphorus 89 percent, with potassium 83 percent of the soils. Less than 10 percent of the soils were poor in any of these nutrient elements. The analyses carried out in 1996 and 1997 showed that the number of soils significantly diminished in the categories „good” and „very good” and there was a decided increase in the area defined as „medium”. It is to be noted, however, that the survey was not complete - chemical analyses were made on 80 thousand hectares and estimations on the remaining area [1, 2].

Tendencies in the fertilizer consumption

The use of fertilizers started in Hungary in the second half of the '50s. After increasing dynamically, it reached the peak at 1.5 million mt active agent, that is 220-230 kg/ha arable land, in the late '80s when Hungary ranked among the leading countries in fertilizer consumption. After a decrease in 1991/92, nitrogen fertilization diminished to the level of the '60s, and phosphorus and potassium fertilization to that of the '50s. At present, a slow increase may be seen in the use of all the three nutrient elements, however, this increase by no means meets the quantity taken up by the plants and the natural losses (leaching, fixation of the nutrients) [3, 4].

The nutrient balance of our soils

The nutrient balance of the soils well characterizes the level of agriculture in a country. Of course, these calculations are not completely based on defined measurements and statistical data but more or less on estimates. In spite of this, they give a reliable basis for the comparison between the nutrient supply in the '80s and '90s [5, 6]. As shown by the data, the deficit in the nutrient balance in the '90s – resulting exclusively from the low level of fertilization – is just as much as the surplus in the previous years: 70 kg/ha (Table 1).

Table 1: *The nutrient balance of the arable land in Hungary (kg/ha)*

	1986–1990			1991–2000		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Taken up by the crop	88	40	70	85	32	83
Supplied:						
with commercial fertilizers	93	47	58	29	6	10
with by-products	8	4	27	7	3	24
with farmyard manure	13	3	27	12	12	23
with pulses	5	0	0	5	0	0
Total supply	119	64	112	53	21	57
Balance	31	24	42	-32	-11	-26

The agrochemical respects of vegetable growing

Vegetable growing is a special branch of plant growing. It has a number of common features with field crop production, however, it is different in several respects. This is true for nutrient supply, too, because vegetables are partly grown together with field crops in combined rotations. At the same time, intensive vegetable growing methods (forcing in glasshouses, growing under plastic structures or under unsupported covers, tomato and cucumber growing on supports) have quite special fertilization systems, and nutrient supply is different in vegetable crop rotations also in relation to irrigation.

For a true survey of the situation of fertilizer application in *non-intensive (field) vegetable growing*, the plants grown in combined field crop rotations (green peas, beans, onions, red peppers, tomatoes for processing) must be considered separately from the crops grown in irrigated vegetable crop rotations. In the first of these groups the tendencies are the same as with field crops: declining soil nutrient content, extremely low fertilizer consumption, imbalanced nitrogen fertilization practically without using potassium and phosphorus. As compared to this, in the irrigated vegetable crop rotations more fertilizers are used, and, in general, the balance cannot be regarded as negative. It must be mentioned, however, that vegetables are privileged in the combined rotations, as the farms make efforts to meet nutrient demands of the vegetables which are of higher production value than the field crops (wheat, barley, corn, fodder crops) [6].

In the vegetable crop rotations, mainly in the rather small market growers' farms, fertilizer application in the '90s diminished to a lesser degree than in the combined rotations where vegetable crops were grown mainly on a large scale. The farmers are striving to maintain the nutrient level of the soil even at the expense of earning capacity, however, this is true mainly for the nitrogen supply. Another disadvantageous factor is the ever diminishing application of farmyard manure, resulting from the decrease in livestock production. This has a deleterious

effect on the quality and the yield of the vegetables of the organic manure demanding row crops which must be grown on soils of excellent structure.

In intensive vegetable growing a remarkable change has been observed recently. With the general spreading of drip irrigation, more and more growers have made use of compound and complex fertilizers which much better meets the demands of the plants in relation to nutrient element composition. As a consequence of the relatively high income and the quick returns much more chemical fertilizer and organic manure are used. The soils are well supplied, and in some cases lavishly supplied with nutrients.

Regarding the critical situation in crop production from the viewpoint of agrochemistry, one can state in general that circumstances in vegetable growing are somewhat better, however, there is also a serious deficit in the nutrient balance, particularly in phosphorus and potassium.

Yield and quality in relation to potassium supply

The potassium demand of the various vegetable species differs greatly. The potassium consumption of a vegetable culture depends on the specific potassium demand of the given plant species, on the cultivation conditions and on the soil type. One can state in general that horticultural crops, including vegetables, use up potassium much above the average for developing the crop.

In vegetable growing potassium is effective as a plant nutrient in three different ways [7]:

It increases the yield

Optimal potassium supply helps the undisturbed metabolism of the plant and in this way it contributes to achieve outstanding yields.

The crop of several vegetables contains considerable quantities of potassium. Their potassium uptake increases almost in direct ratio with the yield increase.

It helps in achieving steady yields by improving
the cold resistance

the disease resistance

the drought resistance of the plant.

It improves crop quality

Potassium furthers the formation of flavour and colour substances

By increasing photosynthesis and some enzymatic reactions, potassium increases the sugar-, protein- and vitamin content of the crop

It improves the appearance and the marketability of the crop by increasing the formation of the colour substances

It improves keeping quality by increasing the dry material content of the crop and the thickness of the cell walls.

The highest quantities of potassium are found in the young plant organs where metabolism takes place and cell division is intensive. It is highly mobile and is mainly present in the cell sap and in the colloids in the form of ions. It accumulates first of all in the vegetative plant organs. Consequently, in several vegetable cultures – as opposed to cereals and some other field crops – potassium is not returned to the soil after the harvest, but it is removed with the crop (for example with cole crops, salad crops, root vegetables, potatoes a. s. o.). Owing to the fact that potassium is accumulated in high quantities in the vegetative plant organs, the amount of potassium taken up particularly by these crops (and by other vegetables, too) greatly depends on the yield. For example, K_2O taken up by cole crops may range from 120 kg/ha to 280 kg/ha (by early cabbage and autumn/winter cabbage for storage, respectively). In a species of high potassium demand, the varietal differences may be higher than the differences between the individual vegetable species [7]. The potassium demand of the single vegetable crops, as a function to yield, is shown in Table 2.

Table 2: *The potassium demand of vegetable crops as a function of yield*

Crop	Yield (mt/ha)	Potassium demand (K ₂ O kg/ha)
Tomato	30–50	200–300
Pepper	15–25	105–175
Green pea	4–6	90–135
French bean	10–14	200–280
Cucumber	30–40	90–120
Melon	20–30	190–280
Carrot	40–50	240–300
Parsley	10–20	80–160
Garden beet	10–20	80–160
Celeriac	20–30	130–195
Radish	10–20	80–160
Lettuce	15–25	90–150
Onion	15–25	70–120
Garlic	10–20	70–140
Cauliflower	15–25	130–220
Cabbage	60–70	120–280

(The data refer to non-intensive outdoor vegetable growing.)

Experiments have confirmed the practical observation that plants well supplied with potassium are less susceptible to frost [8]. The higher potassium supply increases the concentration of the cell sap, and, as a consequence, the freezing-point of the solution decreases and the frost resistance of the plant increases. The difference may be 0.5 to 1°C and is important in the so-called cold hardy vegetables, as their cultivation period reaches into the autumn time endangered by frost (e.g. cole crops, root crops). But it is of no significance in cultures of higher temperature demand such as peppers or tomatoes.

The plants well supplied with potassium show an increased resistance to fungus and bacterial diseases [9]. The thick and resistant cell walls restrict the establishment and the infection of the pathogens. The soluble amides, amino-acids and low molecular weight sugars are not at the disposal of the pathogens as they are quickly transformed into other substances *** if the N / K ratio is properly balanced. Some recent investigations have shown that for plants well supplied with potassium the attack of sucking and boring insects is diminished. In vegetable growing, these statements have been supported by experiments and practical observations showing that crops susceptible to Botrytis and mildew (lettuce, cabbage, cucumber a. s. o.) seemed less susceptible when potassium supply increased.

A number of authors have reported on experiments and practical observations on the increased stress-tolerance of plants well supplied with potassium [6, 7, 8]. Besides cold tolerance, they are less harmed by the adverse effects of drought and of water shortage in general. This favourable effect may particularly often be observed in sweet corn, beans and tomatoes. The typical

symptom of water shortage the curling of the leaves appears delayed on plots adequately supplied with nutrients, and primarily with potassium.

Recently, taste, colour, aroma and vitamin content play an increasing role in the quality of vegetables. Neither the biochemical processes involved in their formation nor the effects of the different environmental factors are as yet at all well understood. We are in possession of partial knowledge. Included in this knowledge, it has been proved that potassium helps in the formation of firm, uniformly ripe tomato fruits highly resistant to cracking. In the tomato varieties subject to greenback and green spot the disorder manifests itself mainly on potassium deficient plants [6, 7, 8, 10]. In field grown plants, there are significantly more tomatoes showing greenback on soils where the potassium level is below 200 ppm. Potassium raises the sugar content of the fruit, by this means, it improves the taste. Several authors have cited experimental results proving an increase in the vitamin C content of peppers and tomatoes as a result of raised doses of potassium [11, 12].

Many observations have been made on the quality of cole crops. All these emphasize the favourable effect of potassium on the crop quality. On soils poor in potassium Brussels sprouts are small, bitter, and not so good for cooking. Cabbage well supplied with potassium is highly suitable for making sauerkraut because of the high sugar content of the crop. Savoy, kohlrabi and cabbage maintain quality well, and red cabbage has a pleasant colour.

Carrots were characterized not only by better storability, but the sugar content, the taste and the colouring were superior when the crop was well supplied with potassium.

The causes of the often occurring softening of gherkins after picking may be presumably relate to the use of unsuitable varieties and too great a storage period in excess of the short time required from harvest to processing. Additionally is in the one-sided nitrogen fertilization, and too high a N/K ratio, which implies relative potassium deficiency [13]. However, some authors attribute the cause of softening, in relation to fertilization, to a low phosphorus content.

In watermelons grown on soils well supplied with potassium the total sugar content is as high as 8-9 percent, the reducible sugar content, responsible for the sweet taste, is 6-7 percent. On soils where potassium level was low, these values were scarcely above 6 percent and 4-5 percent, respectively [14].

Potassium fertilization in vegetable growing, with special respect to crop quality

The principles of potassium fertilization in vegetable growing are practically the same as those in field crop production. In both cases, the calculations are based on the specific nutrient demand of the plant, that means, on the potassium quantity needed for the production of unit crop. The differences consist in the amount of the potassium supplied, in the proportionment of the doses and in the composition of the fertilizers applied.

The fertilizer dose to be delivered is calculated as follows: the expected yield multiplied by the potassium quantity needed for the production of unit crops (see Table 3) and corrected as a function of the degree of supply with potassium in the soil. When the degree of supply is „adequate“, the calculated dose should be applied. Half of it is recommended for the category „good“. If „very good“, no potassium fertilizer has to be used [8]. On soils included in the category „medium“, 20 percent more, on „poor“ and „very poor“ soils 40 and 60 percent more potassium is needed, respectively, than on soils in the „adequate“ category. The values calculated for vegetables by this method considerably exceed the potassium fertilizer amounts recommended for agricultural crops. One can state that, considering the potassium doses to be given, vegetables significantly exceed cereals, fodder crops and several industrial crops.

Table 3: *The potassium quantity necessary for producing 1 mt crop (K₂O kg/mt)*

Tomato	6,6
Pepper	7,0
Carrot	6,0
Celeriac	6,5
Radish	8,0
Onion	4,7
Green pea	22,5
French bean	20,0
Cucumber	3,0
Cabbage	6,0
Cauliflower	8,8
Lettuce	6,0
Melon	9,3
Parsley	8,0
Garden beet	8,0
Garlic	7,0

(The data refer to outdoor vegetable growing.)

Because of the high amounts required and the continuous, balanced potassium demand of the vegetable crops, the whole fertilizer quantity to be applied must be portioned. In addition to basic fertilization, starter and top dressing is necessary in long season cultures. Potassium given as top-dressing has a favourable effect on the keeping quality of cabbage and savoy, on the colouring of tomatoes and peppers. Besides improving the storability and the sugar content of carrots, several authors say that it hinders the accumulation of nitrates by counterbalancing the effect of nitrogen. In cucumbers, potassium helps the plants to renew their vegetative and generative organs [8].

In order to avoid salt risk, the dose given as basic fertilizer must not exceed 200 to 300 kg/ha, the single doses of starter or top dressing 100 to 150 kg/ha. The higher values apply to crops moderately sensitive to salt (e.g. cole crops, tomato), the lower ones apply to salt sensitive cultures (e.g. lettuce, carrot, cucumber, pepper).

The commercial fertilizers may be classified as sulphates, nitrates and chlorides. The distinction is particularly important in vegetable growing since the accompanying substances may exert favourable or adverse effects on the vegetable crops. Contrary to field crops, most vegetables are sensitive to chlorides, with the exception of the group of root crops, however, celeriac must be mentioned separately as it prefers fertilizers of sulphate type [8]. In intensive vegetable growing, the use of nitrates may be suggested for basic fertilization because of the relatively low price. When drip irrigation is practised, preference has to be given to the perfectly water soluble potassium nitrate for feeding during the cultivation period. Unfortunately, the necessary information and technical knowledge that would propagate the use of the rather expensive but quality improving potassium sulphate and potassium nitrate

fertilizers, is not at the disposal of the growers. Similar causes are hindering the spread of sulphates as opposed to chloride containing fertilizers for improving produce quality in fruit and vine growing.

Conclusions

Besides increasing the yield, potassium improves the quality of vegetables in several aspects, such as the chemical composition, the marketability and the storability of the crop. As is to be expected, these properties will be of growing importance under the ever harder market conditions, and maybe, they will be of decisive importance. Consequently, some elements of the production technology, like potassium fertilization, will come into prominence.

While mineral fertilizer application compared on the basis of the N / K ratio is 1 : 0.44 in the West-European countries, the ratio is 1 : 0.2 to 1.0 : 0.27 in Hungary and in the neighbouring countries. This is rather unfavourable for the quality of the potassium exacting horticultural crops, including the vegetables [4].

Before long, not only the quantity of the fertilizers applied but other factors increasing the effectivity of nutrient supply, e. g. method, timing, fertilizer form, too, will be essential conditions for being on the market with our products.

In the future, only reasonable and efficient nutrient supply may enable us to compete with the cheap produce of excellent quality from Spain, Italy and North Africa. Moreover, our farmers will be compelled to use of mineral fertilizers most efficiently also by the increasingly strict regulations on environmental protection..

The decline of soil fertility impairing vegetable growing, too, must be urgently stopped. Unfortunately, the crisis of overproduction that decreases the earning capacity in agriculture (wheat, maize, sugarbeet production a. s. o.) will continue reducing the financial resources assigned to nutrient supply. Consequently, the decreasing yields and the declining quality, mentioned in connection with potassium supply, will have an influence on vegetable production (on vegetables grown in combined rotation e. g. with cereals) and will continue to spoil the competitiveness and the earning capacity of Hungarian agriculture, including vegetable growing. The system of agricultural supports and credits absolutely needs further consideration in the interest of the much talked-of high quality products.

References

1. Horváth, J. (1997): A tápanyag-ellátottság vizsgálata Somogy és Fejér megyékben. Gyakorlati Agrofórum 9/8.
2. Pálmai, O. (1997): Fejér megye talajainak tápanyag-ellátottsága. Gyakorlati Agrofórum 8/8.
3. Loch, J. (1993): A tápanyag-gazdálkodás helyzete Magyarországon. MTA Agrártudományi Osztályok Ülése, Budapest
4. Uebel, E. (1998): Current fertilizer practice and prospects in Europe. Lippay János és Vass Károly Tudományos Ülésszak, Budapest
5. Loch, J. (1997): A káliumtrágyázás szerepe és jelentősége. Integrált növényvédelem a szántóföldi növénytermesztésben. Kollokvium. Főv. Növ. és Talajv. Szolgálat, Budapest
6. Terbe, I. – Slezák, K. – Némethyné, U. H. – Kappel, N. (2001): Crop quality and yield of vegetable as affected by potassium supply. Bulletin of the Szent István University, No. 17.
7. Terbe, I. – Slezák, K. – Némethy, U. H. – Buzás, I. (2001): The effect of potassium fertilization on the crop quality of vegetables. Balanced fertilization for crop yield and quality. Proceedings of IPI and Imphos Workshop, 101-103., Praha

8. Terbe, I. (1998): A káliumellátás és a minőség kapcsolata a zöldségtermesztésben. Agro-21 füzetek 26., 21-28.
9. Glas, K. – Orlovius, K. – Terbe, I. – Fodor, Z. (1997): A termésmennyiség és a termésminőség, valamint a káliumtrágyázás összefüggése a burgonya-termesztésben. Kertgazdaság 1., 82-86.
10. Terbe, I. (1999): A termésminőség és káliumellátás kapcsolata a zöldségtermesztésben. Kertgazdaság 1., 94-104.
11. Imre, Cs. (1994): Gyökérrögzítő közegek hatása a paprika /*Capsicum annum* L./ növekedésére, termés hozamára és a bogyók minőségi jellemzőire hidrokultúrában. Kand. ért. (Kézirat), MTA, Bp.
12. Zatykó, F. (1995): A paprika CO₂-trágyázása. Hajtatás, korai termesztés 3., 21-23.
13. Gilingerné – Tauber, J. – Terbe, I. (1994): A konzervuborka tápanyagtartalma és a konzisztenciája közötti összefüggés. Hajtatás, korai termesztés. 24. 1.
14. Nagy, J. – Pankotai, M. (1986): A dinnye kémiai összetétele. Kert. Egy. Közleményei 18., 10-14.

Az almafák tápelem-ellátottságának, terméshozamának és a gyümölcs minőségének összefoglaló értékelése

Érdi Gyümölcs- és Dísznövény-termesztési Kutató-Fejlesztő Kht., Budapest

Az árugyümölcs-termesztésben a gyümölcs piaci értékén felül a termés mennyisége és az alma eltarthatósága ma már egységes vizsgálati körbe tartozik. Értékelésünk lényegét az almafa táplálkozásbiológiai tulajdonságainak megismerése és azoknak a termesztéstechnikai beavatkozásoknak a hatásvizsgálata képezi, amelyek eredményeképpen rendszeres termés hozam, jól tárolható és kelendő almagyümölcs nyerhető.

Az almafák táplálkozásbiológiájára elsősorban a tápanyagkínálat és termésterhelés kölcsönhatásai a jellemzők. A fák általános kondícióját a talaj tápanyag-szolgáltató képessége alapvetően befolyásolja, a kondíció azonban a termésterhelés alternanciájából eredően akár szélsőségesen is változhat. Kihagyó fák túltápláltnak mutatkoznak, míg a termőkapacitást meghaladó termésterhelés tápanyaghiányokhoz vezethet. A korszerű almatermesztésben az alternancia csökkenő tendenciát mutat, a sajátos táplálkozásbiológiai kölcsönhatások azonban kifejezésre kerülhetnek a gyümölcs egyedi tulajdonságaiban, mint a méret, színeződés, tárolási betegségekre való hajlam stb.

Az összefüggések tisztázásához azonban elengedhetetlenné vált számos gyümölcészeti kifejezés konkrétabb formában történő meghatározása, esetenként mérőszámok alkalmazása is.

A talaj tápanyag-szolgáltató képességét műtrágyázással fenntartott tartamkísérletben közelítettük meg, értékeltük, milyen módon jut kifejezésre a talaj tápanyagkínálata a *fa tápláltságában*. A fa tápláltsága azonban nem értékelhető a termés hozam, az aktuális termésterhelés nélkül. A kölcsönhatás kifejezésre jut abban is, ahogy a termésterhelés fokozza a fa tápanyagfelvételt, asszimilációs, respirációs és transpirációs aktivitását is. E rendszer jól demonstrálható a lomb káliumtartalma és a termésterhelés vagy a lomb K/Ca aránya és a termésterhelés összefüggéseiben. (1. ábra és 2. ábra)

Ha a talaj tápanyag-szolgáltató képességében a fa igényeihez mérten *aránytalanságok* adódtak, negatív eredményt kaptunk a fa tápláltsági viszonyaiban. A termés mennyisége az egyoldalú nitrogéntrágyázás hatására a trágyázatlan állapothoz képest is csökkent. Ezt a visszaesést a nitrogénnel együtt adagolt foszfor ellensúlyozni látszott, de a trágyázatlant meghaladó termés hozamot csak emelt kálium adagolásával lehetett elérni.

Nagy vonalakban igazolható volt, hogy a gyengén terhelte fák termésének eltarthatósága rosszabb, mint a jól terhelte fák termésé. (3. ábra) A gyengébb termésű évekből, a kisebb terhelés hatására a fák lombozatában relatív tápanyagbőség jöhet létre. Ismert, hogy a megkötött almagyümölcs erősen *tápanyagvonzó centrum* (Sink), és ez a hatás elsősorban a lomb táp-
elemtartalmában mutatkozik meg, mivel az szolgál a szükséges tápanyagok *forrásaként* (Source). A gyümölcsök egyedi tápanyagvonzása (Sink power) eltérő, de többoldalú megközelítéssel igazolható volt, hogy a túlzott tápanyagvonzás *gyengült gyümölcsfiziológiai állapotot* jellemez, azzal együtt jár. A gyengült állapot elsősorban a gyümölcs sejtmembránjai integritását veszélyezteti, illetve abban nyilvánul meg. A tápanyag-vonzásbeli különbségek a gyümölcs kationtartalmában, illetve kation-összetételében mutatkoznak meg, ezzel együtt módosul

a gyümölcs savháztartása és pufferrendszere is. Az ilyen gyümölcsök hajlamosak az üvegesedésre, a tárolóban rövidebb életűek.

A termő fa sajátos táplálkozás-élettani kapcsolatban áll a terméssel. Közelítő adatok utalnak arra, hogy a fa tápanyag-szolgáltató képessége akkor kerül egyensúlyba a gyümölcs igényeivel, ha a lombzat tápelemösszetételében a gyümölcsökből eredő stimulus *érzékeltetővé* válik. E jelenséget csökkenő kálium- és fokozódó Ca-tartalom illusztrálja, legjobban a K/Ca arány alakulása ad diagnózisa alkalmas változást. (4. ábra) A K/Ca arány-termésterhelés kapcsolata több, különböző termőképességű almafajtánál is felismerhető (1. táblázat). A gyümölcsminőség és az almafa táplálkozásélettani tulajdonságainak kapcsolatát a termésterhelésből eredő hatások egyidejű értékelésével lehet jobban megközelíteni. Úgy tűnik, hogy a tápanyagtranszportban meghatározó kálium mellett a fehérjékhez kötött foszfortartalom feldúsulása a lombzatban a termésstimulációval ellenkező irányú tendenciát ad és így használható kiindulási alapot képezhet a gyümölcsminőség táplálkozás-élettani alapokon történő kutatásához. (2. táblázat)

A gyümölcsminőségben mutatkozó variabilitásnak mintegy 40%-át sikerült a termés és a tápanyagellátás komplexusával megmagyarázni. Kísérleti adataink vannak arra nézve, hogy a gyümölcsök fiziológiai állapotát más tényezők is jelentősen befolyásolhatják. Az időjárási tényezők közül a megtermékenyülés előtti (zöldbimbós állapot) tartós lehülés káros hatása bizonyítható, amely fokozott tápanyagvonzásban mutatkozott meg, az azzal kapcsolatos anomáliákkal együtt.

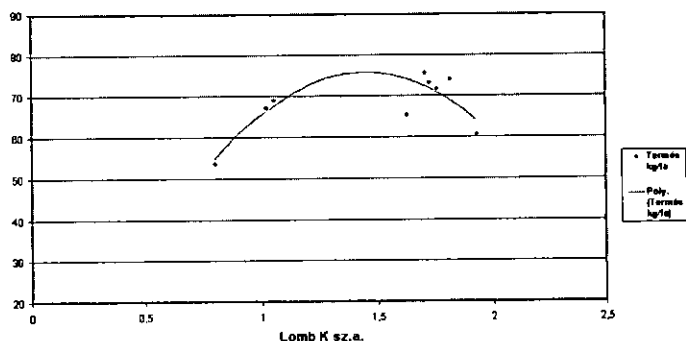
A termesztéstechnikai eljárások gyümölcsminőségre gyakorolt hatásának értékelésekor többnyire kapcsolat található a termésmennyiség-tápanyagellátás összefüggésrendszerével. Így a metszési eljárások közül a terméssel arányos lombfelületet eredményező megoldások általában pozitív eredménnyel jártak, ezzel szemben a *túl erős metszés* következtében előálló csekély értékű gyümölcs/lomb arány negatív hatású volt. A *nyári metszés* gyengén berakódott fáknál egyértelműen kedvező beavatkozás. Az *öntözés* termésritkítás nélkül fokozza az alternanciát, esetleg a fák túlterheléséhez vezethet, amely a rákövetkező évben gyenge berakódottságot és ezzel együtt rosszabb eltarthatóságú almát eredményezhet. Ebből következik a *termésritkítás* helyes alkalmazásának kérdése is. Esetenként a ritkítás olyan mértékű lehet, amely már a gyümölcsminőségben is megmutatkozik. A gyümölcsméret és színeződés látványos javulásával szemben gyengült fiziológiai állapot és ebből eredően rossz tárolási eredmények születtek. A *vegyszeres ritkításra* jellemző és ismételt válasz volt a tárgyévben romló, a rá következő évben javuló tárolhatóság. Jellegzetes hatása volt az *érést stimuláló* etilén-emergens vegyszernek, az érési idő előtti alkalmazásában. Az etilén mellékhatásaként látványosan növekedett a gyümölcsök tápanyagvonzása és ezzel a keserűfoltosodásra való hajlama.

A tápanyagellátás – termésterhelés – gyümölcsminőség összefüggésrendszerének tanulmányozása közelebb vihet a helyes agrotechnika kialakításához, amely rendszeres terméshezamban és jól tárolható gyümölcsben mutatkozik meg.

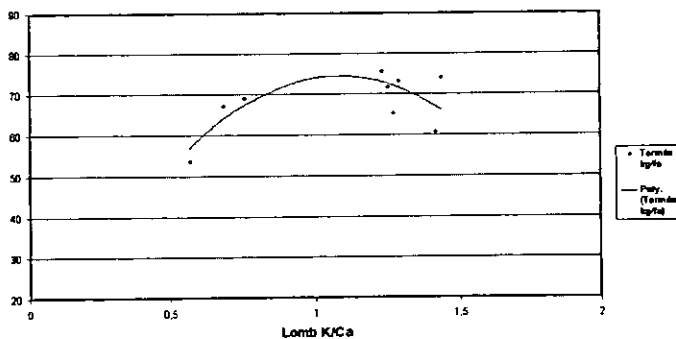
Irodalom

- Szűcs E., Kállay T., 1979: Effect of nutritional levels and proportions upon the productivity of apple trees and the keeping quality of the apple. Újabb kutatási eredmények a gyümölcs-termesztésben, VI. GYDKI, Budapest, 43-50.
- Kállay T., 1981: Objective methods for the indication of post-ripening and over-ripening in stored apples. Acta Alimentaria 10 (3), 201-208.

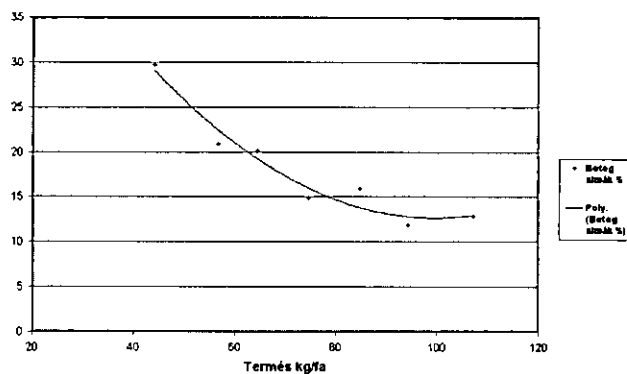
- Kállay T., Szűcs E., 1982: Mineral composition of Jonathan apples related to storage quality in a fertilization experiment. Proc. Ninth International Plant Nutrition Colloquium 1., 256-261.
- Kállay T., 1984: Almatárolás. In: Pethő F. (szerk.): Alma. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 508-573.
- Kállay T., Bubán T., Faragó M., Szűcs E., 1987: Influence of modified source-sink relations on „Jonathan” apple fruits nutrition and quality. Journal of Plant Nutrition 10 (9-16), 1563-1570.
- Kállay T., Szűcs E., 1987: Almafák tchelési viszonyai és a gyümölcsminőség néhány összefüggése. Lippay János Tudományos Ülésszak előadásai, KÉE, Budapest, 625-633.
- Szűcs E., Kállay T., 1988: Nutrient content in soil, foliage and fruit relation to yield and storage quality of „Jonathan” apple. 7th Colloquium A.I.O.P.N. Nyborg, Denmark, 112-115.
- Szűcs E., Kállay T., Szenci Gy., 1989: Determination of DRIS indices for apple. Acta Horticulturae 274., 443-447.
- Szűcs E., Kállay T., 1990: Determination of fruiting capacity of apple trees (*Malus domestica*) by DRIS Plant Nutrition-Physiology and Applications. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, 717-721.



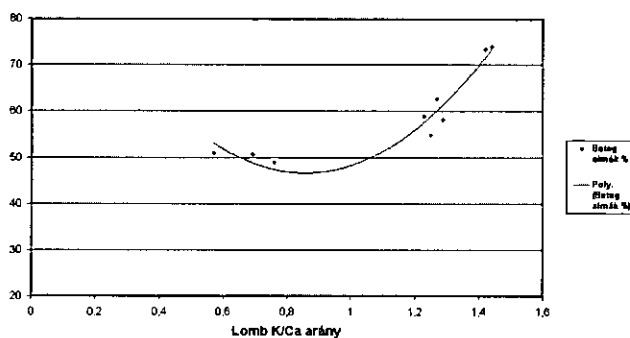
1. ábra: Jonathán almafák lomb K-tartalma és a termésterhelés összefüggése (Műtrágyázási tartamkísérlet clusteranalízis adatai)



2. ábra: Jonathán almafák lomb K/Ca aránya és a termésterhelés kölcsönhatása



3. ábra: Jonathán almafák termésterhelése és a tárolás alatt megbetegedett almák aránya (Műtrágyázási tartamkísérlet clusteranalízis adatai)



4. ábra: Jonathán almafák tápláltsága és a tárolás alatt megbetegedett almák arányának kapcsolata (Műtrágyázási tartamkísérlet clusteranalízis adatai)

1. táblázat: Almafajták lomb K/Ca aránya és 4 egymás utáni év termése (Újfehértó)

Fajta	Lomb K/Ca	Termés kg/fa
Topred	1,07	21,7
Redspur	1,08	25,7
Naményi Jonathán	0,79	30,1
Golden Lee	0,95	31,7
M41 Jonathán	0,91	33,7
Mutsu	0,94	33,8
Jonagold	0,89	34,9
Wellspur	0,97	35,1
Jonnee	0,81	36,6
Idared	0,78	37,1
Gloster	0,73	43,5

2. táblázat: Az almagyümölcs tárolási minőségére ható tényezők együttes értékelése (Műtrágyázási tartamkísérlet adatai, háromváltozós regressziós egyenletek determinációs koefficiensei)

Tényező 1	Hatása	Tényező 2	Hatása	Tényező 3	Hatása	R %
Termés kg/fa	+	Lomb N	+	Lomb P	-	24%
Termés kg/fa	+	Lomb N	+	Lomb K	-	32%
Termés kg/fa	+	Lomb N	+	Lomb Ca	+	17%
Termés kg/fa	+	Lomb N	+	Lomb Mg	+	24%
Termés kg/fa	+	Lomb P	-	Lomb K	-	40%
Termés kg/fa	+	Lomb P	-	Lomb Ca	+	25%
Termés kg/fa	+	Lomb P	-	Lomb Mg	+	32%
Termés kg/fa	+	Lomb K	-	Lomb Ca	+	30%
Termés kg/fa	+	Lomb K	-	Lomb Mg	+	31%
Termés kg/fa	+	Lomb Ca	+	Lomb Mg	+	25%
Lomb N	+	Lomb P	-	Lomb K	-	33%
Lomb N	+	Lomb P	-	Lomb Ca	+	20%
Lomb N	+	Lomb P	-	Lomb Mg	+	27%
Lomb N	+	Lomb K	-	Lomb Ca	+	18%
Lomb N	+	Lomb K	-	Lomb Mg	+	19%
Lomb N	+	Lomb Ca	+	Lomb Mg	+	18%
Lomb P	-	Lomb K	-	Lomb Ca	+	30%
Lomb P	-	Lomb K	-	Lomb Mg	+	32%
Lomb P	-	Lomb Ca	+	Lomb Mg	+	28%
Lomb K	-	Lomb Ca	+	Lomb Mg	+	18%

Summary

Endre Szűcs & Tamás Kállay

Synthesis of nutrition, yield and fruit quality of apple (*Malus Domestica* Borkh.)

Research Institute for Fruitgrowing and Ornamentals, Budapest, Hungary

Experiments conducted in apple fruit tree nutrition over two decades have revealed interrelations in yield, fruit load and fruit – storage – and quality. The nutritional behaviour of fruits, based on source-sink relations, were correlated to fruit availability for storage. Results of field experiments, in which nutritional status were shown to influence the behaviour of apple trees and also of fruits, gave acceptable explanations for variability in fruit storage quality.

Hidrokulturás dísznövénytermesztés gyökérrögzítő közegei és tápanyagellátása

Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Kar, Dísznövény-termesztési és
Kertfenntartási Tanszék, 6000 Kecskemét, Erdei F. tér 1-3.

Összefoglalás

Az üzemi hidrokulturás termesztés alapjait az 1940-es években rakták le, a technológia az 1960-as években terjedt el, ennek felhasználása a magyarországi dísznövénytermesztésben gazdasági okok miatt minimális volt. Hazánk várható Európai Unióhoz való csatlakozása és a környezetvédelmi előírások szigorodása kapcsán ez a termesztési mód várhatóan nálunk is egyre nagyobb arányban fog tért hódítani, hasonlóan a nyugat-európai országokhoz, ahol a növényházi vágott virágok és a cserepes dísznövények zömét hidrokulturában termesztik. A zárt rendszerek a legszigorúbb környezetvédelmi előírásoknak is megfelelnek. A kísérleti munka során a poliuretán-éter szivacsot fertőtlenítés után több évig alkalmazzuk, egészen a teljes lebomlásig. A szivacs felhasználásának első időszakában a szivacsátlába ültetjük a növényeket (szegfű, kála). A későbbiekben a használt szivacsra helyezzük a konténeres növényeket, végül a szivacsot felaprítás után ültetési közegként alkalmazzuk a konténeres termesztési módnál.

Bevezetés

A Dísznövény-termesztési és Kertfenntartási Tanszéken 1988-ban kezdtük el a hidrokulturás termesztés lehetőségeinek kidolgozását. A kutatómunkába bevont fajok: a növényházi szegfű, a kála, a rózsza, a mikulásvirág stb. A hidrokulturás termesztési mód jelentősége napjainkban egyre növekszik. A technológia kidolgozását indokolja, hogy az urbanizáció fokozódása miatt a termőfelületek egyre csökkennek, a rohamos ipari kitermelés következtében a tözegkészletek megcsappantak, a felszíni vizek elszennyeződése és a talajlakó gombák elleni védekezés. A zárt, cirkulációs rendszerek a legszigorúbb környezetvédelmi előírásoknak is megfelelnek. A kísérleti munka célja, hogy különböző termesztési módok és fajták esetében vizsgáljuk a talaj nélküli termesztés alkalmazásával a növények fejlődését, hozamát és a virágminőségi tulajdonságokat. Értékeljük az ültetési közegek hatását a hozam és a minőség függvényében.

Irodalmi áttekintés

A talaj nélküli technológia lényege, hogy a termesztést standard körülmények között végezhessük, amelyek előnyei:

- a kultúra standardizálása, különös tekintettel a gyökér környezetére,
- a talajfertőzés és a káros anyagok felhalmozódásának kizárása,
- a vízfelhasználás csökkentése,
- a tápelemek hatékonyabb felvétele,
- a növények vegetatív- és generatív fejlődésének optimális szabályozása,
- korábbi, magasabb és jobb minőségű hozamok elérése,
- a munkaszervezés racionalizálása,
- a kultúra automatizálásának és gépesítésének könnyebb megvalósítása (BENOIT és CEUSTERMANS, 1995).

A monokultúrában termesztett dísznövények közül elsősorban a szegfű és a gerbera esetében a kórokozók oly mértékben fertőzték a termesztőberendezések talaját, hogy a biztonságos termesztés és a hozamok növekedése lehetetlenné vált, ezért nőtt az érdeklődés a hidrokultúra iránt (IMRE, 1995). A talaj nélküli termesztés célja a hozamnövelés, az automatizálás, az energiamegtakarítás és a talajból fertőző betegségek kiszorítása. A Grodán elnevezésű kőzetgyapot jó nedvszívó anyag, melyet az egyik legjobb közegnek tartanak összetételét és fizikai tulajdonságait tekintve, nagy hozamokat érhetünk el vele (WELLEMANN – VEWER, 1983). A növényházi szegfű hidrokultúrás termesztésénél a talajt helyettesítő szubsztrátumként általában kőzetgyapotot és szivacsot alkalmaznak. (SCHMIDT, 1999). IMRE (1995) szerint a hidrokultúrás termesztésben eredményesen alkalmazható gyökérrögzítő közegek típusait csak a termesztéstechnológia színvonalának, az adott ország gazdasági, természeti viszonyainak ismeretében lehet meghatározni. BENOIT és CEUSTERMANS (1995) szerint a poliuretán (PUR) könnyen kezelhető és 10 éven keresztül újra felhasználható, amennyiben gőzzel fertőtleníti. A kőzetgyapot környezetvédelmi hátránya a közeg rövid élettartamában van, annak ellenére, hogy gőzzel fertőtleníthető. Egy hektár kőzetgyapot alapú hidrokultúrás termesztésben 60 m³ hulladék keletkezik, amelynek megsemmisítése vagy újrafelhasználása problémát jelenthet. Reciklizálták az előbb említett anyagot, de ez az eljárás dupla költségű, mint a gőzzel történő fertőtlenítés (BENOIT és CEUSTERMANS, 1995). SONNEVELD (1986) „White Sim” és „Tanga” szegfűfajták növekedését vizsgálta 2,4 és 6,0 mS/cm EC-szintnél. Télen magas, 6,0 mS/cm szintet, nyáron pedig 2 mS/cm-t tartottak. A kísérletek azt bizonyítják, hogy a tartósan magas EC-szint (4-6 mS/cm) csökkenti a hozamot, a nyári időszakban nagyobb mértékben, télen kevésbé. WOOGT (1988) több kísérletet is végzett a szegfű tápoldatának vizsgálatával, a pH-érték 4,5–8,5 között mozgott. A pH-változást különböző mennyiségű NH₄-mal érték el. A növények fejlődése az alacsonyabb pH-érték mellett jobbnak bizonyult. BOWE és REINELT (1991) szerint a szegfű hidrokultúrás termesztésénél a növények fejlődésének és az évszakok váltakozásának megfelelően optimális az 1,5–1,9 közötti EC-érték, valamint az 5,8 pH-érték, melyet KOH hozzáadásával lehet beállítani. A tápoldat elkészítéséhez ajánlják a Combivit tápanyag-koncentrátumot. A tápanyag-utánpótlás heti gyors tesztvizsgálat alapján végezhető. FOLK–ÖRDÖGH–TÓTH (1999) szerint is a növényházi szegfű hidrokultúrában jól termesztendő. A talaj nélküli termesztésnél jelentős költségmegtakarítást jelent a talajfertőtlenítés, illetve a talajcsere elhagyása (LÉVAI–FARKAS–KOVÁCS, 1991).

A kísérletek anyaga és módszere

A hidrokultúrás termesztés két termesztőberendezésben folyik:

- NDK Primör-1 típusú üvegházban, amelyben a vegetációs fűtésen kívül talajfűtés is található, a tápoldat zárt cirkulációs rendszerben áramlik.
- 1993-94-ben a Phare-program támogatásával létesült a francia Filclair gyártmányú ház, melynek klímazabályozása számítógépes irányítással működik. A hőszigetelést, árnyékolást energiaerővel biztosítja. A betonpadlózat 1, 5%-os lejtéssel készült, a tápoldat szintén zárt cirkulációs rendszerben áramlik.

A kísérletbe elsőként a növényházi szegfűt vontuk be. A növények kiültetése ágyásos rendszerbe történt, ültetési közegként Grodánt és poliuretán-éter habszivacsot alkalmaztunk.

Vizsgáltuk az egyes fajták tulajdonságait és az ültetési közegek hatását.

A kála származásából és vízigényéből adódóan jól illeszthető a hidrokultúrás termesztéstechnológiába. A kísérleti munkában a *Zantedeschia aethiopica* „Perle von Stuttgart” fajtát vizsgáltuk.

Három termesztési mód hatását tanulmányoztuk a teljes tenészedőszakon keresztül (a kihajtástól a behúzódságig):

- szivacsba ültetett állomány,
- konténeres állomány,
- talajfűtéses konténeres állomány.

1999 óta foglalkozunk a cserepes virágos dísznövények közül a Poinsettia pulcherrima termesztésével. A kutatómunka során három fajtát vizsgálunk:

- „Freedom Red”: piros fellelű, közepes növekedésű, reakcióideje 6-7 hét
- „Cortez Red”: piros fellelű, kompakt növekedésű, reakcióideje 8 hét
- „Cortez White”: fehér fellelű, kompakt növekedésű, reakcióideje 8 hét

Ültetési közegként korábban a vágottvirág-termesztésben használt felaprított poliuretán-éter habszivacsot alkalmazunk. A becserepezett növényeket fóliával bélelt ágyásokba helyezzük el. A kísérleteket három ismétlésbe állítottuk be. A tenyészidő folyamán mértük a hozamot és a virágminőségi tulajdonságokat.

Eredmények

Az 1995–96-os kísérleti években a gyökeres szegfűdugványok kiültetésénél Grodánt és PU szivacs közegeket alkalmaztunk. A „Pink Castellaro” fajta esetében mértük a szálhozam alakulását a két különböző termesztőközeg esetében a tövenkénti szálhozam alakulása mindkét termesztőközeget vizsgálva magas értéket mutat, azonban a PU szivacsba ültetett állomány eredményei meghaladták a Grodánt. Ezek az értékek elérik a növényházi szegfű kemokultúra termesztésének egy évre vonatkozó szálhozamadatait. Az 1996–97. évi kísérletnél a gyökeres szegfűdugványokat poliuretán-éter szivacsba ültettük. Összehasonlítva a fajtákat megállapítható, hogy legmagasabb hozammal a „Tornio” fajta rendelkezett, a „White Candy” később indult virágzásnak, ennek ellenére intenzív fajtának mondható. Elmondható, hogy az egy tőre eső szálhozam eléri a hagyományos termesztési eljárás esetén kapható eredményt, a 7–9 szál/tő hozamot éves viszonylatban. A virágátmérőt vizsgálva megállapítható, hogy a „White Castellaro” és a „Torino” fajták a tenyészidő folyamán átlagosan 7, illetve 7,2 cm-es virágátmérőt produkáltak. Ezek az értékek megfelelnek a szabványban előírt I. osztályú áru paramétereinek. A szegfűvel végzett kísérletek eredményeit értékelve megállapítható, hogy a növényházi szegfűfajták hidrokultúrában jól termesztethetők, a Grodán (kőzetgyapot) és a PU szivacs közegek közül a szivacs előnyösebbnek bizonyult, mert lazább a szerkezete, így ebben a közegben a dugványok hamarabb begyökeresedtek, valamint a szivacs teljes lebomlásáig alkalmazható a termesztés közegeként, ezáltal környezetbarát, nem okoz problémát az újrahasznosítása.

A kála termesztési módjai (a szivacsba ültetett, a konténeres és a talajfűtéses konténeres állomány) közül az utóbbi mutatja szignifikánsan a legjobb eredményt. Az 1996–98-as évek adatait figyelembe véve a tövenkénti átlagos virághozam 5,2 és 12,0 között változott, szivacsban 5,2–5,3 szál/tő, konténerben 11,7–12,0 szál/tő, talajfűtéssel 8,4–8,8 szál/tő (1. táblázat).

1. táblázat: Hidrokulturás kála növénymagasságának és virágszámának alakulása különböző termesztési módok esetén (Kecskemét, 1996–98)

Kezelések	1996–1997		1997–1998	
	Növény- magasság átlag (cm)	Virág- szám átlag (db/tő)	Növény- magasság átlag (cm)	Virág- szám átlag (db/tő)
Szivacs	57,6	5,2	59,2	5,3
Konténeres	58,0	11,7	63,0	12,0
Talajfűtéses konténeres	86,5	8,4	87,1	8,8
SZD 5 %	11,8	3,4	20,3	3,4

A mikulásvirág hidrokulturás termesztése esetében összehasonlítottuk az alkalmazott fajtákat, valamint vizsgáltuk a két termesztőberendezés fajtákra gyakorolt hatását. A „Freedom Red” – mint közepes növekedésű fajta – egyedeinek magassága meghaladta a „Cortez Red” és a „Cortez White” fajták magasságát. Az utóbbi fajták kompakt növekedést mutattak. A legintenzívebb levélképződést a „Cortez” fajták esetében tapasztaltuk, ezen fajták a kompakt növekedés mellett a legtöbb levéllel rendelkeztek, így bokros növekedésűek voltak. A „Cortez White” levélszáma messze meghaladta a másik két fajtáét. A rozettában álló fellevelek átmérőjének tekintetében a „Freedom Red” fajta adta a legjobb minőséget, hiszen ezek voltak a legnagyobbak. Összehasonlítva a két termesztőberendezés (Filclair fóliaház és Primőr-1 növényház) növényekre gyakorolt hatását, megállapíthatjuk, hogy mindhárom fajta esetében a termesztőberendezések elenyészően befolyásolták a növényminőségi tulajdonságokat (magasság, levélszám, fellevelek átmérője). Ezen eredmények előzetes kutatási eredmények, a mikulásvirág hidrokulturás termesztéstechnológiájának kidolgozása, valamint a fajták összehasonlítása további kutatómunkát igényel.

Irodalom

- BENOIT, F.–CEUSTERMANS, N. (1995): Horticultural aspects of ecological soilless growing methods. *Acta Horticulturae*
- BOWE, R.–REINELT, J. (1991): Edelnelken in NFT-Kultur. *Deutscher Gartenbau* 45: 3., 138-140 p.
- FOLK GY.–ÖRDÖGH G.–TÓTH E. (1999): A növényházi szegfű védelme. *Növényvédelem* 35. évf. 6. sz., 265-275 p.
- IMRE CS. (1995): A hidroklutúra múltja és jövője. *Kertészet és Szőlészet* 44. évf. 36. sz., 18-19 p.
- IMRE CS. (1995): Gyökérrögzítő közegek. *Kertészet és Szőlészet* 44. évf. 36. sz., 19-21 p.
- LÉVAI P.–FARKAS ZS.–KOVÁCS A. (1991): A hidroklutúráş szegfűtermesztés technológiájának kidolgozása, összefüggésben a fajták értékelésével. *Akadémiai Pályázat*, 1-78 p.
- LÉVAI P.–FARKAS ZS. (1998): Evaluation of the experiments on cut flower hydroponics. Lippay János & Vass Károly Int. Scientific Symposium, sept. 1998.
- SCHMIDT G. (1999): A növényházi szegfű termesztése. In: *Növényházi dísnövények termesztése. Egyetemi tankönyv*
- SONNEVELD, C. (1986): EC values of carnation. *Ann. Rep. Glass. Crops. Res. Exp. Stat.*
- WELLEMANN, J.–VEWER, F. (1983): Succesfal growing on Grodan rockwool in the Netherlands. *Acta Hort.* 150, 583-588 p.
- WOOGT, W. (1988): Plant Nutrition and Substrates. *Ann. Rep. Glass. Crops. Res. Exp. Stat.*

Root-fixing materials and nutrition in hydroponical cultivation of ornamental plants

Faculty of Horticulture of the College of Kecskemét, Department of Floriculture and Park Maintenance, Department of Vegetable Growing, 6000 Kecskemét, F. Erdei 1-3.

Hydroculture was established in the early 40's and in the 60's became wide-spread. Because of the economic considerations, however, it played minimal role in Hungarian ornamental plant growing. The forthcoming joining of the EU as well as the strict environment protection regulations, this technology is likely to spread in our country and, like in most of the West-European countries, cut flower will be grown in hydroculture. Closed systems have to meet the most strict environmental regulations. PUR aggrofoam is used in our research work for the several years until it decays. At first, when PUR aggrofoam is new, we plant carnations and calla in it. As aggrofoam becomes old we put plants in containers on these used PUR blocks, and the ultimate usage of PUR is to fill containers with it and use it as a substrate.

We have studied three growing methods; PUR-aggrofoam, container and soil-heated, of which, soil-heated proved to be significantly the best. Growing without soil is an environmental friendly and efficient method. The investment is costly but the utilisation of water and nutritional materials is decreased and the qualities of plants improve. It is only growing without soil which conforms to the most severe requirements of environmental protection. Based on the results of experiments it can be stated that the greenhouse types of carnation can be grown well under hydro-cultural conditions. Concerning the yield of flowers the outstanding varieties are „Pink Castellaro”, „Torino”, „Rebecca” and „Bizet”. The diameter of the flowers for the varieties reaches the parameters of the 1st class goods, that is 7 cm or more. Concerning the diameter of the flower „White Castellaro”, „Torino”, „Bizet” and „Rebecca” proved to be the best. As a result of our Calla growing technology research, that was conducted in 1996/97, and of the measured results, it can be stated that sub-heated containers resulted significantly in the best growth, while per stock yield of cut flowers was favoured by the normal container technology. The difference in height can be explained by the different heating systems. Retarded plant growth and development is also explained by the fact that plastic foams are less likely to warm up than peat-based soil substitutes. The Primeur-1 house has the most favourable heating system and here we set the third technology. Sub-heating was the most favourable for the development of the plant. As far as cut flower yield per plant is concerned, normal container technology was the most successful. Yield was slightly lower in sub-heated technology. Here the higher temperature resulted an excess growth. Yield could be increased in PUR agrofoam blocks by applying subheating.

In 1999 we carried out some experiments on Poinsettia pulcherrima growing in hydroculture in two different types of growing houses. Rooted cuttings were planted into 12 cm diameter pots, filled with agrofoam. The experiment was carried out with three different varieties: „Freedom Red”, „Cortez Red” and „Cortez White”. At the breeding season the high of plants, number of leaves, as well as diameter of bracts were continuously measured. The main purpose of our experiment was to compare growth of these three varieties and the effect of two different growing houses on the quality attributes of flowers. „Freedom Red” – medium growth variety – had higher shoots than „Cortez Red”, which showed a compact growth, but

an intensive development of foliage. „Freedom Red” had the largest bracts diameters. We found, that the growing houses had no significant effect on the quality attributes of flower.

References

- BENOIT, F.-CEUSTERMANS, N. (1995): Horticultural aspects of ecological soilless growing methods. *Acta Horticulturac*
- BOWE, R.-REINELT, J. (1991): Edelnelken in NFT-Kultur. *Deutscher Gartenbau* 45: 3., 138-140 p.
- FOLK GY.-ÖRDÖGH G.-TÓTH E. (1999): A növényházi szegfű védelme. *Növényvédelem* 35. évf. 6. sz., 265-275 p.
- IMRE CS. (1995): A hidrokultúra múltja és jövője. *Kertészet és Szőlészet* 44. évf. 36. sz., 18-19 p.
- IMRE CS. (1995): Gyökérrögzítő közegek. *Kertészet és Szőlészet* 44. évf. 36. sz., 19-21 p.
- LÉVAI P.-FARKAS ZS.-KOVÁCS A. (1991): A hidrokultúrárs szegfűtermesztés technológiájának kidolgozása, összefüggésben a fajták értékelésével. *Akadémiai Pályázat*, 1-78 p.
- LÉVAI P.-FARKAS ZS. (1998): Evaluation of the experiments on cut flower hydroponics. Lippay János & Vass Károly Int. Scientific Symposium, sept. 1998.
- SCHMIDT G. (1999): A növényházi szegfű termesztése. In: *Növényházi dísnövények termesztése. Egyetemi tankönyv*
- SONNEVELD, C. (1986): EC values of carnation. *Ann. Rep. Glass. Crops. Res. Exp. Stat.*
- WELLEMAN, J.-VEWER, F. (1983): Succesfal growing on Grodan rockwool in the Netherlands. *Acta Hort.* 150, 583-588 p.
- WOOGT, W. (1988): Plant Nutrition and Substrates. *Ann. Rep. Glass. Crops. Res. Exp. Stat.*

Tápanyagellátási rendszerek a dísnövénytermesztésben

**Szent István Egyetem, Dísnövény-termesztési és Dendrológiai Tanszék
1118 Budapest, Villányi út 35-43., disz@omega.kee.hu**

A tápanyagellátás a dísnövénytermesztésben a minőség és a jövedelmezőség egyik meghatározó tényezője. Helyes alkalmazása megtérül:

1. A nagyobb hozamokban
2. A jobb minőségben
3. A kultúraidő lerövidülésében

Az indokolatlan túltáplálás veszélyei lehetnek: a „látszatminőség” (és mennyiség), valamint a rosszabb tartósság.

A dísnövénytermesztés rendkívül változatos növényanyaggal és termesztési rendszerekkel dolgozik. A termelés költségtényezői közül fajlagosan általában (de nem mindig!) a tápanyag-utánpótlás a legolcsóbb. A dísnövények tápanyag-utánpótlási módja és mértéke ennek megfelelően igen különböző lehet: a legegyszerűbbtől (pl. monoműtrágyák) a csúcstechnológiáig (kontrollált tápanyagleadású komplex műtrágyák, komputer vezérelt zárt tápoldatozási rendszerek).

Az előadás áttekinti a legfontosabb területeket és az azokon alkalmazott vagy alkalmazható tápanyagellátási rendszereket, az alábbi csoportosításban:

Kondicionált felületek alatti (növényházi) dísnövénytermesztés, ezen belül:

- vágottvirág- és vágottzöld-termesztés,
- cserepes dísnövények előállítása,
- virágpalánta-nevelés (főképp egyváriak),
- díszfaiskolai szaporítóanyagok előállítása.

Szabadföldi dísnövénytermesztés, ezen belül:

- díszfaiskolai termesztés,
- rózsatő termesztés,
- élő dísnövények előállítása,
- virághagyma-termesztés,
- virágmagtermesztés,
- szabadföldi vágott virágok termesztése,
- szárazvirág-termesztés,
- szabadföldi virágpalánta-nevelés (főképp kétnyáriak).

Fertilization systems (nutrition supply) in ornamental plant production

**Szent István Egyetem, Dísznövény-termesztési és Dendrológiai Tanszék
1118 Budapest, Villányi út 35-43., disz@omega.kee.hu**

Fertilization is a key factor in ornamental plant production, having a determining effect on:

- the yields,
- the quality,
- the cropping time and the duration of the growth period, and, therefore,
- the profitability of the whole crop.

Over- and under-use of fertilizers may be equally harmful or dangerous. The range of ornamental plants is immensely wide and diverse as it includes practically the whole Plant World. The ways and methods for their optimal nutrient supply depend not only on the given plants but also on the way of their cultivation and the type of product aimed at, as follows:

1. *Open ground cultivation* (Plants grown mainly for outdoor decoration or as a starting material for protected cultivation)

- Woody nursery stocks (deciduous trees and shrubs, broadleaved evergreens, climbers and conifers, grown either in the field or in containers),
- Herbaceous perennials (usually container- or pot-grown in perennial nurseries),
- Rose bushes (grown in specialized rose nurseries),
- Flower bulbs corms and tubers (grown for forcing in greenhouses or for planting out in the open),
- Open-ground cut flowers and cut foliage,
- Dried flowers,
- Some bedding plants, grown (or finished up) in the open.

2. *Protected cultivation* (Plants grown mainly for indoor decoration)

- Cut flowers
- Cut foliage
- Pot plants (flowering pot plants and foliage pot plants)
- Bedding plants and balcony plants (Annual, biennial and partially perennial ornamentals, grown under cover but used mainly outdoors)

The presentation gives an overview and evaluation of the most various systems used and applied in the above-listed fields of ornamental plant production, ranging from the simplest ones (e.g. the use of mono-fertilizers) through to the slow- and control-release fertilizers, up to the most sophisticated hydroponic systems nutritive compounds with full automatation and recycling of fertilizer compounds.

A szőlő tápanyag-gazdálkodási specifikumai a félszáraz trópusokon

AGROINVEST RT., 1117 Budapest, Budafoki út 79.

Az AGROINVEST RT. már két évtizede dolgozik a brazil trópusi tájakon, az észak-keleti térségben. Kezdetben az édesvízi haltenyésztés és szaporítás, majd 1986 óta a szőlőtermesztés is feladata lett, ahol szaktanácsadói minőségben a CODEVASF-fal (a Sao Francisco folyó térségének fejlesztését végző állami vállalat) kötött és a két kormány technológiai együttműködésének keretében, 14 éven át tartós kiküldöttként végeztem feladataimat. Az első évek után, mivel a brazil partnerünk már e kezdeti eredményeket is pozitívan értékelte, a magyar szőlész-borász szaktanácsadói létszámot öt főre kérte felemelni, így ezen szakembergárda vezetőjeként is elláttam feladataimat.

A táj gyűjtőpontjában fekszik Petrolina városa, Pernambuco államban (az állam székhelye, Recife 900 km-re fekszik észak-keletre). Földrajzi meghatározásban a déli szélesség 9,23 és a keleti hosszúság 30-as méretében, 376 m tengerszint feletti magasságban, a Köppen-féle trópusi klíma felosztásában a félszáraz trópusnak megfelelő kategóriában. Az éves csapadék 400 mm és az átlaghő 26,9 °C. Ettől a központi helytől délre, végig a Sao Francisco folyó völgyében, egészen a 17. szélességi fokig (Pirapora, Minas Gerais állam) feladatom volt bizonyos általános felügyelet és orientáció. Így emiatt a már említett klímazóna mellett a kissé nedves és a félnedves trópusi zónákba eső szőlőtermesztéssel is foglalkoztam, melyeknek adottságai már sokkal kevésbé különlegesek és inkább hasonlíthatók a temperált klímán folyó szőlőtermesztéshez.

A fő feladatot jelentő félszáraz trópusi (petrolinai központtal meghatározható) zónára jellemző, hogy általában az év egészében lehetséges bármilyen növényi vegetáció. Így a szőlőtermesztésben a csemegeszőlőnél 2,5–3-szori, a borszőlőnél háromszori szüret naptári években általános. Az említett csapadék és az átlaghőmérséklet azt jelzi, hogy rendszeres alapellátást biztosító öntözés nélkül nem lehet szőlőt termeszteni.

Mi, a magyar szőlészeti-borászati szaktanácsadók, munkánkat azzal kezdtük, hogy alaposan tanulmányoztuk a trópusi viszonyokat, megtanultuk, megismertük azokat a körülményeket és követelményeket, melyeket a klíma adottságai nyújtanak és az ottani termesztők eddigi tapasztalatait tanulmányoztuk. Majd az itthoni magyar szőlészeti tapasztalatainkat összevetettük azokkal az ismeretekkel, miket a fejlett szőlőtermesztő országokban tapasztaltunk Európában és a tengerentúli területeken. A szőlészeti világirodalmából összegyűjtöttük azokat az ismereteket, melyeket neves termelők és tudósok leközöltek. Mindezekből a szőlő biológiája törvényszerűségeit átvettítettük és szintézisbe hoztuk a trópusi tapasztalatainkkal. Valójában nemcsak megismerni és tudni akartuk az itteni tennivalókat, hanem az eddigiektől eltérő, modern biológiai felkészültséggel nekiláttunk a termesztés korszerű technológiájának kialakításához.

Miután az említett trópusi klíma kvázi az üvegházi termesztés körülményeihez hasonló és a folyamatos termesztést teszi lehetővé, szembe találtuk magunkat azzal a ténnyel, hogy itt a szőlő talán nincs is mély nyugalmi állapotban, amiről ma az a tudomány véleménye, hogy ez

nélkülözhetetlen e növény termesztéséhez. Úgy gondoljuk, ennek a megállapítása még sokféle tudományos vizsgálódást tesz szükségessé. Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy gyakorlati szempontból nincs gond, mert ha a vesszők és rügyek beérése a terméséréssel egy időben vagy rövid idő múltán bekövetkezik, a szüret után egy-két héttel újra beindítható az újabb vegetáció a metszéssel.

A már említett folyamatos termesztés igen nagy mértékben kihasználja a növény teljesítőképességét. Ugyanakkor a félszáraz klíma következtében a térségben (ahol mindenféle növénykultúra, így a szőlő termesztése is csak 25 éves múltra tekinthet vissza) a korábbi ősnövényzet nem tudott fává fejlődni, csak bokros növénytársulások voltak és vannak a még termelésbe nem vont területeken. Ennek okából a talajok szervesanyag-tartalma igen alacsony, 0,10–0,40%, nemkülönben a zömmel homokos talajok ásványianyag-szegénysége miatt, jelentős szerves és műtrágya is szükséges a magas minőség és a termelési hozamok érdekében.

A szőlő tápanyagigénye tekintetében számunkra irányadók voltak azok a termelési tapasztalatok, amelyeket Balatonbogláron az Állami Gazdaságban annakidején kialakítottunk és tapasztaltunk. Ezeket az ottani gazdaságban létrehozott kutatólaboratóriumban a francia Léwy professzor, majd Gartel, Huglin, Kliwer és más neves kutatók nyomdokain dr. Eifert József laborvezető öntött mai formába számunkra. Ezt követően zömmel már a brazilai munkánk során jutottunk újabb ismeretekhez Francois Champagnol legújabb munkájából.

Mindezekből adódott a feladat számomra, hogy a trópusi szőlőtermesztéshez kialakítsak egy olyan, a gyakorlat emberei számára jól felhasználható orientációs táblázatot, mely már az ott megszerzett újabb tapasztalatokra és a korábbi tudományos és gyakorlati ismeretekre épül. Az I. számú mellékleten mutatom be ezt a táblázatot, melynek alkalmazásával az élen járó szőlőtermesztők a térségben igen kiváló eredményeket érnek el. Ennek egyik korábbi változatát már leírtuk abban a könyvben, melyet a félszáraz trópusi szőlőtermesztésről írtam két szerzőtársammal (Lajos Hegedűs és Amancio Holanda de Souza), és ezt tankönyvnek szántam a mezőgazdasági technikumokban. (Edicao SEBRAE – PE. RECIFE 1996)

A táblázatban három csoportját különböztettem meg a fajtáknak, ezen belül, illetve ezen kívül még egyéb megkülönböztetéseket is lehet vagy szükséges megtennünk, bizonyos esetekben. Ezekről majd az egyes tápanyagoknál külön fogok említést tenni. Most csak annyit, hogy a vörösbortfajtákra általában a Red Globe fajta írott számok az irányadók, kivéve a foszfort.

A táblázat számaihoz a következő indokolások, magyarázatok szükségesek:

A nitrogén szerepe itt még talán fontosabb, mint a temperált klímán. Különösen a tőkék, törzsek, karok, vesszők, hajtások erőssége, a magas hozamok, a folyamatos termelés, a fűrt- és bogyóméret alakulása és egyáltalán a szőlőink élettartama tekintetében. Itt jegyzem meg, hogy az évi háromszori termés és a jelentős mennyiség, a hozzá alkalmazkodó kiváló minőség a szőlőtőkék élettartamát érhetően lerövidíti.

Ennek következtében 15–18 évnél tovább nem érdemes egy szőlőültetvényt fenntartani.

A nitrogénellátásnál a táblázatban jelölt számok elérése tekintetében igen jelentős szerepe van itt a szervesanyag-ellátottságnak. Miután a talajok szervesanyag-tökéje majdnem semmi, jelentős szervesanyag-felhasználást szükséges végrehajtani. Ennek leggyakoribb formája a komposztkészítés és -felhasználás. Miután a térségben hatalmas cukornádültetvények vannak, a cukorgyárakból kikerülő törköly jelentős mennyiséget képvisel, más esetben pedig magasra növő fűfélék termelnek a szerves anyag biztosítására, pl. elefántfüvet. Általában a komposztkészítéshez istállótrágyát használnak fel, kisebb részben szarvasmarha-, de főleg

kecske- és birkatrágyát. A komposztot érelik, keverik, öntözik, esetenként erjedést beindító anyagokkal vagy műtrágyákkal is keverik, és érlelt formában használják fel. A jobb termelőknél ezzel a komposztfelhasználással 2–3%-os szervesanyag-mennyiség is van a talajban, ami már ideális.

Fontos szempont itt is a nitrogén tekintetében az egyensúlyi állapot biztosítása, aminél a fajták különböző tulajdonságainak igen nagy szerepe van. De itt mindjárt kijelenthetjük, hogy az egész természetnél, ami a trópuson igen intenzív formájú, a fajták eltérő tulajdonságaira nagy figyelmet kell szánunk, mondhatnánk azt is, hogy a temperált klímán szerzett tapasztalatokénál nagyobb ennek jelentősége. Én ugyan megkockáztatom kijelenteni azt is, hogy talán nem figyeltünk fel korábban ennek itthoni jelentőségére.

A foszforellátás esetében az itt termelt fajták (Itália, Piratininga, Rubi, Benitaka stb.) általános fűrthozamát, azt, hogy döntően hajtásonként 1 fűrtöt hoznak, kellett alapul venni. Ugyanis jobb foszforellátásnál két, akár három fűrt hozamra is készíthetők ezek a fajták. Sőt külön csoportba kellett tenni a most igen divatosá vált új fajtát, a Red Glohe-ot és még inkább a magnélkülieket. Az előző ugyanis a hajtásonkénti egy fűrttel nem ad kielégítő termést, míg a táblázatban szereplő értékekkel akár 50 t/ha/szüret termést is ad.

A mag nélküli fajtáknál nem lehet elkerülni a tápellátás esetében sem azt a körülményt, mely jellemzi a trópusi természetet, függetlenül, hogy a Köeppen-féle táblázat melyik övezetébe tartozik.

A nagy gond a trópuson, hogy nincsenek hosszú nappalok. A Pierre Huglin könyvében a *Biologie et écologie de la vigne* címűben van egy beszámoló egy ausztráliai 18 éves tartamkísérletről. Baldwin kutató a legfontosabb mag nélküli fajtával, a Sultanine-nel végzett kísérletében tapasztalta, hogy rövid nappalosság esetében nincs elegendő termékeny rügy ennél a szőlőnél. Tehát a termékenység a napfénnel összefügg, s miután a legtöbb mag nélküli fajta egyik szülője vagy ez a fajta, vagy a Korinthosi, mindkettő ezt a napfénnel kapcsolatos tulajdonságot örökíti.

Ez a körülmény a termékenységre döntően kihat. Ugyanakkor a tudományos gondolkodás létrehozta azt a gondolatot, hogy mivel a fűrtdifferenciálódás a szőlőnél a virágzással egy időben történik a rügyben a következő vegetáció érdekében és ezt a folyamatot a szőlőben meglévő cytokinine irányítja, befolyásolja, így adódott más hasonló növényi hormonoknál is, mint pl. a gibberellinnél a mesterséges előállítás lehetősége.

Ilyen következtetés alapján került a BASF chilei gyárában a cytokinine előállítása és forgalmazása SITOFOX néven. Igaz, hogy Chilében ezt a gibberellin helyett a bogyónövekedés elősegítésére használják, de mi az említett rügydifferenciálódás elősegítésére használjuk fel magnélkülieknél. De még ez is eredménytelen a Sultanine-nél. De meg kell jegyeznem, hogy nemcsak ezt szükséges használni ilyenkor, mikor a fűrthozammal van a baj, hanem még regulátort is, mint pl. a CCC a cycocel-t is. Ezzel ugyanis a vegetációs fázist tudjuk csökkenteni hatásában, míg az előzővel, a cytokinine-nel a generatív fázist erősítjük.

Mindezek mellett és dacára, a foszforellátottság magasabb foka szükséges a kellő hatás eléréséhez, úgy, mint a táblázatban a magnélkülieknél ez számszerűsítve van.

Még szeretném kihangsúlyozni, hogy a foszforellátás és egy-egy szőlőtöke magasabb termése közötti olyan drasztikus hatást, mint a trópuson, itthon sosem tapasztaltunk.

A kálium, mint az egyik legjelentősebb tápanyaga a szőlőnek, teljesen általános. Mégis a trópusi termesztés ezt nyomatékosabbá teszi. Túl azon, hogy a szőlő majdnem minden minőségi mutatója szempontjából ez a legdöntőbb, vagyis cukortartalom, savösszetétel, aroma, illat, zamat, bogyók ropogóssága, színeződése, vesszők, rügyek beérése, majd biológiai aktivitása szempontjából elsősorban meghatározó a többi tápelem között. Mindezekon felül a fűrt- és bogyó méret kialakulásában is döntő szerepe van. Nagyszerű bogyó méretre gyakorolt szerepe

van az előbb említett hormonnak a gibberellinnek, de ha hatását magas mennyiségű kálium támasztja alá, hatása lényegesen jobb és hátrányok nélküli. Emiatt is kellett a trópusi K mennyiségét a levélben felfelelni. A fürt- és bogyóméret a csemegezőlő-termesztésben értékmeghatározó (túl az ízbeli, zamatbeli értékeken).

Van a káliumnak egy olyan hatása, melyre korábban itthon nem figyeltünk fel. Valamikor jó kapcsolatunk volt a Geiseinheim-i Kutatóintézetrel, személy szerint prof. Helmuth Beckerrel. Ő azt tapasztalta a németországi szőlőkben, ahol igen magas a tápellátás, főleg K tekintetében, ott a különféle vírusok kevésbé hatnak.

Ennek alapján egy több hektáros Piratininga szőlőtáblát, melyben a Leafroll vírus igen legyengítette a tőkéket és a termés 10 t/ha/szüret alá csökkent, olyan mennyiségű káliumszulfáttal láttuk el, hogy az érés kezdetén a levélben mért és a szárazanyagára viszonyított káliumszint elérte a 2,5%-ot. Ennek hatására szőlőtábla termése a 30 t/ha/szüreti mennyiséget elérte, kiváló minőségben, több cikluson át. A vírus tünetei nem manifesztálódtak.

Egy másik területen, Itália táblában egy fiatal, még nem termő szőlőben a Fanleaf vírus tünetei jelentkeztek igen erősen. A fiatal hajtások rövid ízközűek, lapított szögletesek lettek. Itt tápoldatos öntözéssel a káliumszintet 2% fölé vittük, és abbamaradtak a tünetek, a szőlő azóta régén termőre fordult.

A kalcium szerepe is meghatározó. A talajok, főleg a homokos területeken savanyú kémhatásúak, így a rendszeres kalciumadagolás emiatt alapvetően szükséges. De a kötött agyagtalajokon is, ahol eredendően általában van elegendő mész, vagy abszolút értékben, vagy csak a felvehetőség miatt jelentkeznek bizonyos hiánytünetek.

A csemegezőlőknél, de a vörösbort adó fajtáknál is megfigyeltük, hogy a bogyóhéjvastagság összefüggésben van a kalciumellátottsággal. Ugyanis a bogyóhéj fajtaként meghatározott sejtsorokból épül fel, pl. az Itália 12 sejt sor esetében adja az ideális héjvastagságot. A héj vastagságának a szállítás, eltarthatóság bizonyos értelemben vett rezisztenciájának, továbbá az illat- és zamatanyagoknak, színanyagoknak milyenségét és mennyiségét is bebatárolja. Vagy pl. a Red Globe fajtánál az ún. napégés könnyen jelentkezik, ha a levélben mért kalcium nem éri el a 4 vagy 5%-os értéket.

A magnézium szerepe egyaránt fontos, mint a temperált klímán, de a nagyobb termés miatt valamivel nagyobb koncentráció szükséges a levélnél. A kocsánybénulás okozza a legfőbb gondot, főleg a színes csemegezőlőknél és a vörösborszőlőknél. Elég sok nehézséget okoz az, ha levélen át kell pótolni a hiányt, mert a felszívódása a különféle Mg-vegyületeknek eléggé lassú. Könnyebb a helyzet ott, ahol tápoldatos öntözés van, mert itt az öntözővízen és a gyökereken át jobb a felszívódás.

A mikroelemek szerepe a trópuson fokozottabban jelentős.

A bór szerepe a virágzásnál, a megtermékenyítésnél a legfontosabb. Tapasztaltuk, hogy gyakran időjárási tényezőknek tartott elrúgást a bórhiány okozta. Ugyanakkor a többlet ebből a tápelemből ugyancsak abortuszt okoz, nagyon fontos a többi tápelem és a fajta speciális igényének ismerete a mennyiség meghatározásánál. Legfontosabb összefüggése a tápelemnek a foszforral van. Ugyancsak döntő eleme a jó hatásnak az alkalmazási időpont.

A cink az előzővel együtt fontos szerepet játszik a megtermékenyítés időszakában, a bogyók magképzése tekintetében. A csemege-, de a borfajtáknál sem mindegy, hogy hány mag képződik ekkor, ugyanis a magvak számától függ a bogyóméret. Olyan tapasztalatunk is van egyes

fajtáknál, hogy a bogyóméreten kívül a bogyók zamatanyaga is csökken kevesebb magszám esetén. Az ideális magszám bogyónként a 4 db.

De e két mikroelem (B, Zn) a rügy összetételében, s a differenciálásban is természetesen a foszforral együtt fontos szerepet játszanak. Fontos az is, hogy mindkét elem a gyökereken keresztül hasson, főleg a Zn, mert jelenléte a gyökérszőrkénél a foszfor felvételét segíti.

A vas és a réz, résztvevén a fotoszintézis folyamatában, az anthociánképződésben s így a színes csemegeeszőlő-fajták és a vörösbort adó fajtáknál jelentik a legtöbb gondot. Azonban, ha kisebb mértékben is, valamennyi fajta számára fontosak e mikroelemek, gondoljunk csak a kalciummal és a magnéziummal kapcsolatos összefüggésre. A vassal a jobb színeződés érdekében még esetenként lomhtrágya gyanánt kipermezett vas-szulfáttal is jó eredményeket lehet elérni. Amennyiben ennél felszívódási nehézségek vannak, úgy a citromsavval való kiegészítés javította a hatását. Sok termelőnél tudtunk ezzel főleg a Red Globe és a Benitaka színes fajtáknál jobb minőségű és piacosabb mély szintet biztosítani.

A vas mint mikroelem mindezekon kívül jónak bizonyult vírustünetek kezelésénél is. A Yellow speckle vírus tüneteinek jelentkezésekor, a levél vastartalmát jóval a 300 ppm fölé emelve, meg lehetett szüntetni a vírus manifesztálódását igen gyorsan akkor, ha tápoldatos beavatkozással végeztük az adagolást.

A molibdén és a kobalt is fontos számunkra a trópusi csemegeeszőlő termesztésében. Az első a fűrtméret meghosszabbítását és a bogyóméret növekedését tudja serkenteni, így kiválthatja a gibberellint. A kobalt pedig a bogyók súlyának és ropogósságának növelését tudja segíteni.

A mangán hiánya a fotoszintetikus effektust gyengíti, többlete pedig toxikus hatású.

Ugyanígy főbb gondunkat a toxicitás jelenti az alumínium és a sók magasabb szintje esetén. Ez főleg a drénezés nélküli öntözések esetén és a nem megfelelő talajmunkák miatt az oxigénhiánnyal van kapcsolatban. Ezekben az esetekben a szőlő fejlődése csökkent lesz, a minőség, a mennyiség nagymértékben csökken, adott esetben akár el is pusztulhat egy ilyen ültetvény. A talajtömörödés megszüntetése, a drének kialakítása, az altalajlazítás, a sorok közepe felé lejtős talajfelszín (bakhát) kialakítása és sok más olyan újdonság van melyen az AGRO-INVEST szakemberei dolgoznak. Ezek az új módszerek az öntözés és a gyakori gépi taposás talajtömörítő hatását vannak hivatva kiküszöbölni. A legjobb szőlőbirtokokon már a kezdeti sikereken túl vagyunk.

Végezetül még szeretném megjegyezni, hogy a tápanyag-adagolás és mindazok a gondolatok, tapasztalatok, melyek felemlítésre kerültek, egy igen intenzív öntözési kultúra körülményei közöttiek. Az esetek döntő többségében a műtrágyázás tápoldatozással történik, melynek tápelemelosztását az egyes vegetációs fázisok alatt a 2. számú mellékleten mutatom be. A szerves anyag (komposzt) kijuttatása általában két-három ciklusonként a metszés előtt 10 nappal történik, barázdába kijuttatva.

A terméseredményeket illetően az élenjáró szőlőgazdaságokban tanácsaink szerinti táplálás mellett ciklusonként a fajtától függően 25–50 t/ha-t tudnak produkálni első osztályú termék tekintetében. A mag nélküli fajtáknál a hozam ennek csak 35–40%-a jelenleg.

1. táblázat: *Orientációs táblázat a trópusi szőlőtermesztésnél a levéltápanyagszintekre (15 brix cukorfoknál)*

Tápelem	mértékegység	normál szint	színes fajták	mag nélküli
Nitrogén N	%	2,25-4,00	2,00-2,80	1,80-2,40
Foszfor P	%	0,30-0,70	0,60-0,90	0,60-1,20
Kálium K	%	1,20-2,50		
Magnézium Mg	%	0,30-0,60	0,50-0,90	
Kalcium Ca	%	2,50-4,00	3,50-5,00	
Bór B	ppm	80-160		
Cink Zn	ppm	80-300		
Vas Fe	ppm	100-200	300-400	
Réz Cu	ppm	13-25	25-50	
Mangán Mn	ppm	20-100		
Kobalt Co	ppm	0,50-10,00		
Molibdén Mo	ppm	0,50-10,00		

2. táblázat: *Tápoldatos öntözésnél kijuttatott műtrágyák vegetációs fázisonként*

Dekádok fenológiai ciklus	N	P	K	Mg	Ca	B	Zn	Fe	Cu
Rügyfakadás előtt barázdába	30	25	25	30	30	40	40	30	30
1. dekád Rügyfakadás	10	10	-	-	-	-	-	-	-
2. dekád Rügyfakadás	10	10	-	-	-	35	35	-	-
3. dekád Zöld válogatás	10	15	10	30	30	10	10	20	20
4. dekád Virágzás	-	10	10	-	-	-	-	-	-
5. dekád Megtermékenyítés út.	10	10	10	-	-	-	-	-	-
6. dekád Zöldborsó méret	15	10	10	30	30	10	10	30	30
7. dekád Bogyó int. növk,	10	5	8	-	-	5	5	-	-
8. dekád Bogyó int. növk,	5	5	7	10	10	-	-	10	10
9. dekád Érés kezdete	-	-	10	-	-	-	-	10	10
10. dekád Érés	-	-	10	-	-	-	-	-	-
11. dekád Érés-szüret	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A fentiek szerint az egyes műtrágyaféleségek alkalmanként kijuttatott százalékát tünteti fel a táblázat, mégpedig az elsőt, az ún. alaptrágyázást nem tápoldatban, hanem a sorok mellett kihúzott barázdákban.

Az összesen kiszórandó műtrágyát a levélanalízis szerint mi, szaktanácsadók javasoljuk, s annak a fenti szétszétását mutatjuk be. Ezek szerint minden tíz napban van egy tápoldatos öntözés. A 11. dekádot azért tüntetjük fel, mert akkor még a szüret napjáig bezárólag kell öntözni és előfordulhat, hogy valami rendellenesség – pl. vessző, rügy jobb beérése – miatt tartálékban egy tápoldatos öntözést szükséges lehet kalkulálni.

Irodalom

- Vladimir Koeppen: Klimalehre. 1906, Hamburg
J. L. Cabirol: La Viti - Viticulture Brésilien. Bulletin de l'O.I.V., 1988, Paris, Vol. 61-685-686
Pierre Huglin: Biologie et écologie de la vigne. Édition Payot, Lausanne, 1986
Bovey-Gartel-Hewitt-Martelli-Vuittenez: Maladies à Virus et affections similaires de la vigne. Éditions Payot, Lausanne, 1980
François Champagnol: Éléments de Physiologie de la vigne et de viticulture générale. Édité par F. Champagnol, Montpellier, 1984
A. Lakatos-L. Hegedűs-A. Holanda: Viti - Viticultura na Região Tropical semi-árida. Edicao SEBRAE - Recife - PE, 1996
András Lakatos: Relatório Viti - Viticultura. CODEVASF/AGROINVEST - Petrolina - PE, 1999

András Lakatos

Specific conditions of plant nutrition in viticulture of the semi-arid tropics

AGROINVEST RT., H-1117 Budapest, Budafoki út 79., Hungary

AGROINVEST RT. Co. has been active for more than 20 years in the tropical region of Brasil, especially in the NE region. Earlier, it was in fresh-water pisciculture and hatchery, then, since 1986, also in the development of viticulture as consultant of CODEVASF (a State Enterprise for the Development of the Sao Francisco River Valley Region). The work is based on an inter-governmental technological co-operation. The author spent his permanent mission over 14 years in this area. After the initial years, as the Brazil Government appreciated the activity, the crew of Hungarian consultants in viticulture and enology was enlarged to 5 persons, and I served as the head of the group.

The town Petrolina is located in the centre of the region, which is in Pernambuco State, (the capital of State being Recife, 900 km to NE). The geographical position is characterised as 9.23° of southern latitude and 30° of eastern longitude, 376 m altitude. According to the Koeppen, the region lies in the semi-arid tropics category. The annual precipitation is about 400 mm and the mean temperature is 26.9 °C. That region extends south along the valley of the Sao Francisco River to the 17° southern latitude (Pirapora, Minas Gerais State). As I was responsible, generally, for the supervision and orientation, I was also attentive to the neighbouring regions, i.e. slightly humid and semi-humid tropics, and especially to the possibilities of viticulture under the given conditions, less aberrant and much more similar to the conditions of the Temperate Zone.

The main characteristic of the target area (semi-arid tropics with the centre of Petrolina) is the possibility of vegetation all around the year for practically all kinds of cultivated plants. Viticulturists calculate, generally, 2.5-3 vintages per year in table grapes, and 3 in wine grapes. However, because of the low level of precipitation and high temperature means the necessity of regular irrigation is indispensable.

As Hungarian consultants of viticulture and enology we started our work with the thorough study of the climatic conditions of the tropics on the spot, to assess the possibilities offered by the local

conditions in relation to experience gained by the growers and pioneers of the area. Subsequently, knowledge and traditions acquired in Hungary have been compared with those experienced in wine producing West European countries and overseas. Sources of the world-literature were explored too in order to obtain a comprehensive picture on the biology of grapes, and especially its performance expected under tropical conditions. Synthesising all this information we endeavoured to elaborate an agenda, of what are the most advanced biological and technical considerations to be applied in a program to develop viticulture unprecedented in the given area.

The climatic conditions of the semi-arid tropics are closely analogous to that of the greenhouses, suitable for continuous cultivation. It has been postulated that here the grape plant is not bound to develop an obligate rest period in spite of the traditions of viticulture in the Temperate Zone, i.e. in Hungary too. Although this question has not been answered yet and needs further research, but practically the new period of growth can be started one or two weeks after vintage by pruning back to the buds already containing ripe primordia of inflorescences.

The continuous cultivation, however, exhausts the yielding capacity of the plant. Because of the semi-arid conditions the local vegetation is limited to a bushy growth, which produces the typical brushwood landscape. Regular cultivation of plants, grapes included, has been attempted some 25 years ago. Considerable areas are still fallow. So, organic matter content of the soil is less than 0.1-0.4 %, moreover, the light, mostly sandy soils are also deficient in mineral compounds. Agricultural utilisation, let alone the production of a high quality crop, therefore, requires the profuse administration of organic as well as mineral fertilisers.

Concerning the requirements in nutrients of the grape, we used experiences that accumulated at the State Farm of Balatonboglár. There, in the research laboratory, József Eifert summarised the respective findings of the French Professor Lewy as well as of Gartel, Huglin and Kliever, applied to the local conditions. Subsequently, Brazilian studies of François Champagnol's recent results contributed to our stock of knowledge.

All those outlined our endeavour to develop a general table of orientation for the purpose of guiding growers committed to tropical viticulture. There, world-wide results of viticultural research and local experiences are synthesised. In attachment No. 1 (Table 1) data collected from the most successful growers are presented. An earlier variant of the Table has been published in the book written in common with two co-authors destined to be a text for technical trainees of growers in the semi-arid tropics (A. Lakatos, Lajos Hegedűs and Amancio Holanda de Souza, Edicao SEBRAE -PE. - RECIFE 1996).

In Table 1, the varieties are grouped into three categories, further distinctions, for special cases, may or ought to be justified within or outside those groups. They will be pointed out in relation to particular nutrients. For the moment, we state only that red wine varieties could be handled, generally, as suggested for Red Globe, except for Phosphorus.

The numerical data presented in Table 1 need some explanation as follows:

The role of Nitrogen is more accentuated here than under temperate climatic conditions. It is especially recommended because of the vigour of the vine-stock, branches and shoots, the high yields, the continuous vegetation, the size of clusters and of the berries, and generally for the longevity of the plant. Remarkably, three vintages per year, the large volume of the crop, nonetheless the high quality observed all the time shorten the life expectancy of the plant, considerably. That's because the recommended life span of a plantation is about 15-18 years.

The yields indicated at the given doses of Nitrogen presuppose, however, certain levels of organic matter content in the soil. As the original content of the soils is usually negligible, the grower should supply the quantity necessary. The most practical way in doing that is to make compost. As huge sugar-cane plantations are in the region, the cane stems (murk) recycled from the factory would serve as ground material, otherwise, vigorously growing grasses, e.g. elephant grass are recommended. Generally, stable manure of cattle, sheep or goat, is used. The compost should be mature, mixed and watered, occasionally, the fermentation is stimulated, fertilisers added. Most successful growers achieved even 2-3% of organic content of the soil, which is considered as ideal.

For the Nitrogen supply we have observe the balance of nutrients, which depends, highly, on the character of varieties. Here, we have to emphasise that viticulture in the semi-arid tropics is one of the most intense type of technologies, varietal differences deserve much more attention, than under the Temperate Climate. I dare say, moreover, that the importance of the differences was unduly ignored even in our traditional viticulture.

In Phosphorus nutrition, the local varieties (Italia, Piratininga, Rubi, Benitaka, etc.) are taken into account as they bear one cluster per shoot as a rule. At higher P levels, however, these varieties may produce two or even three clusters. Some new popular varieties as the Red Globe and even more the seedless ones deserve to put them in a category of their own. The former e.g. does not yield the sufficient quantity with one cluster per shoot, whereas with doses indicated in the table 50 t/ha yields are achieved.

In the case of seedless varieties, we are confronted with the question of plant nutrition under tropical conditions regardless of the meteorological characterisation of Koeppen. The main concern of tropical viticulture is the lack of long days (photoperiods). In the book of Pierre Huglin: „Biologie et écologie de la vigne”, there is an account of an 18 year-long experiment performed in Baldwin, Australia in which it was found that the seedless variety Sultanine cannot develop sufficient fertile buds under short photoperiods. Fertility depends on the photoperiod too, so most seedless varieties are progenies either of Sultanine or of Corinth. Both perpetuate this character, which impairs fertility. Recent results of research revealed that the primordia of inflorescences are initiated during blooming and depends on the content of Cytokinin, hence came the idea of administrating plant growth substances as a possibility to regulate flower initiation as was shown with the application of Gibberellins.

That inspired the BASF factory in Chile to release cytokinin in a product named SITOFEX. There, in Chile, it is used instead of Gibberelline to stimulate the growth of berries but we applied it to enhance the initiation of flowers in the buds of seedless grapes. In the case of Sultanine, however, we did not succeed. I should remark that we also need other chemicals to regulate the number of inflorescences, e.g. CCC or Cycocel, which breaks vegetative growth. On the other hand, Cytokinin stimulates the generative phase of growth. By all means, an enhancement of Phosphorus nutrition is necessary as shown with numerical arguments for seedless grapes for the table.

It is opportune to state that the high correlation between Phosphorus doses and grape yields experienced here in the tropics was outstanding, and cannot be compared with the results obtained in Hungary.

Potassium is one of the most important nutrients recognised in viticulture. Likewise in the tropics its importance has to be emphasised. In addition to the fact that K is decisive in the development of almost all characters contributing to the quality of the produce as sugar content, acid composition, flavour, smell, taste, crispness, colour of berries, maturity of shoots and buds, it has an important role in most biological activities. The size of clusters and of the berries depends also on potash, although the growth substances, as Gibberellins, are successfully used,

but its effect is based on the presence of that nutrient. It hardly has any negative effects. In the tropics the doses of potash had been increased for those reasons. The size of clusters and of berries is a decisive component of quality in table grape (let alone the taste and flavour).

There is another important advantage of potash fertilisation, which was almost ignored in Hungary. In the past we maintained friendly relations with the Research Institute of Geisenheim (Germany), where Professor Helmuth Becker observed that in vineyards highly supplied with potash the different virus diseases were less expressed.

Based on this observation, we chose a grape plantation of several hectares near Piratininga, where the Leafroll virus weakened the wine-stocks considerably and yields attained hardly 10 t/ha. A high dose of potash-sulphate was administered until the K-content in the leaves at the beginning of the ripening season was around 2.5%. The effect was overwhelming, i.e. 30 t/ha of yield, excellent quality for several cycles. Symptoms of the virus were suppressed.

On another area, in a young plantation of the variety Italia showed heavy symptoms of the Fanleaf virus as young shoots developed short internodes and their axis grew flattened and angular. By a nutrient solution we raised the level of potash content above 2%. As a result, the symptoms disappeared and the plantation became productive.

The role of Calcium is equally decisive in the sandy soils of acidic reaction. Regular Ca doses are required also in heavy soils, where the Ca content seems to be sufficient, but its uptake is hindered. Symptoms of insufficiency may appear.

In table grapes as well as in red wine varieties we observed a correlation between the strength of skin and Ca supply. The skin is built up by several cell layers typical for the respective variety, e.g. in Italia the ideal skin is 12 layers thick. Toughness of the skin is an important quality character from the point of view of transportability, shelf life and resistance to injury, as well as flavour, taste, quality and quantity of colour substances. Moreover, the variety Red Globe becomes susceptible to sun-scald as soon as the leaves contain less than 4 or 5% Ca.

The Magnesium supply of tropical vineyards is as important as in temperate conditions, but the higher yields claim higher concentrations in the leaves. The browning of the pedicels mainly threatens the coloured table grapes and red wines. It is tedious to administer Mg through the leaves, because the uptake of different compounds in question is slow. It is easier to combine the nutrient into the irrigation water as the uptake is more favourable through the root system.

The role of micro-nutrient deserve more attention in the tropics.

Boron is especially important in the reproductive process of flowering and fertilisation. According to our experiences, fruit shed being often attributed to adverse weather conditions is successfully moderated by Boron. At the same time an overdose may cause abortion, therefore the rest of other nutritive elements and the special needs of the respective variety have to be considered. Most interaction of this element is expected with Phosphorus. Further condition of positive effects is the timing of application.

Zinc is, like the former, important in the process of fertilisation and seed development. The number of seeds is not indifferent from the point of view of quality, as the size of berry depends greatly on the number of fertilised seeds. In some varieties, we observed the decline of flavour substances with the diminution of seeds. The ideal number of seeds is claimed to be 4 per berry.

The former two micro-elements (B, Zn) are decisive in determining the composition of buds, their development and differentiation interacting with phosphorus, of course. As an important

point, we should care for their simultaneous presence at the root system, as e.g. the presence of Zn helps the uptake of Phosphorus by the root hairs.

Iron and Copper (Fe, Cu) are involved in photosynthesis and in the anthocyanins. Most concern is associated with coloured table grapes and red wine varieties. Though less pronounced, other varieties have to be supplied as well. Do not forget the relation between micro elements and Ca as well as Mg. Fe may be administered also as leaf manure as sulphate in order to increase colour formation. If the uptake is compromised an addition of citric acid may help. Results were promising especially with the coloured varieties Red Globe and Benitaka, which developed a more intense colour as required by the market.

Iron as micro-nutrient proved to be a good means of curing virus symptoms. The symptoms of the Yellow speckle virus were effectively suppressed quickly by a Fe content higher than 300 ppm in the leaves supplied in a nutrient solution.

Molybdenum and Cobalt are also required in the tropical viticulture. The former is active in lengthening the clusters and increasing the berries, so may replace the effect of Gibberellin. Cobalt increases the berries and their crispiness.

Lack in manganese (Mn) inhibits photosynthesis but its surplus is toxic.

Most concern is associated with the presence of Aluminium and high salt content. The lack of drainage in irrigated areas as well as neglected soil tilling may cause soil clogging. Subsequently, the growth of shoots, quality and quantity of grapes declines, finally the plants may die. Abolition of water clogging, installation of drainage, deep soil tilling, ridged soil surface sloping towards the centre of the row space and a couple of other tricks may help. Experts of the company AGROINVEST are continuously on the search to find economical solutions to eliminate the deleterious effects on the soil by irrigation, treading of machines. The most advanced farmers have overcome the difficulties from the beginning.

Finally, I have to emphasise that the dosage of nutrients and all the rest of experiences and suggestions discussed here refer to a system of cultivation associated with intense irrigation. The majority of farms practised „fertigation” (i.e. irrigation with nutrient solution), which facilitates an accurate seasonal distribution of nutrient elements. The 2nd attachment (Table 2) presents the suggestions of timing fertilisers adapted to the phases of vegetation. The organic matter (compost) should be incorporated at every second or third growing cycle, about 10 days before pruning given into the furrows.

As for the yields achieved, for the best farmers working according to our suggestions, 25-50 t/ha produce per cycle of first class quality, have been obtained depending on the variety in question. With seedless grape varieties the figure is reduced, at the moment, by 35-40 %.

Table 1: Table for orientation in dosing of nutrients for tropical viticulture measured by foliar analysis (at a sugar content of 15 brix °)

Nutrient	Units of measure	Normal level	Coloured varieties	Seedless varieties
Nitrogen N	%	2.25-4.00	2.00-2.80	1.80-2.40
Phosphorus P	%	0.30-0.70	0.60-0.90	0.60-1.20
Potash K	%	1.20-2.50		
Magnesium Mg	%	0.30-0.60	0.50-0.90	
Calcium Ca	%	2.50-4.00	3.50-5.00	
Boron B	ppm	80-160		
Zink Zn	ppm	80-300		
Iron Fe	ppm	100-200	300-400	
Copper Cu	ppm	13-25	25-50	
Manganese Mn	ppm	20-100		
Cobalt Co	ppm	0.50-10.00		
Molibden Mo	ppm	0.50-10.00		

Table 2: Fertilisation by irrigation with nutrient solution distributed according to the phases of the growing period

Decades and phenological phases	N	P	K	Mg	Ca	B	Zn	Fe	Cu
Before bud burst into furrows	30	25	25	30	30	40	40	30	30
1. decade Bud burst	10	10	-	-	-	-	-	-	-
2. decade Bud burst	10	10	-	-	-	35	35	-	-
3. decade Green pinching	10	15	10	30	30	10	10	20	20
4. decade Blooming	-	10	10	-	-	-	-	-	-
5. decade After fertilisation	10	10	10	-	-	-	-	-	-
6. decade Green pea size	15	10	10	30	30	10	10	30	30
7. decade Int growth of berry	10	5	8	-	-	5	5	-	-
8. decade Int growth of berry	5	5	7	10	10	-	-	10	10
9. decade Begin of ripening	-	-	10	-	-	-	-	10	10
10. decade Maturity	-	-	10	-	-	-	-	-	-
11. decade Ripening, Vintage	-	-	-	-	-	-	-	-	-

The data in Table 2 are per cent values of the final dose planned for the whole cycle. The doses entered in the first row are to be administered into the furrows of the soil as basic fertilisation.

Our staff of counsellors suggests the final doses, based on leaf analysis, and their distribution. Irrigation with nutrient solution should be timed into 10-day periods, i.e. decades. The 11 decades are calculated for the whole growing period. Irrigation may prove to be necessary even after vintage because of some anomalous delay in the ripening of shoots and buds.

References

- Vladimir Koeppen: Klimalehre. 1906, Hamburg
- J. L Cabirol: La Viti - Viticulture Brésilien. Bulletin de l' O.I.V., 1988, Paris, Vol. 61-685-686
- Pierre Huglin: Biologie et écologie de la vigne. Edition Payot, Lausanne, 1986
- Bovey-Gartel-Hewitt-Martelli-Vuittenez: Maladies á Virus et affections similaires de la vigne. Editions Payot, Lausanne, 1980
- Francois Champagnol: Elements de Physiologie de la vigne et de viticulture generale. Édité par F. Champagnol, Montpellier, 1984
- A. Lakatos-L. Hegedús-A. Holanda: Viti - Vinicultura na Regiao Tropical semi-árido. Edicao SEBRAE - Recife - PE, 1996
- András Lakatos: Relatório Viti – Vinicultura. CODEVASF/AGROINVEST – Petrolina – PE, 1999

Készlettrágyázási tartamkísérlet eredményei barna erdőtalajon, Eger, 1974–2001

1) KF KFK, Kecskemét, 2) FVM SZBKI, Kecskemét

Bevezetés

A szőlőültetvények álló kultúra jellege miatt a tápanyag-utánpótlás elvégzése, a tápanyagok egyenletes talajba juttatása termő korban nem egyszerű feladat, mert a technikai lehetőségek korlátozottak. A talajok tápanyagtartalma és tápanyag-szolgáltató képessége nagyon különböző. Az utóbbi 40 évben a szőlőtermesztésben a széles sorközű magas művelésű tőkeformák terjedtek el, melyeknél a tőkék egyedi teljesítménye lényegesen nagyobb, a szükséges tápanyagigény is több a hagyományos tőkeformákétól.

Anyag és módszer

1974-ben Egerben – a borvidékre jellemző barna erdőtalajon, amely zeolit tufa alapkőzetten képződött – készlettrágyázási tartamkísérletet állítottunk be. A terület 4,0 ha, enyhe dél–dél-nyugati lejtő, kb. 130–140 m tengerszint feletti magasságú kiváló szőlőtalaj. Gyengén savanyú ($\text{pH}/\text{H}_2\text{O}$ 6,7), mészmentes kötött (Ak-47); közepes humusztartalmú (~2,0 %); közepes P (~10 mg/100 g) és K (27 mg/100 g), magas Mg tartalmú (36 mg/100 g) talajon állították be a kísérletet. A tartamkísérlet célja, hogy meghatározzuk, az adott talajtípuson és környezetben a telepítés előtt végzett PK készlettrágyázás mértéke, a tápanyagok talajban történő elhelyezése hogyan befolyásolja a tőkék fejlődését, a termés mennyiségét és minőségét, milyen összefüggés van a tápanyag-ellátottság és a terhelés mértéke között. A kitűzött célok megvalósítása érdekében három tényező split-split-plot elrendezésű kísérletet terveztünk, melyben a termőre fordulás után negyedik tényezőként (parcellafelezéssel) a rügyterhelést is kialakítottuk.

Kísérleti tényezők:

- talajszelvény tápanyag feltöltése (30-60 cm és 0-60 cm)
- P_2O_5 feltöltés (eredeti szint és 30 mg/100 g $\text{P}_2\text{O}_5/\text{AL}$ érték beállítása)
- K_2O feltöltés a $\text{K}_2\text{O}:\text{Mg}$ arány szerint (1:1;2:1;3:1;4:1)
- rügyterhelés beállítása (5 rügy/m²; 10 rügy/m²)

Parcellanagyság:

- tényezőre nézve 9 sor 99 tőke = 981 tőke
- tényezőre nézve 4 sor 99 tőke = 396 tőke
- tényezőre nézve 4 sor 24 tőke = 96 tőke
- tényezőre nézve 4 sor 12 tőke = 48 tőke

A parcellák között választósorokat és tőkéket alakítottunk ki.

Ismétlések száma: 4.

A kísérlet beállításától 1986-ig évente rendszeresen adatfelvételezést végeztünk. Talaj- és levelevizsgálatokat, termésmennyiség-minőség meghatározást, borkészítést és vizsgálatokat, ültetvényfelvételezéseket, fagytesztelést, időjárási adatok felvételezését és értékelését végez-

tük el. Mintegy 50 jellemző adatot rögzítettünk minden parcellára vonatkozóan. A talajvizsgálatok során összehasonlítottuk az AL (hagyományos) és az EUF (új) talajvizsgálati módszert is. Az adatok feldolgozását számítógépen végeztük, a matematikai statisztikai módszerek szerint. 1986 után csak utóhatás-vizsgálatokat folytattunk, amelyek talaj- és levélvizsgálatokat, tőkekonidció-, tőkehiány-felvételezéseket jelentettek.

Eredmények bemutatása

1. A talaj- és levélvizsgálatok összehasonlítása során azt tapasztaltuk, hogy az EUF talajvizsgálati módszer szorosabb összefüggést mutat a levélvizsgálati eredményekkel, mint a hagyományos ammónium-laktátos (AL) módszer. A kísérlet talajmintáinak felhasználásával dolgoztuk ki az EUF talajvizsgálati módszer „optimális” határértékeit a szőlő számára.
2. A PK készlettrágyázás hatására jelentős termésmennyiség-minőség különbségeket és fagyűrészben való eltérést tapasztaltunk. Különösen a K-hatás volt értékelhető, de P-hatás és PK kölcsönhatás is be tudtunk mutatni.
3. A PK készlettrágyázás pozitív hatású volt a termés mennyiségének növekedésére, a minőség (mustfok) javulására, a fagyűrő képesség növekedésére.
4. A tápanyag-ellátottság és a tőkeerhelés szoros összefüggése is bizonyítható. Az „optimum” feletti tápanyag-ellátottság alacsony ($5,0 \text{ t/ha}$) terhelési szinten negatív hatású, csökkenti a termés mennyiségét és minőségét. Magasabb terhelési szinten ez a hatás nem jelentkezik.
5. A kedvező tápanyag-ellátottság hatására a tőkék hamarabb fordulnak termőre, az évszázatok hatása kevésbé érvényesül, a kiegyenlített, jó minőség szintén jellemző. A tápanyagfeltöltés nélküli (kontroll-) parcellához viszonyítva $1,0\text{--}1,5 \text{ t/ha}$ többlettermés és $0,5\text{--}2,0 \text{ mm}$ eltérés tapasztalható.
6. A levélvizsgálatok jól tükrözik a növény tápanyag-ellátottsági helyzetét, érzékenyen jelzik a talajban bekövetkező változásokat. A levélminták Mn tartalma jól jelzi a talajsavanyodási folyamatokat (ezt a pH-értékek változása csak 2-3 év múlva mutatja) vagy a talaj tömődötté válását a gyökérzónában.
7. A PK készlettrágyázás nagy termést adó évek után (pl. 1982, 1986, 2001) is biztosítja a kedvező tápanyag-ellátottságát a tőkéknek. A levélvizsgálati értékek szerint a kívánatos tápanyagszint ismét kialakul. Nagy termő években lecsökken a levél K-tartalma, de nem a kritikus szintre, így a minőség is biztosítható.
8. A több mint 25 év tapasztalata alapján megállapítható, hogy az adott talajtípuson és környezetben telepítés előtt az EUF talajvizsgálati módszer alapján kiszámított tápanyagpótlással, a szőlőültetvény élettartamára a szükséges tápanyagokat (P, K, Ca, Mg) egyenletesen a talajba tudjuk dolgozni, melyet a gyökérzónába (30–60 cm-es talajréteg) kell lejuttatni. Az így előkészített talajon a későbbiekben semmilyen tápanyagpótlásra (fenntartó trágyázás) nincs szükség.
9. A kedvező tápanyag-ellátottság a tőkekonidciót is pozitíven befolyásolja. A tőkehiány mértéke csökken, a tőkék közötti konidciókülönbség is kisebb.
10. A P túladagolás negatív hatása – különösen alacsonyabb rügyterhelés esetén – minden szempontból érzékelhető. A tőkehiány mértékét is növeli a P túltrágyázás (mintegy 10%-kal növeli a tőkehiányt).
11. A túl nagy mennyiségű PK trágyázás ($2700 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ hatóanyag ill. $10\text{--}400 \text{ kg K}_2\text{O}$ hatóanyag) tovább csökkentette a talaj Ca-tartalmát és a pH-értéket is. A talaj savanyodását a Mn-érték változása jól jelezte.
12. A jó minőségű talajforgatással a tápanyag a gyökérzónába juttatható, a tápanyagok elhelyezkedése a talajban a talajvizsgálattal (EUF) jól visszamérhető.
13. A levélvizsgálatok jól jelzik a növény tényleges tápanyag-ellátottságát, alkalmasak a tápanyagpótlás meghatározására.

Irodalom

- Eifert J. – Fűri J. – Szőke L. – Várnai Zs.-né (1974): A szőlőültetvények korszerű tápanyag-ellátásának eredményei és kutatási problémái. Intézeti Juhileumi Tudományos Napok, 1974. jún. 20-21. 27-39.p.
- Eifert J. – Fűri J. – Szőke L. – Várnai Zs.-né (1976): Praktische Ergebnisse und wissenschaftliche Probleme bei der modernen Nährstoffversorgung von Rebanlagen. Landwirtsch. Forsch. 29, 2, 101-108. p.
- Eifert J. – Várnai M. – Szőke L. (1982): Application of the EUF procedure in grape production. Plant and Soil 64, 105-113. p.
- Németh K. – Várnai Zs.-né. – Szőke L. – Eifert J. (1983): A szőlőtalajok P- és K-feltöltéséhez szükséges tápelemmennyiségek. Szőlő-bor Inform. 1983, 1. sz.. 1-26. p.
- Szőke L. – Eifert J. – Eifert J.-né – Várnai Zs.-né (1984): A tápanyag-ellátottság és a mennyiség-minőség összefüggése. Előadás a Bratislavában rendezett „Prikon energii do vinohradnickej sustavy a ich transformácia” nemzetközi tanácskozáson, 1984. okt. 24-25. Megjelent: Zborník Prikon energii do vinohradnickej sustavy a ich transformácia: Vzťah medzi zásobenostu zivinami a kvalitou-quantitou, 126-144. p.
- Szőke L. – Eifert J. – Várnai Zs.-né (1984): Az EUF talajvizsgáló módszer jelentősége a szőlő tápanyag-gazdálkodásában. Előadás: XI. Környezetvédelmi Konferencia, 1984. okt. 1-3. Szombathely, Összefoglaló a programfüzet 16. oldalán
- Eifert A. – Szőke L. – Várnai M. – Nagy É. (1984): The effect of liming on the frost resistance of grape huds. 9.th. CIEC World Fertilizer Congr. Proceed. /3/ 40-42. p.
- Várnai M. – Eifert J. – Szőke L. (1985): Effect of liming on EUF-nutrient fractions in the soil on nutrient contents of grape leaves and on grape yield. Plant and Soil, Vol. 83, 55-64. p.
- Várnai M. – Eifert J. – Szőke L. (1985): EUF-nutrient contents required for optimal nutrition of grapes. Plant and Soil Vol. 83. 183-189. p.
- A. Eifert – É. Nagy – M. Várnai – L. Szőke- J. Eifert (1986): Relationships between the Nutrient supply and the Frost Resistance of Grapevine. (Összefüggés a szőlő tápanyag-ellátottsága és fagyűrűre között.) III. rd. International symposium on grapevine Physiology, Programme and Abstracts, p. 32.
- Várnai M. – Eifert J.-né – Szőke L. – Nagy G.-né (1986): A talaj mészállapota és a szőlő fagyűrűre közötti összefüggések. Szőlőtermesztés és Borászat VIII. évf./1-2., 34-36. p.
- Várnai Zs.-né – Eifert J. – Szőke L. (1986): Az EUF talajvizsgáló módszer alkalmazásának tapasztalatai üzemi gyakorlatban. Szőlőtermesztés és Borászat VIII. évf./3., 1-6. p.
- Várnai Zs.-né – Eifert J. – Szőke L. (1986): Készlettrágyázási kísérlet eredményei barna erdőtalajon /Eger 1975–84/. Szőlőtermesztés és Borászat VIII. évf./3., 6-11. p.
- Eifert A. – Szőke L. – Várnai M. – Nagy É. (1986): A meszezés hatása a szőlőrügyek fagyűrűsére. Szőlőtermesztés és Borászat VIII. évf./1-2., 34-36. p.
- A. Eifert – É. Nagy – M. Várnai – L. Szőke – J. Eifert (1987): Relationship between nutrient supply and the Frost Resistance of Grapevine. Physiologie de la Vigne. O.I.V., 162-164. p.
- Szőke L. – Kiss E. – Csenki R. (1987): A fajta, a terhelés és az évjárat hatása a szőlőlevelek tápelemtartalmára II. Szőlőtermesztés és Borászat IX. évf./2., 1-7. p.
- Nagy É. – Eifert A. – Erdei A. – Szőke L. (1988): A szőlő fagyűrűs-fiziológiája. Académie Suisse du Vin No. 28., 1988. dec., 66-67. p.
- Szőke L. – Eifert J. – Várnai Zs.-né (1991): Szőlő készlettrágyázási tartamkísérlet eredményei barna erdőtalajon. Terméseredmények 1976–1986. Előadás a XXXIII. Georgikon Napok, Keszthely (1991. augusztus 22–23.) rendezvényen. II. kötet, 300-301. p.
- Szőke L. – Eifert J. – Várnai Zs.-né (1991): Szőlő készlettrágyázási tartamkísérlet eredményei barna erdőtalajon. Talajvizsgálatok, levélanalízis-eredmények 1973–1986. Poszter.

- XXXIII. Georgikon Napok, Keszthely (1991. augusztus 22-23.) Összefoglaló, II. kötet, 206-212. p.
- Szöke L. – Eifert J. – Várnai Zs.-né (1991): A meszezés hatása a műtrágya hasznosulására savanyú barna erdőtalajon. Poszter. XXXIII. Georgikon Napok, Keszthely (1991. augusztus 22-23.) Összefoglaló, II. kötet, 195-198. p.
- Kiss E. – Szöke L. (1991): A fajta, a terhelés és az évjárat hatása a szőlő tápelemfelvételére eltérő ökológiai körülmények között. Előadás a XXXIII. Georgikon Napok, Keszthely (1991. augusztus 22-23.) rendezvényen. I. kötet, 258-260. p.
- Szöke L. (1991): A szőlő okszerű trágyázása az Egri Borvidéken. Kandidátusi értekezés, 107. p.
- M. Várnai – L. Szöke (1992): Der Effekt der natürlichen Unkrautbedeckung und des Bodenreliefs auf die Nährstoffdynamik des Bodens und der Rebenblätter. Internationaler Arbeitskreis Begrünung im Weinbau. IX. Int. Koll. 02-05. Sept. 1992, Bad Kreuznach/Deutschland, Kurzfassungen der Referate 30-31. p.
- Várnai M. – Szöke L. (1993): An Advisory Service for Fertilization Based on Leaf and EUF Soil Analysis in Hungary. Second International Symposium on Diagnosis of Nutritional status of Deciduous Fruit Orchards. September 13-17. 1993. San Michele All' Adige – Trento Italy, Abstracts. O.III., 56-57. p.
- G. Vanek a kolektiv (1995): Vinic 3. Pestovanie (Integrovaná produkcia hrozna. Ekologické a ekonomické pestovanie, vyziva a ochran). Priroda a.s., Bratislava, 150 p.
- Vanek G. – Vanckova Z. – Szöke L. (2000): Final Report's Appendix (Riloha k Závěrečnéj správe) Integrated Production South Moravia Development of Viticulture (Juzna Morava Rozvoj Vinohradnictva – Integrovaná produkcia). Phare Project No. CZ 9801/0501/B2, CD-ROM (Összefoglaló tanulmány cseh és angol nyelven 320 p).
- Várnai Zsoltné (1993): A szőlő optimális tápanyag-szükségletének meghatározása EUF talajvizsgálati módszerrel.
- Miklós Erzsébet (1994): A szőlő kálium- és kalciumtranszportjának fajtajellege. Kandidátusi értekezés.
- Miklós Erzsébet (2000): A foszfor- és kálium-készlettrágyázás hatásainak vizsgálata szőlőültetvényben. Szakmérnöki dolgozat.

Lajos Szöke¹ – József Eifert² – Zsoltné Várnai²

Results of a long-term stock nutrition experiment on brown forest soil in Eger (1974–2001)

1) KF KFK, Kecskemét, 2) FVM SZBKI, Kecskemét

Introduction

Maintaining optimum nutrient supply to bearing vineyards, that are special cultures, is not an easy task, because the use of technical means are limited. Nutrient content and supply of soils are very different. Over the last 40 years wider space of rows and larger trellising systems have been introduced leading to greater individual productivity of vines and associated increased needs for essential nutrients which are significantly higher than with conventional trellising.

Material and methods

In 1974 we started a stock manure experiment on brown forest soil, that was formed on zeolitic base rock, which is typical in the Eger region. The 4-hectare acreage, situated on a slight south-southwest slope at about 130-140 metres above sea level, is excellent for vine cultivation. The experiment was set on a slightly acidic ($\text{pH}/\text{H}_2\text{O}$ 6.7), free of lime, heavy (Ak-47) soil with medium humus (about 2%), medium phosphorus (about 10 mg/100 g) and potassium (27 mg/100 g) and high magnesium (36 mg/100 g) content.

The main purpose of the long term experiment was to define how phosphorus-potassium stock nutrition, before plantation, on the given soil and conditions, and placement of nutritional elements, affect the growth of vine and the quality and quantity of yield, and the relationship between nutrition and bud loading.

In order to achieve the above goals, we planned a three-factorial split-split-plot experiment, where, after the fourth year, bud-loading – as the 4th factor – was set (by splitting the area in to two).

Research factors:

- Replacement to soil section (30-60 cm and 0-60 cm)
- P_2O_5 replaced (given level plus 30 mg/100 g $\text{P}_2\text{O}_5/\text{AL}$ set)
- K_2O replaced according to $\text{K}_2\text{O}:\text{Mg}$ rate (1:1, 2:1, 3:1, 4:1)
- bud-loading (5 buds/ m^2 ; 10 buds/ m^2)

Acreage of plot:

As for a- factor 9 rows 99 stocks = 981 stocks

As for b- factor 4 rows 99 stocks = 396 stocks

As for c- factor 4 rows 24 stocks = 96 stocks

As for d- factor 4 rows 12 stocks = 46 stocks

Between plots separating rows and stocks were left.

Number of splits: 4

From the beginning of the research we continuously collected data. Soil and leaf samples were analyzed, yield and quality were determined, wine was made and analyzed, frost tests were carried out, weather data was collected and evaluated. Altogether almost 50 characteristics was measured in each of the plot. In soil analysis conventional AL technique and EUF (a new method) were compared.

Data were statistically processed by computer.

After 1986 we carried out post-effect research, that was based on soil and leaf analysis, vine growth condition and lack of vines were surveyed.

Results

- When comparing leaf and soil analysis, we experienced that EUF soil analysis method showed a closer relation with the result of the leaf analysis than that of the conventional AL method. Based on these results we determined the "optimal" limit values of nutrients using the EUF method.
- Potassium and phosphorus stock nutrition affected both yield and quality of crop and the frost tolerance of the vine. Especially the effect of potassium was noticeable, but there was also an inter-relation between potassium and phosphorus in this matter.
- PK stock nutrition positively increased the quantity, the quality of the crop and the frost tolerance of the plant.

4. There was a close relation in between the nutrition and the loading of buds. When nutrient level was above „optimal” and low bud loading was applied (5 buds/m²) a negative influence on quality of crop was experienced. On higher bud loading this effect was not noticed.
5. When nutrient supply is optimal vine bearing occurs sooner, vintage there is less effect on vintage and a balanced, good quality is observed. In compared to the control, yield was 1.0-1.5 tons/ha higher and there was an increased sugar content of the must (0.5-2.0 MM°).
6. Leaf analysis provides a good reflection of the nutrient supply to the plant, and is very sensitive to alteration of nutrition elements in soil. The manganese content of leaves indicate very well the change of soil acidity (this is shown by pH only after 2-3 years) or the compaction of soil in the root zone.
7. PK stock nutrition provides optimal nutrition supply for vine even after high-yielding years (e.g. 1982, 1986, 2001). According to leaf analysis results, the desirable nutrition level can also be rebound. In these years the potassium level decreases, but not to the critical level, thus quality can be assured.
8. After 25 years of experience we can state that, on the given type of soil, a pre-plantation stock nutrition, based on EUF soil analysis, can provide the necessary elements for the vine for the whole life of the vineyards if P, K, Ca, Mg elements are placed in root zone (30-60 cm). When soil stock nutrition is carried out this way, no later nutrition is necessary in the life cycle of the vineyard.
9. Stock condition is positively influenced by optimal nutrition supply. The rate of lacking stocks and the difference of condition among stocks are lower.
10. The negative influence of extra P dosage, especially in low bud loading, was also experienced. Extra P dosage also negatively influenced the lack of stocks (10% more lacking vine stocks).
11. Extra dosage of P and K (2700 kg P₂O₅ effective substance and 10400 kg K₂O respectively) further decreased the Ca content and pH of the soil (this was indicated by the amount of Mn).
12. Proper soil ploughing helps placing nutrition elements in the root zone. This can be well traced by the EUF method.
13. Leaf analysis well indicates the actual nutrition supply of the plant and is suitable to determine replacements of nutrients.

References

- Eifert J. – Fűri J. – Szőke L. – Várnai Zs.-né (1974): A szőlőültetvények korszerű tápanyag-ellátásának eredményei és kutatási problémái. Intézeti Jubileumi Tudományos Napok, 1974. jún. 20-21. 27-39.p.
- Eifert J. – Fűri J. – Szőke L. – Várnai Zs.-né (1976): Praktische Ergebnisse und wissenschaftliche Probleme bei der modernen Nährstoffversorgung von Rebanlagen. Landwirtsch. Forsch. 29, 2, 101-108. p.
- Eifert J. – Várnai M. – Szőke L. (1982): Application of the EUF procedure in grape production. Plant and Soil 64, 105-113. p.
- Németh K. – Várnai Zs.-né. – Szőke L. – Eifert J. (1983): A szőlőtalajok P- és K-feltöltéséhez szükséges tápelemmennyiségek. Szőlő-bor Inform. 1983, 1. sz., 1-26. p.
- Szőke L. – Eifert J. – Eifert J.-né – Várnai Zs.-né (1984): A tápanyag-ellátottság és a mennyiség-minőség összefüggése. Előadás a Bratislavában rendezett „Prikon energii do vinohradnickej sustavy a ich transformácia” nemzetközi tanácskozáson, 1984. okt. 24-25. Megjelent: Zborník Prikon energii do vinohradnickej sustavy a ich transformácia: Vzťah medzi zásobenosťou zivínami a kvalitou-quantitou, 126-144. p.

- Szöke L. – Eifert J. – Várnai Zs.-né (1984): Az EUF talajvizsgáló módszer jelentősége a szőlő tápanyag-gazdálkodásában. Előadás: XI. Környezetvédelmi Konferencia, 1984. okt. 1-3. Szombathely, Összefoglaló a programfüzet 16. oldalán
- Eifert A. – Szöke L. – Várnai M. – Nagy É. (1984): The effect of liming on the frost resistance of grape buds. 9.th. CIEC World Fertilizer Congr. Proceed. /3/ 40-42. p.
- Várnai M. – Eifert J. – Szöke L. (1985): Effect of liming on EUF-nutrient fractions in the soil on nutrient contents of grape leaves and on grape yield. *Plant and Soil*, Vol. 83, 55-64. p.
- Várnai M. – Eifert J. – Szöke L. (1985): EUF-nutrient contents required for optimal nutrition of grapes. *Plant and Soil* Vol. 83. 183-189. p.
- A. Eifert – É. Nagy – M. Várnai – L. Szöke- J. Eifert (1986): Relationships between the Nutrient supply and the Frost Resistance of Grapevine. (Összefüggés a szőlő tápanyag-ellátottsága és fagytürése között.) III. rd. International symposium on grapevine Physiology, Programme and Abstracts, p. 32.
- Várnai M. – Eifert J.-né – Szöke L. – Nagy G.-né (1986): A talaj mészállapota és a szőlő fagytürése közötti összefüggések. *Szőlőtermesztés és Borászat* VIII. évf./1-2., 34-36. p.
- Várnai Zs.-né – Eifert J. – Szöke L. (1986): Az EUF talajvizsgáló módszer alkalmazásának tapasztalatai üzemi gyakorlatban. *Szőlőtermesztés és Borászat* VIII. évf./3., 1-6. p.
- Várnai Zs.-né – Eifert J. – Szöke L. (1986): Készlettrágyázási kísérlet eredményei barna erdőtalajon /Eger 1975–84/. *Szőlőtermesztés és Borászat* VIII. évf./3., 6-11. p.
- Eifert A. – Szöke L. – Várnai M. – Nagy É. (1986): A meszezés hatása a szőlőtrügyek fagytüréseire. *Szőlőtermesztés és Borászat* VIII. évf./1-2., 34-36. p.
- A. Eifert – É. Nagy – M. Várnai – L. Szöke – J. Eifert (1987): Relationship between nutrient supply and the Frost Resistance of Grapevine. *Physiologie de la Vigne. O.I.V.*, 162-164. p.
- Szöke L. – Kiss E. – Csenki R. (1987): A fajta, a terhelés és az évjárat hatása a szőlőlevelek tápelemtartalmára II. *Szőlőtermesztés és Borászat* IX. évf./2., 1-7. p.
- Nagy É. – Eifert A. – Erdei A. – Szöke L. (1988): A szőlő fagytürés-fiziológiája. *Académie Suisse du Vin* No. 28., 1988. dec., 66-67. p.
- Szöke L. – Eifert J. – Várnai Zs.-né (1991): Szőlő készlettrágyázási tartamkísérlet eredményei barna erdőtalajon. *Terméseredmények 1976–1986. Előadás a XXXIII. Georgikon Napok, Keszthely (1991. augusztus 22–23.) rendezvényen. II. kötet, 300-301. p.*
- Szöke L. – Eifert J. – Várnai Zs.-né (1991): Szőlő készlettrágyázási tartamkísérlet eredményei barna erdőtalajon. *Talajvizsgálatok, levélanalízis-eredmények 1973–1986. Poszter. XXXIII. Georgikon Napok, Keszthely (1991. augusztus 22-23.) Összefoglaló, II. kötet, 206-212. p.*
- Szöke L. – Eifert J. – Várnai Zs.-né (1991): A meszezés hatása a műtrágya hasznosulására savanyú barna erdőtalajon. *Poszter. XXXIII. Georgikon Napok, Keszthely (1991. augusztus 22-23.) Összefoglaló. II. kötet, 195-198. p.*
- Kiss E. – Szöke L. (1991): A fajta, a terhelés és az évjárat hatása a szőlő tápelemtartalmára eltérő ökológiai körülmények között. *Előadás a XXXIII. Georgikon Napok, Keszthely (1991. augusztus 22-23.) rendezvényen. I. kötet, 258-260. p.*
- Szöke L. (1991): A szőlő okszerű trágyázása az Egri Borvidéken. *Kandidátusi értekezés, 107. p.*
- M. Várnai – L. Szöke (1992): Der Effekt der natürlichen Unkrautbedeckung und des Bodenreliefs auf die Nährstoffdynamik des Bodens und der Rebenblätter. *Internationaler Arbeitskreis Begrünung im Weinbau. IX. Int. Koll. 02-05. Sept. 1992, Bad Kreuznach/Deutschland, Kurzfassungen der Referate 30-31. p.*
- Várnai M. – Szöke L. (1993): An Advisory Service for Fertilization Based on Leaf and EUF Soil Analysis in Hungary. *Second International Symposium on Diagnosis of Nutritional status of Deciduous Fruit Orchards. September 13-17. 1993. San Michele All' Adige – Trento Italy, Abstracts. O.III., 56-57. p.*

- G. Vanek a kolektiv (1995): Vinic 3. Pestovanie (Integrovaná produkcia hrozna. Ekologické a ekonomické pestovanie, vyziva a ochran). Priroda a.s., Bratislava, 150 p.
- Vanek G. – Vanekova Z. – Szóke L. (2000): Final Report's Appendix (Riloha k Závěrečnéj správě) Integrated Production South Moravia Development of Viticulture (Juzna Morava Rozvoj Vinohradnictva – Integrovaná produkcia). Phare Project No. CZ 9801/0501/B2, CD-ROM (Összefoglaló tanulmány cseh és angol nyelven 320 p).
- Várnay Zsoltné (1993): A szőlő optimális tápanyag-szükségletének meghatározása EUF talaj-vizsgáló módszerrel.
- Miklós Erzsébet (1994): A szőlő kálium- és kalciumtranszportjának fajtajellege. Kandidátusi értekezés.
- Miklós Erzsébet (2000): A foszfor- és kálium-készlettrágyázás hatásainak vizsgálata szőlő-ültetvényben. Szakmérnöki dolgozat.

Influence of Cd contamination of soils to Quality of Vegetables

Research Institute of Vegetables, Nové Zámky, Slovakia

Abstract

In South Slovakia are the most productive soils, which are used for intensive vegetable cultivation. Research results show that of the three determined risk metals (Cd, Pb, Hg), Cd appears relatively the most risk influence under field conditions for vegetable cultivation in the South Slovakia. This work presents results of determination of various Cd doses transfer into the plants and also Cd intake by underground and aboveground parts of carrot and lettuce in pot trials carried out in model conditions under foil covering.

The carrot roots received twice more Cd than carrot leaves and lettuce leaves five times more Cd than lettuce roots. After application of the smallest Cd dose ($0,25 \text{ mg Cd.kg}^{-1}$) into the soil the soil Cd content after the harvest was approximately equal to reference Cd value and the cultivated vegetables were hygienically unharmed. The higher applied Cd doses (1 mg Cd.kg^{-1} and 2 mg Cd.kg^{-1} of soil) caused quadruple resp. seven-multiple soil Cd loading and consequently the legislative valid hygienic limit in carrot roots was exceeded. Because of this fact the harmfulness of carrot roots was significant.

The balance of Cd amounts received by a crop showed, that carrot roots received a maximum of Cd amount and lettuce roots received a minimum Cd amount.

Introduction

The quality of plant food-stuffs is dependent on soil contamination. Of these products vegetables have a very important role in human nutrition. The region of South Slovakia is the greatest producer of this component of food-stuffs. The basic requirement for cultivation of vegetables for consumption is that they should be without detrimental effect as a human source of nutrition. Heavy metals are the most risk incongruous substances (except of nitrates) according to percentage representation of various incongruous substance groups in the weekly human diets in 1999. Cadmium ranks among the most risk contaminants. The greatest number of samples with higher Cd contents than is its hygienic limit were in 1999 observed in plants and soil. Owing to various soil-climate factors there is only little probability of linear dependence between heavy metal contents in soil and their transport into the plants.

The most intensive Cd cumulation appears in plant tissues, in leaves, stems, fruits and supply organs. It is probably, that also at low Cd soil contamination root vegetables and leaf vegetables can be markedly contaminated. The object of this work is the determination of Cd intake from soil substratum by underground and overground parts of carrot and lettuce under model conditions and the observation of hygienic unharmedness their consume parts.

Material and method

Model pot trials under foil covering were carried out in the Research Institute of Vegetables at Nové Zámky. The carrot (*Daucus carota sativus* – Rubína) and lettuce (*Lactuca sativa* – Kráľ mája) seeds were seeded into the PVC pots with 10 kg of clay-sandy soil (the average dry

substance 87,3%, 4 variants, 10 repetitions). Nutrients N, P, K in form of salt solutions NH_4NO_3 , K_2SO_4 a KH_2PO_4 in amount responsive 0,2 g N, 0,1 g P, 1,5 g K on 1 kg of dried soil were added into the soil substratum. Cadmium as observed contaminant was added in three various doses in the form of $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Trials variants: K: NPK without Cd addition

I: NPK + 0,25 mg Cd.kg^{-1} of soil

II: NPK + 1,00 mg Cd.kg^{-1} of soil

III: NPK + 2,00 mg Cd.kg^{-1} of soil

In each variant lettuce was thinned down to three plants and carrot to ten plants. During a vegetation the plants were irrigated on 75% maximal water substratum capacity. A further treatment of plants was grown in accordance with common cultivation methods (Valšíková and Kopec, 1981). Roots and leaves of lettuce and carrot were mineralized in Pt receptacles in muffle furnace at a controlled temperature regime. The ash was dissolved with 2M HNO_3 . The total Cd content in plant material was determined by using of AAS method on instrument SpectrAAS-200 by electrothermic steam atomization in graphite cuvettes. The hygienic unharfulness was evaluated following legislative determined maximal allowed concentrations (Vestník MZ SR č. 981/1996).

Results and discussion

In model conditions of pot trial under foil covering the transfer of various Cd doses (0,25; 1,00 and 2,00 mg Cd.kg^{-1}) from soil substratum into roots and leaves of carrot and lettuce was observed. Agrochemical characteristics of used clay-sandy soil were determined before the onset of the trial and showed a weakly basic soil reaction $\text{pH}=7,3$ and high contents of available P, K and Mg. The average Cd content in used soil before the trial foundation was 0,250 mg Cd.kg^{-1} in extract of 2M HNO_3 . After application of 2 mg Cd into 10 kg of soil in one pot the soil Cd content in extract of 2M HNO_3 was below reference value A1 at carrot variant (0,10 mg Cd.kg^{-1}) and equal to reference value A1 at lettuce variant (0,34 mg Cd.kg^{-1}). The reference value for cadmium $A_1 = 0,3$ mg Cd.kg^{-1} after Rozhodnutie MP SR o najvyšších prípustných hodnotách rizikových látok v pôde č. 531/1994 - 540 as a part of Zákon SNR č. 307/1992 Zb. o ochrane poľnohospodárskeho pôdneho fondu. The application of 10,5 and 21 mg Cd into one pot caused 4 resp. 7 more higher soil contents than the reference value. The results of Cd contents determination in carrot roots and lettuce leaves are presented in tables 1, 2.

Results showed that at application of 0,25 mg Cd.kg^{-1} (the reference value for soil content is 0,3 mg Cd.kg^{-1}) even in carrot roots either in lettuce leaves Cd content wasn't higher than the hygienic limit. At higher Cd doses (1 mg Cd.kg^{-1} and 2 mg Cd.kg^{-1} of soil) the legislative valid hygienic limit was exceeded in carrot roots (the maximal allowed concentration MAC = 0,1 mg Cd.kg^{-1} in fresh vegetables; for lettuce it is 0,2 mg Cd.kg^{-1}). The balance of Cd intake by crop from soil substratum showed, that carrot roots received maximal and lettuce roots minimal Cd amounts (tables 3, 4). The various heavy metals distribution from roots into the aboveground parts of plants is connected with their supply from soil by a crop (Kabata-Pendias and Pendias, 1992; Petriková, 1988; Zawadska et al., 1990; Richter and Hlušek, 1988; Venter, 1993). Our results show, that carrot roots receive 67% and leaves 33% of total Cd amount, while lettuce leaves receive 85% and roots only 15% of total Cd amount (figure 1, 2, 3, 4).

References

- Kabata-Pendias A., Pendias H. (1992): Trace Elements in Soils and Plants. Boca Raton – London, CRC Press, 365 pp.
- Petříková, V. (1988): Tvorba výnosů a obsah stopových prvků v zemědělských plodinách pěstovaných v průmyslových oblastech Severočeského kraje. In: Význam a využití stopových prvků v rostlinné a živočišné výrobě. Račklova dolina, 1988, s. 65.
- Zawadska, T. et al. (1990): Contents of metals in vegetables from different regions of Poland in the years 1986–1988. I. Contents of lead, cadmium and mercury. In: Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny, 41, 1990, No 3-4, s.11-131.
- Valšíková, M.–Kopec, K.: Štúdium nosných výživových faktorov zeleniny. Vedecké práce VŠÚZŠP Hurbanovo, 2, Príroda, Bratislava, 1981, s. 41-50.
- Venter, F.: Heavy metal content of various vegetables. Vortage zum General – thema des 105. VDLUFA Kongresses von 20-25.9.1993 in Hamburg: Qualitat und Hygiene von Lebensmitteln in Produktion und Verarbeitung, 1993, s. 449-452.
- Richter, R.– Hlušek, T.: Vliv obsahu Zn, Pb, Cd v zemi na koncentraci těchto prvků ve vybraných zeleninách. In: Těžké kovy v život. Prostředí, ČSAV, Č. Budějovice, 1988, s. 1-6.
- Vestník MZ SR č.981/1996 – 100 z 20 mája 1996, 1. časť, 2. a 3. hlava, 2. časti Potravinového kódexu SR.
- Zákon SNR č. 307/1992 Zb. O ochrane poľnohospodárskeho fondu.

Table 1: *The Cd content in fresh carrot roots*

variant	Content of Cd [mg/kg]			
	average	min.	max.	s
K	0,018	0,005	0,058	0,008
I	0,031	0,007	0,107	0,016
II	0,121	0,021	0,296	0,081
III	0,181	0,063	0,301	0,870

Table 2: *The Cd content in fresh lettuce leaves*

variant	Content of Cd [mg/kg]			
	average	min.	max.	s
K	0,035	0,003	0,078	0,011
I	0,078	0,020	0,243	0,050
II	0,109	0,065	0,141	0,054
III	0,118	0,069	0,247	0,056

Table 3: The Cd balance in pot trial with carrot

Variant	Added Cd (mg/pot)	The Cd intake /pot/dry matter			
		roots		leaves	
		mg	%	mg	%
K	0,0	2,3	64,25	1,28	35,75
I	2,0	2,94	65,48	1,55	34,52
II	10,5	19,85	62,34	11,99	37,66
III	21,0	50,75	75,73	16,26	24,27

Table 4: The Cd balance in pot trial with lettuce

Variant	Added Cd (mg/pot)	The Cd intake /pot/dry matter			
		korene		leaves	
		mg	%	mg	%
K	0,0	0,60	19,80	2,43	80,20
I	2,0	0,70	16,28	3,60	83,72
II	10,5	0,95	14,84	5,45	85,16
III	21,0	1,98	19,17	8,35	80,83

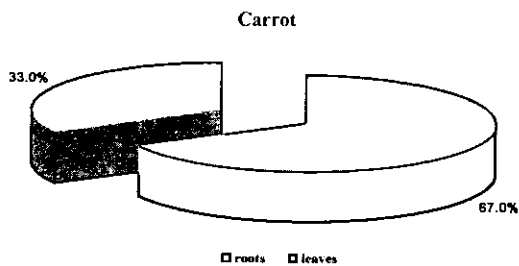


Figure 1: The Cd intake in pot trial with carrot

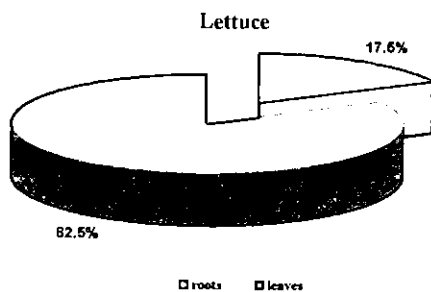


Figure 2: The Cd intake in pot trial with lettuce

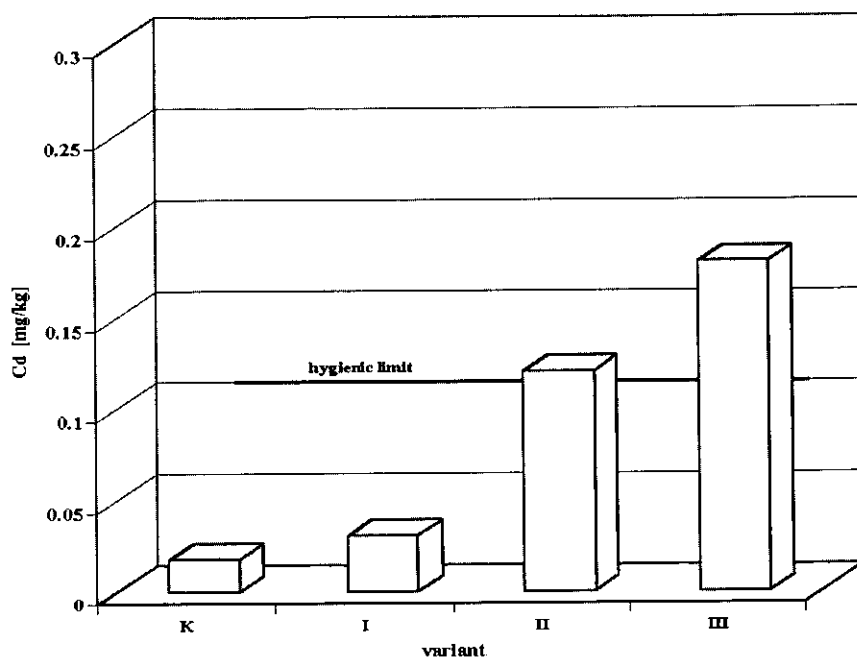


Figure 3: The Cd content in fresh carrot roots

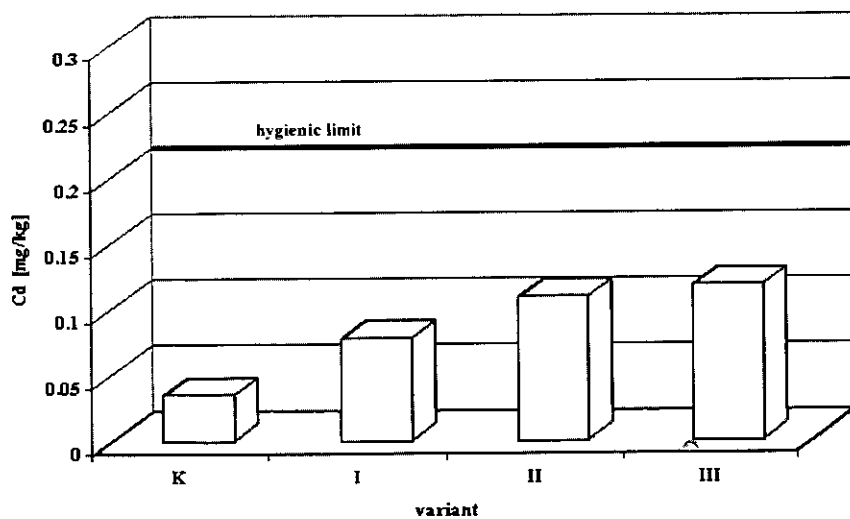


Figure 4: The Cd content in fresh lettuce leaves

A talaj Cd-szennyeződésének hatása a zöldségfélék minőségére

Research Institute of Vegetables, Nové Zámky, Slovakia

Dél-Szlovákiában, a legtermékenyebb talajokon intenzív zöldségtermesztés folyik. A kutatási eredmények azt mutatják, hogy a Cd, Pb és Hg elemek közül a Cd jelenti a legnagyobb veszélyt a dél-szlovákiai szántóföldi zöldségtermesztésben. Jelen dolgozat különböző Cd-kezelésekkel sárgarépán és fejes salátán végzett fóliatakarásos tenyészedény-kísérlet eredményeiről számol be, amelyben külön mérték a Cd-tartalmat a növények föld feletti és föld alatti részében. A sárgarépagyökér kétszer több Cd-ot vett fel, mint a levélzete, a saláta levélzete pedig ötször több Cd-ot tartalmazott, mint a gyökere. A legkisebb Cd-adagnál ($0,25 \text{ mg Cd kg}^{-1}$ talaj) a betakarítás után a talaj Cd-tartalma gyakorlatilag azonos volt a kontrolléval, a zöldségek Cd-tartalma pedig nem lépte túl az egészségügyileg megengedett határértéket.

A nagyobb Cd-adagok (1 és 2 mg Cd kg^{-1} talaj) 4–7-szeres talajterhelést okoztak, amelynek következtében a sárgarépa gyökerének Cd-tartalma jelentősen túllépte az egészségügyi határértéket. A talaj Cd-mérlege azt mutatta, hogy a legtöbb Cd-ot a sárgarépa gyökere, a legkevesebbet a fejes saláta gyökere veszi fel.

Ásványi anyagok sav-bázis pufferoló hatásának összehasonlító vizsgálata

¹ Kárpátaljai Agráripari Termelési Intézet, Nagy Bakta, Ukrán Agrártudományi Akadémia

² Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar, Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Bevezetés

A mesterséges talajokkal szemben alapkövetelmény, hogy tompítani tudják a hidrogén- és hidroxid-ionok koncentrációinak szélsőséges változásait is. A talajok sav-bázis pufferoló hatását befolyásoló tényezők, az alapvető törvényszerűségek ma már ismertek (Szokolova et al., 1991, Ulrich, 1981, 1983). Magyarországi talajtípusokra vonatkozóan, a gyakorlatban is jól hasznosítható vizsgálati eredményekkel Murányi és Rédlyné (1986), Várallyay et al. (1986) és Filep és Rédlyné (1988) átfogó munkái szolgálnak.

A kertészeti termesztésben, elsősorban a mesterséges talajok kialakításánál, egy termesztési közeg sokoldalú elbírálásánál azonban nem mindig rendelkezünk kellő információval a terhelhetőségüket illetően (Terbe, 1996). Ugyanakkor a termesztés sajátosságaiból fakadóan (fokozott tápanyag-utánpótlás, nagyobb állománysűrűség stb.) gyakran találjuk szembe magunkat azzal a problémával, hogy a költségesen előállított mesterséges talaj (közeg) képtelen huzamosabb időn keresztül megfelelően tompítani a káros hatásokat, aminek következményeként a növények számára toxikus anyagok viszonylag gyorsan felhalmozódnak (Slezák et al., 2001). A másik véglét sem ritka, amikor is, elsősorban a nagy mennyiségű szerves anyag hatására a talaj sav-bázis tompítóképessége túlságosan is nagy. Ez esetben a pH megfelelő értékre való beállítása, korrigálása válik szinte megoldhatatlan feladattá.

Anyag és módszer

Munkánk során a kertészeti termesztésben, a mesterséges talajok kialakításához használt ásványi anyagok sav-bázis pufferoló képességét vizsgáltuk és hasonlítottuk össze. Az anyagok kiválasztásánál az is szempont volt, hogy mind fizikai, mind kémiai tulajdonságaikat illetően változatosak legyenek. A minták olyan formában (pl. szemcseméret) kerültek bevizsgálásra, ahogyan a termesztésben is használják őket.

Az ásványi anyagok titrálási görbéinek felvétele széles pH-tartományt átfogó oldatsorozattal történt. Ismert mennyiségű anyagból és változó koncentrációjú HCl, illetve NaOH oldatból szuszpenziósorozatot készítettünk. A sav, illetve lúg maximális koncentrációja 12,5 mg_{eq}/100 g anyagra számítva. Egy órai rázatás és 24 órai állás után meghatároztuk a szuszpenzió egyensúlyi pH-értékét. A vizsgált anyagok sav-bázis pufferoló hatását a HCl/NaOH oldatok titrálási görbéi és a pH=7 ponton keresztül menő és az abszcisszával párhuzamos egyenes által bezárt terület, valamint a szuszpenzió titrálási görbéje és az előbb megnevezett egyenes által határolt terület egymáshoz viszonyított nagyságaként értelmeztük.

Ásványok pufferkapacitásának számítása és összehasonlítása

Egy két komponensből álló rendszer állapotának jellemzésére, pl. szilárd anyag (ásvány) és víz (mindkettő megtalálható minden talajban), alkalmazhatók a klasszikus termodinamika törvényei (Kanunnyikova, 1989).

Vizsgáljuk meg az egyes talajt alkotó szilárd komponensek szerepét a puffertulajdonságok alakításában a gibbsit – $\text{Al}(\text{OH})_3$ – példáján. Tudjuk, hogy a három vegyértékű alumínium Al^{3+} monomer és polimer hidroxialumínium komplexekké hidrolizálódik, amelyeket olyan egységek építenek fel, mint az $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$, $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ vagy a semlegesítőds köztes fokozatait reprezentáló formák (Jackson, 1967).

A töltéskiegyenlítőds miatt:

$$C_{\text{Al}} = 3(\text{Al}^{3+}) + 2\text{Al}(\text{OH})^{2+} + 4\text{Al}(\text{OH})_2^+ - \text{Al}(\text{OH})_4^-$$

Van Slyke (1922) meghatározása szerint a pufferkapacitás a következőképpen fejezhető ki:

$$\beta = \frac{dC_s}{dpH} = - \frac{dC_b}{dpH}$$

ahol β – a rendszer pufferkapacitása

C_s , C_b – a sav, illetve bázis mennyisége.

A fentiekből kiindulva a gibbsit pufferkapacitására vonatkozólag a következő egyenletet kapjuk:

$$\beta_{\text{gibbsit}} = 3 \frac{d(\text{Al}^{3+})}{dpH} + 2 \frac{d(\text{Al}(\text{OH})^{2+})}{dpH} + 4 \frac{d(\text{Al}(\text{OH})_2^+)}{dpH} - \frac{d(\text{Al}(\text{OH})_4^-)}{dpH}$$

Bizonyos átalakítások után (Szokolova et al., 1991) az egyenlet egyszerűsíthető:

$$\beta_{\text{gibbsit}} = 2,3 \left[16\text{Al}_2(\text{OH})_7^- + 9\text{Al}^{3+} + 4\text{Al}(\text{OH})^{2+} + \text{Al}(\text{OH})_4^- \right]$$

Ha ismerjük az egyenletben szereplő ionok adott körülményekre vonatkoztatott mennyiségét, akkor meghatározható a gibbsit pufferkapacitása. Mivel az oldatba jutó ionos formák közötti megoszlás erősen függ a pH-tól, ezért a pufferkapacitás részletesebb vizsgálata csak a $\beta = f(\text{pH})$ függvény alapján lehetséges.

Az oldódás során keletkező ionos formák, valamint a reakciók egyensúlyi állapotára vonatkozó állandók figyelembevételével egész sor ásványi anyag pufferkapacitása lett meghatározva ilyen módon (Szokolova, et al., 1991).

Az oldhatóságukkal összefüggésben az alacsony pH-tartományban a gibbsit pufferkapacitása nagyobb, mint a kaolinité; az amorf SiO_2 az egész pH-tartományban jobban pufferol, mint a kvarc, az allofánok pedig jobban, mint a kaolinit. A földpátok közül maximális pufferkapacitással a legjobban oldódó anortit rendelkezik.

Összetett ásványi anyagok sav-bázis pufferoló hatásának jellemzése

Többfázisú polidiszperz rendszer állapotának a meghatározása és leírása termodinamikai törvényekkel egy sor nehézségbe és elvi akadályba ütközik. A talajok és az őket alkotó ásványi, szerves és organo-minerális komponensek alapvetően nem egyensúlyi rendszerek, teljes összetételüket nehéz, ha ugyan nem lehetetlen meghatározni.

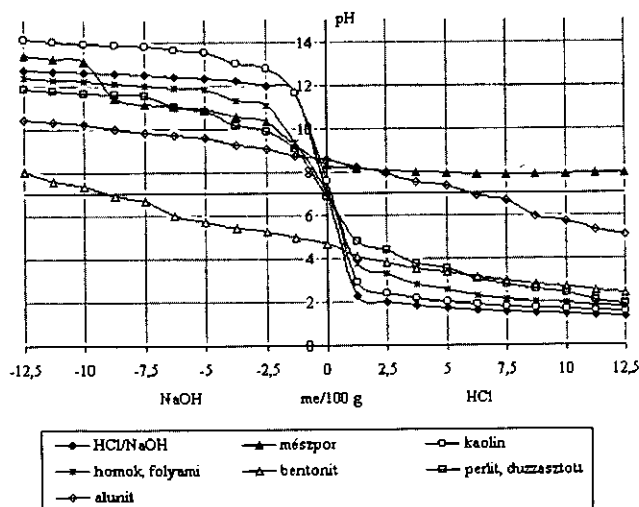
E megfontolásokból kiindulva a talajokban, kőzetekben a sav, illetve lúg hatására bekövetkező változásokat empirikus módon tudjuk becsülni, legegyszerűbben a titrálási görbék alapján. Az általunk is alkalmazott módszernél a pufferoló hatást a vizsgált anyagból készített oldat titrálási görbéje és a vizsgált anyag nélküli oldat görbéje által bezárt területtel veszik egyenlőnek (Nadtocsij, 1993, 1996, Truszkaveckij, 1999).

A megvizsgált ásványi anyagok nagyon eltérő tulajdonságokkal rendelkeznek, mind a kémhatásukat jellemző paraméterek, mind pufferoló képességüket illetően. Ugyanakkor a kapott eredmények összhangban vannak az egyes vizsgált anyagok kémiai összetételével és tulajdonságaival (1. táblázat).

1. táblázat: A vizsgált anyagok sav-bázis pufferképessége és vízben mért pH-ja

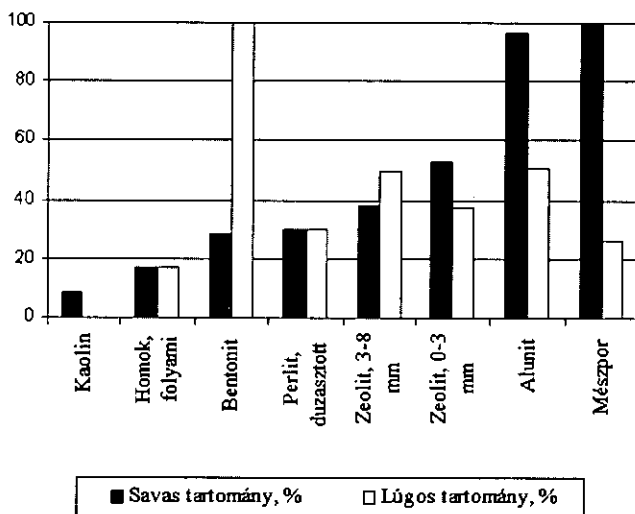
Ásványi anyag	pH(H ₂ O)	Pufferképesség	
		savas tartomány	lúgos tartomány
Kaolin	7,6	8,8	-
Homok, folyami	7,1	17,2	17,1
Bentonit	4,7	28,4	100,0
Perlit, duzzasztott	6,9	30,2	30,2
Zeolit, 0,5-3 mm	8,7	52,8	37,5
Zeolit, 3-8 mm	7,6	37,8	49,7
Alunit	8,5	96,6	50,5
Mészpor	8,4	100,0	26,2

A kaolin durva agyag, fajlagos felülete kicsi, az izomorf helyettesítés, ha egyáltalán van, nagyon csekély, felületén zömmel változó töltések találhatók. Savtompító képessége a leggyengébb a vizsgált anyagok közül (2. ábra). A lúgos tartományban pedig a titrálási görbe magasabbra emelkedik, mint a NaOH titrálási görbéje. Ebből arra következtethetünk, hogy erős lúg hatására a kaolin oldódik, s az oldódás során OH⁻-ionok jutnak az oldatba. Nem számottevő a folyami homok pufferoló hatása sem, s ez a megállapítás az egész pH-tartományra vonatkozik. Titrálási görbéjének lefutása gyakorlatilag követi a NaOH/HCl görbét (1. ábra).



1. ábra: Különböző ásványi anyagok titrálási görbéi

A bentonit fő összetevője a montmorillonit, amelynél az állandó töltések dominálnak. Az általunk vizsgált bentonit vízben mért pH-ja savanyú, ami azt is jelenti, hogy a felületen már jelentős a protonmegkötődés, kevés azon kicserélhető kationok mennyisége, amelyek savterhelés hatására protonokra cserélődhetnek. Ezzel magyarázható, hogy a bentonit savtompító képessége gyenge. Ugyanakkor ez az ásványi anyag a hozzáadott összes lúgot (kísérletünkben a 100 g bentonitra számított NaOH maximális mennyisége 12,5 mgé volt) semlegesíteni tudta (2. ábra). Titrálási görbéje enyhe emelkedést mutat a savastól a lúgos tartomány felé ($\text{pH}_{\text{max}}=8,1$), jelentősen eltérve a többi vizsgált anyag titrálási görbétől (1. ábra).



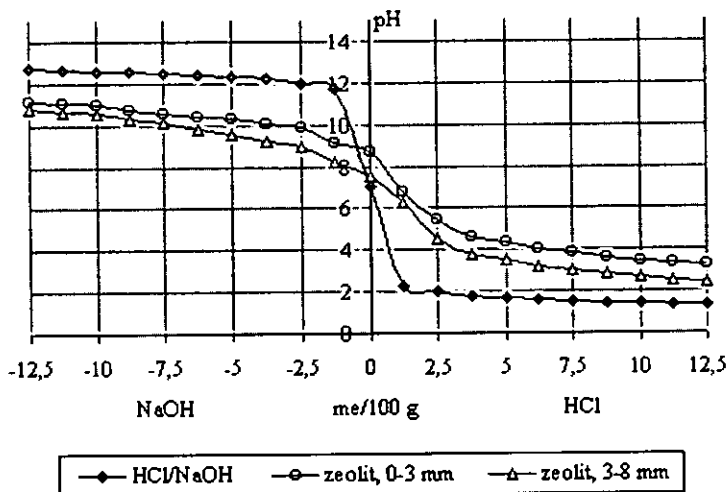
2. ábra: A vizsgált ásványi anyagok pufferoló képességének összehasonlítása

A duzzasztott perlit vízben mért pH-ja semleges, pufferoló képessége a savas és lúgos tartományban teljesen megegyezik. A titrálási görbe meredeksége is egyforma, azaz egyforma mennyiségű sav, illetve bázis hozzáadása ugyanolyan, csak ellenkező előjelű pH-változásokat eredményez.

A zeolit esetében két frakciót is megvizsgáltunk. Szembeötlő, hogy az őrlemény finomításával, azaz a felület növekedésével a pufferoló hatás ugrásszerűen változik, és pedig oly módon, hogy a savas tartományban erősen megnövekszik, a lúgosban pedig csökken (3. ábra). Ez a jelenség a megnövekedett felület kation kicserélő képességének változásaival hozható összefüggésbe. A mészpor ($\text{CaCO}_3 > 85\%$), mint az várható is, semlegesíti az összes hozzáadott savat (12,5 mgé/100 g). A lúgos intervallumban jelentkező gyenge pufferoló hatás a kísérő anyagoknak tulajdonítható. Nagyon jó savtompító képességgel rendelkezik az alunit, ami teljesen összefüggésbe hozható a kémiai felépítésével – $\text{KAl}_3[(\text{OH})_6](\text{SO}_4)_2$. A hidroxidionok semlegesítése valószínűsíthetően az alunit hidrolizására, helyesebben annak nyomán keletkező erős sav általi lekötésre vezethető vissza.

Eltérő tulajdonságú, a kertészeti termesztésben is használatos ásványi anyagok pufferképességét vizsgáltuk és hasonlítottuk össze széles pH-tartományban. Tulajdonságaikat tekintve a megvizsgált anyagok sokfélék, a hozzájuk adott savval, illetve bázissal szembeni viselkedésük, amelyeket titrálási görbékkel jellemeztünk, nagyon is eltérő. Tudva azt, hogy

milyen pH-intervallumban lép fel erősebb vagy gyengébb pufferoló hatás, s ez savakra vagy bázisokra érvényes-e inkább, esetleg mindkettőre, céltudatosabbá tehető az egyes ásványi anyagoknak a kertészeti termesztésben való hasznosítása.



3. ábra: A sav-bázis pufferoló hatás változása a szemcseméret csökkenésével a zeolit példáján

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a T 34644 sz. OTKA téma keretében került kidolgozásra.

Irodalom

- Filep Gy., Rédly L.-né, 1987–1988: A talajsavanyúság formáinak és a talaj sav-bázis pufferoló hatásának értelmezése. In: Agrokémia és Talajtan. Tom 36-37., p. 79-96.
- Jackson, M.L., 1967: Aluminium bonding in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 27., p. 1-10.
- Kanunniyikova N.A., 1989: Termodinamiceszkije potenciali i pokazateli bufernich szvojsztv pocsv. Izdatyelsztvo Moszkovszkogo Universziteta, Moskva
- Murányi A., Rédly L.-né, 1986: Titrálási görbék felhasználása a talajt érő savterhelések hatásának összehasonlító jellemzésére. In: Agrokémia és Talajtan. Tom 35. 1-2., p. 49-62.
- Nadtocsij, P. P., 1993: Opredelenije kiszlotno-osznovnoj bufernosztij pocsv. In: Pocsvovedenije. No. 4., p. 34-39.
- Nadtocsij, P. P., 1996: Opit szosztavlenija kartogrammi kiszlotno-osznovnoj bufernosztij pocsv. In: Agrochimija. No. 6., p. 20-26.
- Slezák K., Terbe I., Kappel N., Tóth K., 2001: Paprikafajták sötürése. In: The 8th Proceedings of Symposium on analytical and environmental problems. Szeged, p. 76-83.
- Szokolova, T.A. et al., 1991: Chimiceszkije osznovi bufernosztij pocsv. Moskva, Izdatelsztvo MGU
- Terbe I., 1996: A hajtított paprika tápanyag-utánpótlásának továbbfejlesztése. Kandidátusi értekezés. MTA, Budapest
- Truszkaveckij, R. Sz. (szerk.), 1999: íSzucsaszny fiziko-chimicsny metodi doszlidzseny gruntyiv (persa redakcija), Charkiv

- Ulrich, B., 1981: Ökologische Gropierung von Boden nach ihrem chemischen Bodenzustand. *Z. Pflanzenernahrung und Bodenkunde*. 144, p. 289-305.
- Ulrich, B., 1983: Soil acidity and its relation to acid deposition. In: *Effects of accumulation of air pollutants in forest ecosystems*. D. Reidel Publ. Co., Stuttgart, p. 127-146.
- Van Slyke, D. D., 1922: On the measurement of buffer values and relationship of buffer values to the dissociation constant of the buffer, and the concentration and reaction of the buffer solution. *J. Biol. Chem.* 52., p. 525-570.
- Várallyai Gy., Rédly M., Murányi A., 1986: A légköri savas ülepedés hatása a talajra Magyarországon. In: *Időjárás* 90. évf. 2-3.sz., p. 169-180.

Zoltán Csoma¹ – Edit Forró²

Assessment of acid-alkaline buffer capacity of growth media

¹ Zakarpatian Institute of Agroindustrial Production of Ukrainen Academy of Agrarian Sciences

² Szent István University Faculty of Horticultural Sciences Department of Soil Science and Water Management, 1118 Budapest, Villányi út 29-43., Hungary

Introduction

The basic requirement of artificial soils is to alleviate extreme fluctuation of the concentration of hydrogen and hydroxide ions. The influencing factors of acid-alkaline capacity at soils, and the basic rules are now well known (Szokolova et al., 1991, Ulrich, 1981, 1983). Concerning Hungarian soil types the comprehensive publications of Murányi & Rédlyné, (1986), Várallyay et al., (1986) and Filep & Rédlyné (1988) provide several data, which are also of use in practice. In horticultural cultivation, there is first of all in the composition of artificial soils in many cases not sufficient information about their permissible load (Terbe, 1996). However, specialized horticultural, vegetable growth (intensive nutrient supply, high plant density, high salt concentration) a frequently occurring problem is that the expensive growth medium is not able to buffer harmful effects over a long period and toxic materials both for plants and for the food chain can accumulate rapidly (Slezák et al., 2001). The other extreme is, that the acid-alkaline buffer capacity of soil is too high due particularly to the large amount of organic matter. In this case it is an unsolvable task to adjust and correct the adequate value of pH.

Material and methods

In the present study the acid-alkaline buffer capacity of mineral matters used in artificial soils of horticultural cultivation has been investigated and compared. The following materials were used: kaolin, river sand, bentonite, expanded perlite, zeolite, alunite and lime powder. For the study materials of different physical and chemical properties have been selected. We investigated the studied materials in the same condition (e.g. grain size) as they are used in cultivation technology.

The titration curves of the mineral materials were made on the basis of a series of HCl and NaOH solutions over a wide pH range. (Nadtochi, 1993, 1996; Truskavetskii, 1999). After one

hour shaking and 24 hours waiting, the equilibrium pH of the suspension was measured and the curve was made as in Fig. 1.

Results and discussion

The investigated materials showed very different properties regarding both the chemical reaction and the buffer capacity. The results are in agreement with the chemical composition and properties of the studied materials (Table 1).

Table 1: Acid-alkaline buffer capacity and pH value of the investigated matters

Mineral matter	pH(H ₂ O)	Buffer capacity	
		acid range	alkaline range
Kaolin	7,6	8,8	-
River sand	7,1	17,2	17,1
Bentonit	4,7	28,4	100,0
Expanded perlit	6,9	30,2	30,2
Zeolit, 0,5-3 mm	8,7	52,8	37,5
Zeolit, 3-8 mm	7,6	37,8	49,7
Alunite	8,5	96,6	50,5
Lime powder	8,4	100,0	26,2

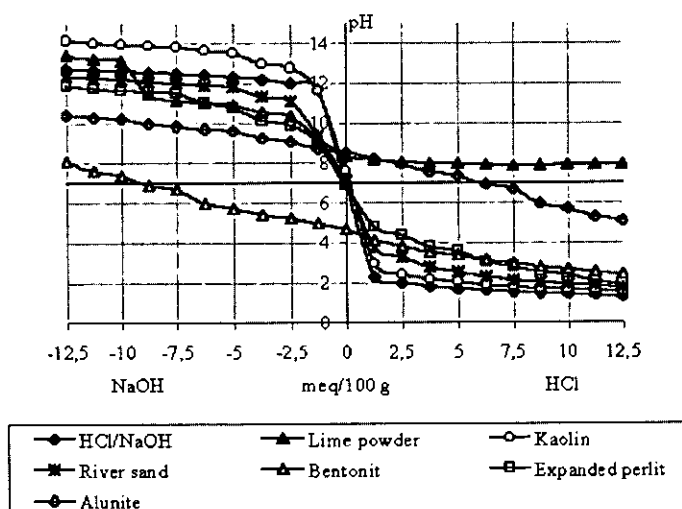


Figure 1: Titration curves of different mineral matters

Kaolin is a coarse clay with small specific surface, the acid buffer capacity is the lowest among the investigated matters (Fig. 2). The titration curve is higher in the alkaline range than that

of NaOH, indicating that kaolin is solved by the strong base and during the process OH⁻ ion concentration is increasing.

The buffering effect of the river sand is not considerable, and this is true for the whole pH-range. The change of the graph is obviously similar to the NaOH/HCl curve (Fig. 1).

Montmorillonite is the main component of bentonite. The pH value of bentonite is acid, which also means that there is considerable proton adsorption on its surface. The amount of cations is low, which can be exchanged to protons on the effect of acid load. This can explain the low acid buffering capacity of bentonite, on the other hand, this material neutralized all added base in the experiment (maximum amount 12.5 meq/100 g bentonite) (Fig. 2).

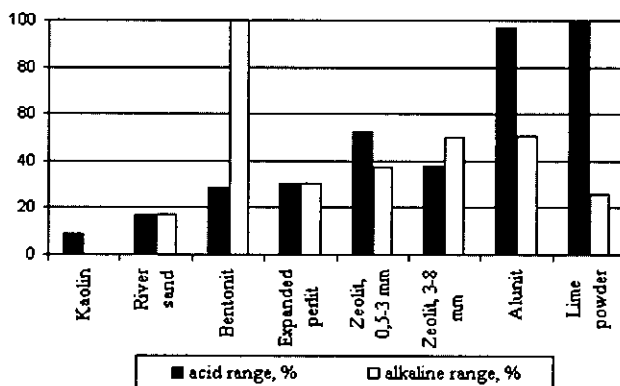


Figure 2: Comparison of the buffer capacity of the investigated mineral materials

The titration curve shows only a slight increase from the acid to the alkaline range ($\text{pH}_{\text{max}}=8,1$). This is a considerable difference between bentonite and the other investigated materials.

The pH of the expanded perlite is neutral, the buffer capacity is the same in acid and in alkaline range. It also means that the addition of the same amount of acid and base resulted in the same, but of different sign, pH changes.

Two grain sizes of zeolite were investigated (Fig. 3). The buffering effect has dramatically changed with the decrease of grain size (i.e. the increase of surface) showing high increase in the acid, and a large decrease in the alkaline range. This phenomenon can be interpreted with the changes of the cation exchange capacity of the increased surface.

The lime powder, ($\text{CaCO}_3 > 85\%$), as it can be expected, neutralized the whole amount of added acid (12.5 meq/100 g). The weak buffering effect in the alkaline range can be attributed to the concomitant components.

The alunite, which is a silica – $\text{KAl}_3[(\text{OH})_6](\text{SO}_4)_2$ – has a very good acid alleviating ability, which can be related to its chemical composition. The neutralization of hydroxide ions very likely can be ascribed to the hydrolysis of alunite.

According to our results in the acid range the lime powder, in the alkaline range the bentonite show the best buffering effect.

The mineral materials investigated in the present study are quite variable, their reactions to the added acid or base are very different. Our method provides the possibility to get information about the buffer capacity in the whole pH range. Using these results can make the application of these mineral materials in the horticultural cultivation more effective.

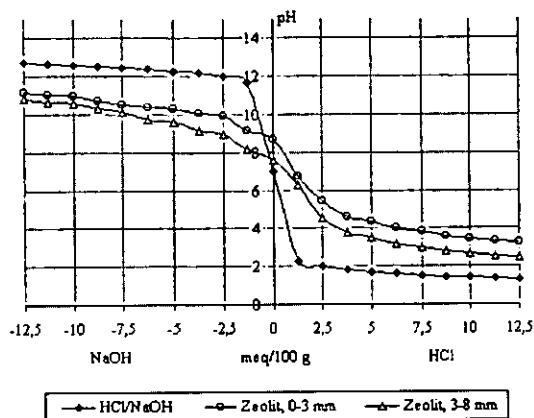


Figure 3: Changes of the acid-alkaline buffering effect in relation to grain size in zeolite

Acknowledgement

This research was supported by the Hungarian Scientific Research Fund. (OTKA T 34644)

References

- Filep Gy., Rédy L.-né, 1987–1988: A talajsavanyúság formáinak és a talaj sav-bázis pufferoló hatásának értelmezése. In: *Agrokémia és Talajtan*. Tom 36-37., p. 79-96.
- Murányi A., Rédy L.-né, 1986: Titrálási görbék felhasználása a talajt érő savterhelések hatásának összehasonlító jellemzésére. In: *Agrokémia és Talajtan*. Tom 35. 1-2., p. 49-62.
- Nadtochii, P. P., 1993: Opredeleniye kislотно-osnovnoj bufernosztyi pocsv. In: *Poesvovedeniye*. No. 4., p. 34-39.
- Nadtochii, P. P., 1996: Opit szosztavleniya kartogrammi kislотно-osnovnoj bufernosztyi pocsv. In: *Agrochimija*. No. 6., p. 20-26
- Slezák K., Terbe I., Kappel N., Tóth K., 2001: Paprikafajták sótűrése. In: *The 8th Proceedings of Symposium on analytical and environmental problems*, Szeged, p. 76-83.
- Szokolova, T. A. et al., 1991: *Chimicheskije osnovi bufernosztyi pocsv*. Moszkva, Izdatelstvo MGU
- Terbe I., 1996: A hajtattott paprika tápanyag-utánpótlásának továbbfejlesztése. Kandidátusi értekezés. MTA, Budapest
- Truskavetskii, R. Sz. (ed.), 1999: *Szucsasznyi fiziko-chimichnyi metodi doszlidzseny gruntyiv* (persa redakcija). Charkiv
- Ulrich, B., 1981: Ökologische Gropierung von Boden nach ihrem chemischen Bodenzustand. *Z. Pflanzenernahrung und Bodenkunde*. 144., p. 289-305.
- Ulrich, B., 1983: Soil acidity and its relation to acid deposition. In: *Effects of accumulation of air pollutants in forest ecosystems*. D. Reidel Publ. Co., Stuttgart, p. 127-146.
- Várallyai Gy., Rédy M., Murányi A., 1986: A légköri savas ülepedés hatása a talajra Magyarországon. In: *Időjárás* 90. évf. 2-3. sz., p. 169-180.

Study concerning the possibility for germplasm utilization for dust-pepper (paprika) in Western Romania

**Banat's University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Faculty of Horticulture, Ceia Aradului Nr. 119., 1900 Timisoara, Romania
madosaemil@yahoo.com**

Summary

Growing dust-pepper is very popular in Western Romania. In this area both varieties and landraces are cultivated.

For the evaluation of the landraces in order to observe their values for breeding, we established a collection of 8 varieties (Romanian varieties, Hungarian varieties, Yugoslavian varieties, Slovak varieties) and 8 landraces (7 from Arad County, 1 from Timis County). These have been evaluated for the main morphological characters, disease resistance and the correlations between them. The study demonstrates the fact that the landraces have high variability, valuable for certain characters, production and also quality. The landraces „de Barsa” and „de Aldesti” have a superior percentage of dry substance than varieties. The correlations between characters can be used for the breeding process. The percent of dry substance is directly correlated to the length of the plant and the diameter of the fruit and the productivity depends on the number of the fruits per plant.

Introduction

Pepper is part of an ensemble of five species which had been taken for cultivating, and increasing and diversified from the Americans. Studying the variability, it was observed that there is analogy of genetic variability of each species. At least four species have both sweet fruits and hot fruits from capsaicin. Sweet taste is associated with globular fruits. All species presented parallelism concerning the intensity of fruit's colors before maturity (from white to dark green), but also to maturity (from lemon yellow to deep dark red, crossing orange and red). All species could present a higher concentration in carotene pigments which show a brown colour together with chlorophyll pigments. The variability involved includes: the erect or bended-over position, form of the fruit- from spherical to very elongated, the pick of the fruit- sharp or bolded. *Capsicum annuum* is the most widespread species thanks to its abilities and fecundity. After America it was spread in short time to all continents which have temperate or tropical climate. Nowadays it is spread all around the world, in both intensive and small agricultural technologies. In Romania, the most favorable areas for pepper are Campia Romana and Campia de Vest, favorable for Campia Transilvaniei, Podisul Transilvaniei and the Eastern Moldavia. In the coolest areas, pepper is not very popular (Horgos, 2000). It is very interesting that each country has favorite varieties, but they are all well known, especially for breeders. In the developed countries, pepper is grown for the fresh market and for preparation and processing. Processing pepper is very important for the food industry. Most countries grow pepper open-varieties. In Western Europe the areas of pepper hybrid

cultivation are increasing. Growing hybrids is especially profitable as heterosis is important from two points of view: growing production potential for protected crops, the second is precocity and production together with longer fructification as advantages. The vigor of the hybrid plants is not the main goal concerning the limited possibility for storage because of its form. To create open-varieties or parents for the hybrids, the most used method is the genealogical selection, because variability is created by hybridization. The open-varieties and the existent lines are frequently modified for disease resistance, and also for the form and the color of fruit. For breeding programs, the germplasmatic evaluation is the main objective in order to discover landraces with variability to be selected and searching for genotypes to be used as genitors for hybridization programs.

Material and methods

The biological material included open varieties and local varieties (landraces) of dust-pepper (paprika). All open varieties were Romanian, but we also studied some from abroad (Hungary, Yugoslavia, and Slovakia).

Table 1: *The provenience of the material*

Nr. Crt	Cultivar	Provenience
1.	Arad 6	Romania
2.	Carmen	Romania
3.	Karmina	Slovakia
4.	Szegedi	Hungarian
5.	Csardas	Hungary
6.	Kolocsai	Hungary
7.	Aleva WK	Yugoslavia
8.	HS 6	Yugoslavia
9.	"de Seleuş"	Romania – Arad County
10.	"de Lunca Teuzului"	Romania – Arad County
11.	"de Apateu"	Romania – Arad County
12.	"de Zărand"	Romania – Arad County
13.	"de Zimand"	Romania – Arad County
14.	"de Bârsa"	Romania – Arad County
15.	"de Aldeşti"	Romania – Arad County
16.	"de Tomnatic"	Romania – Timiş County

The local varieties have been collected from the west side of Romania, where this crop is much extended. Most of the local varieties are from Arad County, area between the White Cris River and the Black Cris River, well known for this crop on the growers' lands. In Timis County, Tomnatic area is the only village very traditional concerning this crop.

The main goal of this experiment was to evaluate the existing biological material next to the foreign material in order to establish the margins for some very important characters for breeding and also to establish the correlations between them. The future will be selected from the studied lines in order to start a breeding program for dust-pepper (paprika). The studying method follows comparative cultures in random blocks, for 3 repetitions. The experimental parcel had 25 plants. We used as control a local variety called Arad 6. The growing technology

for dust-pepper was the ordinary one. We started with the seedlings which were planted at 50 cm between the rows and 25 cm between the plants per row, to offer the possibility for the plants to give maximum potential. During the vegetative period, we observed the main phenophasis and also the plant's morphological characters as the form of the bush, fruit position, the form of the fruit. The biometrical measures were also made on the main characters for production capacity: plant's height, fruit's length and size, fresh fruit's weight, the number of the fruits per plant, fruit's production per plant, the percent of dry substance. There have been also made disease resistance observations. The results concerning biometrical measures were calculated statistically, determining the main characteristic margins of the landraces. (Saulescu si Saulescu, 1968)

Study for certain morphological characters for the biological material

Results concerning the observations during the vegetative period. During the vegetative period we focused on the form of the bush, the fruit's position and the form of the fruit. All data are presented in table 2. Being an influent character for planting distance, we concentrated the study on the form of the bush. The landraces with a compact bush can be planted in a bigger number. After all, this gives also a determinate growing, which is very important for uniform maturity of the fruits. The compact bushes were observed to the breed varieties. These have had also uniform maturity and less flowering. From all breed varieties, 3 of them presented a compact bush (Kolocsai, Karmina, Arad 6) and other 3 presented semi compact bush. We also observed that the landraces have had continuously flowering and disparate bush. Two of them presented semi compact bush. Actually those were collected from closer villages, and it could be the possibility to have the same genealogy. The position of the fruit on the plant is a character genetically determinate with less practical importance. Most cultivars have bend-over fruits. The erect or semi erect positions are frequently in breed varieties. Carmen and Kolacsai open varieties presented erect fruits, Arad 6 and Karmina presented semi erect fruits. Concerning the form of the fruit, we observed that most of the cultivars presented straight lined fruits, except two of the landraces which presented curbed lined fruits, both of them very near as collecting location. The Slovak variety Karmina and two other landraces „de Barsa” and „de Tomnatic” presented soft-curbed lined fruits. This character had differentiated two landraces „de Barsa” and „de Aldesti” which presented the same type of bush.

Table 2: Results concerning the observations from the vegetative period

Nr. Crt	Cultivar	First flower opening date	Form of bush	Fruit position	Form of fruit
1.	Arad 6	25.VI	Compact	Semi-erect	Straight lined
2.	Carmen	17.VI	Disparate	Erect	Straight lined
3.	Karmina	12.VI	Compact	Semi-erect	Soft curved lined
4.	Szegedi	14.VI	Semi compact	Bend-over	Straight lined
5.	Csardas	7.VI	Disparate	Bend-over	Straight lined
6.	Kolocsai	5.VI	Compact	Erect	Straight lined
7.	Aleva WK	14.VI	Semi compact	Bend-over	Straight lined
8.	HS 6	16.VI	Semi compact	Bend-over	Straight lined
9.	"de Seleuş"	14.VI	Disparate	Bend-over	Straight lined
10.	"de Lunca Teuzului"	15.VI	Disparate	Bend-over	Straight lined
11.	"de Apateu"	25.VI	Disparate	Bend-over	Straight lined
12.	"de Zărand"	18.VI	Disparate	Bend-over	Curbed lined
13.	"de Zimand"	12.VI	Disparate	Bend-over	Curbed lined
14.	"de Bârsa"	25.VI	Semi compact	Bend-over	Soft curved lined
15.	"de Aldeşti"	18.VI	Semi compact	Bend-over	Straight lined
16.	"de Tomnatic"	23.VI	Compact	Bend-over	Soft curved lined

During the vegetative period we also focused on the precocity of the plant for opening the first flower. The period for all studied material to open the first flower was 20 days. The earliest were the Hungarian varieties (Kolocsai and Csardas) and the latest varieties were Arad 6 and some landraces „de Apateu” and „de Barsa”. All the other cultivars were late than other varieties but earlier than control variety. A special place of all the observation has the study concerning the disease resistance. During all the experiments, there was no any disease concerning the studied material, but one (*Alternaria capsici-annui*). The estimation of the attack was appreciated by calculating the percentage of attacked fruits. The attack percent was reduced and manifested as small spots, non-affecting the harvest, the fruits could also been used. There were just less fruits totally damaged.

The biggest percent of attack was located on Kolocsai variety (14,8%), the smallest attack was observed on Csardas variety (0,9%). From Romanian varieties, the most sensitive was Carmen variety (5,5%). The landraces comportment was good close to the control variety. It is remarkable one of the landrace („de Aldeşti” (1,8%) having the same level as Szegedi variety. The other landraces have the average of attack around 4%, but „de Seleuş” at the same level as control.

Results concerning the obtained values after the biometrical measures. The biggest attention was accorded to the biometrical measures for the main characters of production capacity (table 5.2). The fruits weren't too big; the averages for length fruit were between 7,91cm for Kolocsai and 10,18cm for Carmen. For some cultivars, the averages had the influence of the smaller size of the fruits in the last harvesting. This fact was sustained by the variability coefficient, which had values over 20% for several cultivars.(Szegedi, „de Tomnatic”). The circumference of the fruit was more uniform, the limits were between 1,75 cm (Karmina) and 2,20 cm („de Tomnatic”). From the data we could observe that „de Tomnatic” had the largest fruits. The

variability coefficients were close to 10%, but „de Aldesti” which was over 20%. The number of the fruits per plant were between 7,95 (Kolocsai) and 16,05 (Szegedi). Most of the cultivars presented 10-11 fruits per plant. However the potential of the landraces is higher, but they have less potential to the last harvesting considering the number of unripe fruits at the end. The average weight for a harvested fruit was between 9,68 g (Szegedi) and 16,86 g („de Tomnatic”). Actually this landrace had the larger and longer fruits. For the other cultivars, the average weight for fruit was between 12-14 g. It was very interesting to observe that the landraces had more than 12 g per fruit, seven landraces had more than 13 g per fruit, except „de Apateu” which reached 12 g per fruit. We could observe that the Hungarian and Slovak fruits were smaller, the Yugoslavian were more close to the Romanian fruits. For dust-pepper, the percent of dry substance is very important. We could observe that the percent of 12,13% of dry substance have had most of the cultivars. Two good landraces to be noted are „de Almas” which had a very high percent 14,51%, and „de Barsa” which had reached 15,58% in dry substance. The average production per plant on harvesting was over 100 g the maximum value observed for „de Zimand” with 157,70 g. Studying the variability coefficient for two important characters: number of fruits per plant and plant production, we could observe higher values of these parameters, especially in landraces. These could be calculated by selection to obtain new varieties, with good quality and productivity. The length of the plants reached values between 31,27 cm (Arad 6) and 66,15 cm (Carmen), both Romanian cultivars. Higher lengths were observed for landraces. Shorter cultivars have limited growing but uniform maturity, and also can afford higher density in order to reduce the distance between plants per row.

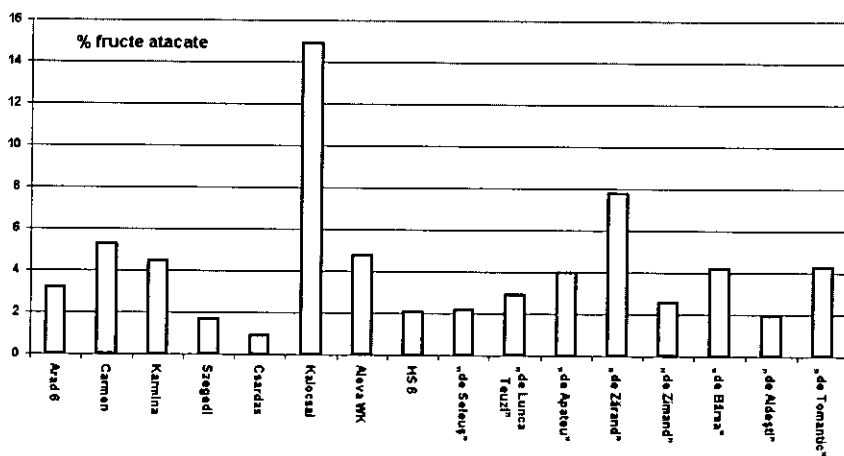


Figure 1: Results concerning *Alternaria capsici-annui* resistance for the studied biological material

Table 3a: Results concerning biometrical measures for the main characters of studied lines

Nr. crt.	Cultivar	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$			
		Fruit lenght (cm)	Fruit Ø (cm)	Average weight of fruit	Nr. of fruits /plant
1.	Arad 6	9,11±0,17	1,93±0,05	12,84±0,43	11,22±0,86
		9,22	13,45	15,77	36,04
2.	Carmen	10,18±0,28	2,03±0,05	15,74±1,06	8,52±0,85
		12,58	12,63	31,08	45,98
3.	Karmina	9,02±0,27	1,75±0,03	12,59±0,02	9,68±1,02
		12,17	7,86	19,81	42,26
4.	Szegedi	8,85±2,56	1,77±0,04	9,69±0,44	16,05±1,29
		26,38	9,90	20,66	36,18
5.	Csardas	8,51±0,21	1,85±0,04	12,11±0,59	11,00±0,91
		11,29	11,65	22,36	39,03
6.	Kolocsai	7,91±0,18	2,01±0,03	12,87±0,49	7,95±0,84
		10,87	7,15	17,57	48,94
7.	Aleva WK	8,84±0,18	2,01±0,04	14,63±0,75	10,26±1,03
		10,72	11,60	24,75	48,57
8.	HS 6	8,64±0,24	1,98±0,06	13,19±0,67	11,65±1,00
		12,65	13,78	23,01	38,51
9.	"de Seleuş"	7,90±0,26	2,02±0,05	13,57±0,55	11,43±1,24
		15,94	13,22	19,70	52,12
10.	"de Lunca Teuzului"	7,71±0,30	2,04±0,05	13,27±0,61	11,70±1,25
		17,69	10,88	20,70	47,79
11.	"de Apateu"	8,98±0,43	1,97±0,05	12,33±0,82	10,15±1,59
		17,60	9,33	24,18	56,96
12.	"de Zărand"	8,54±0,35	2,02±0,06	13,89±0,98	11,34±0,99
		19,77	15,88	34,13	42,06
13.	"de Zimand"	9,23±0,31	2,08±0,05	14,95±0,72	10,56±0,72
		16,52	13,55	23,26	32,76
14.	"de Bârsa"	8,70±0,40	2,07±0,14	13,00±0,79	10,72±1,77
		15,53	23,14	20,34	55,00
15.	"de Aldeşti"	8,20±0,27	1,98±0,06	13,27±0,56	11,00±0,97
		14,97	13,39	18,91	39,57
16.	"de Tomnatic"	9,00±0,46	2,22±0,08	16,86±0,91	9,11±1,46
		21,09	14,91	22,44	66,02

Table 3b: Results concerning biometrical measures for the main characters of studied lines

Nr. crt.	Cultivar	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ $S_{\%}$		
		Dry substance %	Plant's length	Plant production
1.	Arad 6	12,53 $\pm$ 0,30 11,47	31,27 $\pm$ 1,56 23,40	143,21 $\pm$ 12,04 39,44
2.	Carmen	13,81 $\pm$ 0,38 12,91	66,15 $\pm$ 2,64 17,84	131,71 $\pm$ 15,16 52,77
3.	Karmina	9,61 $\pm$ 0,33 14,04	31,86 $\pm$ 1,19 14,56	125,17 $\pm$ 15,376 50,37
4.	Szegedi	13,76 $\pm$ 0,40 13,00	48,35 $\pm$ 1,99 18,42	154,48 $\pm$ 12,76 36,95
5.	Csardas	12,89 $\pm$ 0,39 14,02	56,90 $\pm$ 3,30 26,58	134,69 $\pm$ 12,36 42,07
6.	Kolocsai	11,15 $\pm$ 0,36 14,46	35,04 $\pm$ 1,95 25,57	109,60 $\pm$ 12,74 51,98
7.	Aleva WK	12,69 $\pm$ 0,28 10,60	52,00 $\pm$ 1,88 17,42	147,96 $\pm$ 16,54 53,61
8.	HS 6	12,11 $\pm$ 0,37 14,00	48,35 $\pm$ 1,97 18,28	153,59 $\pm$ 13,95 40,62
9.	"de Seleuş"	13,05 $\pm$ 0,49 17,99	60,95 $\pm$ 2,49 19,66	152,39 $\pm$ 15,03 47,29
10.	"de Lunca Teuzului"	13,96 $\pm$ 0,37 12,14	50,05 $\pm$ 2,69 24,12	149,62 $\pm$ 16,97 50,74
11.	"de Apateu"	13,64 $\pm$ 0,62 16,55	50,15 $\pm$ 4,68 33,65	122,12 $\pm$ 15,28 45,12
12.	"de Zărand"	13,12 $\pm$ 0,34 12,49	57,34 $\pm$ 2,01 16,81	151,58 $\pm$ 12,38 39,19
13.	"de Zimand"	13,50 $\pm$ 0,41 14,33	59,36 $\pm$ 2,36 18,65	157,70 $\pm$ 12,62 37,53
14.	"de Bârsa"	15,58 $\pm$ 0,51 10,92	53,54 $\pm$ 2,66 16,48	134,26 $\pm$ 15,51 38,33
15.	"de Aldeşti"	14,51 $\pm$ 0,52 16,08	57,45 $\pm$ 2,86 22,28	144,54 $\pm$ 13,26 41,03
16.	"de Tömnic"	12,33 $\pm$ 0,53 17,80	58,00 $\pm$ 3,08 21,28	142,05 $\pm$ 19,96 57,93

Studying the correlations between characters by biometrical measures we could observe several important links for selection (Table 4). Plant production is direct correlated to the

number of fruits per plant, not correlated to the fruit's average weight and the fruit's length. Thus, for growing production per plant cultivars should be selected with more fruits per plant. The percentage of dry substance is a very important character for dust-pepper. This character is directed significant correlated to the length of the plant. This observation is very interesting for the breeders, making selection easier. Usually higher plants are continuously growing and don't have uniformity on maturity. Another direct correlation is between the percent of dry substance and the diameter of the fruit. This one is very useful for selection to increase the percent of dry substance. It is much easier to determine the diameter of the fruit than to calculate the percent of dry substance which takes time. The average weight of fruit is directly influenced by the diameter of the fruit, but to the length of it. Thus, increasing the diameter of fruit will increase the average weight of fruit and length. Another significant, negative correlation, is between the number of the fruits per plant and the average weight of fruit. More fruits per plant will determine smaller fruits. For dust-pepper this is not a disadvantage because they do not have to be too big. Adding the fact that the plant production is direct correlated to the number of fruits per plant and to the average weight of fruit. It is better to keep plants with many fruits for selection, focusing also on the average weight of fruit. Knowing the correlations is very important for selection work. These correlations depend on the value of the genotypes which are working with. Thus, it is necessary to repeat these studies. (Madosa si colab., 2002)

Table 4: *Correlations coefficient values between the studied characters*

Character	Fruit Ø	Average weight of fruit	Nr. of fruits/plant	Dry subst. %	Plant length	Plant production
Fruit Ø	-0,10	0,30	-0,16	0,01	0,13	-0,004
Average weight of fruit		0,71	-0,39	0,49*	0,47	0,11]
Nr. of fruits/plant			-0,65**	0,07	0,44	0,08
Dry subst. %				0,30	0,06	0,66**
Plant length					0,65**	0,34
Plant production						0,41

P 5% = 0,48; P 1% = 0,61

Conclusions

1. Collected landraces are valuable concerning the productive issues, for some of the characters (number of fruits per plant and plant production) showing higher variability, important for selection.
2. The landraces presented higher percentage of dry substance („de Barsa”, „de Aldesti”) which increases the ability for fruits processing.
3. Breed varieties presented uniform maturity of fruits and limited growing. The landraces had continuously fructification, until the first frost they had flowers and immature fruits.
4. Breed varieties presented compact or semi-compact bush, which gives higher density of planted plants.
5. Landraces variability allows processing by selection or to be used as genitors for breeding programs, together with the foreign varieties.
6. Plant production is direct correlated to the number of fruits per plant, not to their size.

7. The percent of dry substance is significantly correlated to the length of the plant and the diameter of the fruits.
8. Average weight of fruit depends on the diameter of the fruit, not to its length.

References

- Dufour O., Palloix A., Gebre Selassie K., Pochard E., Marchoux G., 1989: The distribution of cucumber mosaic virus in resistant and susceptible plants of pepper. *Can. J. Bot.* 67: 655-660
- Dumas de Vaulx R., Pochard E., 1986: Parthénogenese et androgenese chez le piment. Rôle actuel dans les programmes de sélection, *Sél. Fr.* 36: 3-16
- Dumas de Vaulx R., Chambonnet D., Pochard E., 1981: Culture in vitro d'antheres de piment (*Capsicum annuum* L.): amélioration des taux d'obtention de plantes chez différents génotypes par des traitements à 350C. *Agronomie*, 1: 859-864
- Gebre Selassie K., Pochard E., Marchoux G., Thouvenel J. C., 1986: New sources of resistance to pepper vein mottle virus in pepper breeding lines. VIth Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding on Capsicum and Eggplant 21-24 oct. 1986. Zaragoza (Spain), 189-192
- Madoșă E., Nedelea G., Badea Ana, Ciulca S., Chiș S., Avădanei C., 2002: Studii asupra corelațiilor între câteva caractere la ardeul pentru boia. *Biotehnologie și biodiversitate*, Ed. Agroprint, Timișoara, 35-39
- Palloix A., Dauheze A. M. N., Phaly T., Pochard E., 1990: Breeding transgressive lines of pepper for resistance to *Phytophthora capsici* in a recurrent selection system. *Eucarpia*, 51: 141-150
- Palloix A., Dauheze A. M., Chaine C., Pochard E., 1990: Sélection pour la résistance aux virus chez le piment. *Sél. Fr.* 41: 79-90
- Pochard E., 1970: Description de trisomiques du piment (*Capsicum annuum* L.) obtenus dans la descendance d'une plante haploïde. *Ann. Amélior. Plant.*, 20: 233-256
- Pochard E., 1977: Localisation of genes in *Capsicum annuum* L. By trisomic analysis. *Ann. Amélior. Plant.*, 27: 255-266
- Pochard E., Chambonnet D., 1971: Méthodes de sélection du piment pour la résistance au *Phytophthora capsici* et au virus du concombre, Ier Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding on Capsicum and Eggplant, Sept. 1971, Torino (Italia), 270-281
- Pochard E., Dauheze A. M., 1989: Progressive construction of a polygenic resistance to cucumber mosaic virus in the pepper. VIIth Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding on Capsicum and Eggplant. Kragujevac (Yugoslavia), 187-192
- Rast A. T. B., 1982: Resistance of *Capsicum* species to tobacco, tomato and pepper strains of tobacco mosaic virus. *Neth. J. Plant. pathol.*, 88: 163-169
- Săulescu N., Săulescu N. N., 1968: Câmpul de experiență. Ed. Agro-Silvică, București, 157-202
- Williams G. E., Dendy L. G., Hanson A. F. S., 1962: Screening sweet and hot peppers for resistance to *Verticillium wilt* resistance. *Can. J. Plant. Sci.*, 42: 515-520

Különböző fajtajellemzők felhasználási lehetősége a paprika nemesítésében

**Banat's University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Faculty of Horticulture, Ceia Aradului Nr. 119., 1900 Timisoara, Romania
madosaemil@yahoo.com**

Nyugat-Romániában a paprika termesztése nagyon népszerű. Hazai és külföldi fajtákat egyaránt termelnek. A helyi fajták teljesítőképességének mérésére 8 nem helyi fajtát (román, magyar és jugoszláv fajtákat) és 8 helyi fajtát (7 fajtát Arad és egy fajtát Temes megyéből) hasonlítottak össze. Mérték a fontosabb morfológiai jellemzőket, a betegség-ellenállóságot és összefüggést kerestek közöttük. Megállapították, hogy a helyi fajták nagyon variábilisak, a termés nagyobb és jobb a minősége. A helyi „de Barsa” és „de Aldesti” szárazanyag-tartalma lényegesen jobb a nem helyi fajtáknál. A morfológiai tulajdonságok közötti összefüggések felhasználhatók a nemesítésben. A szárazanyag-tartalom jól korrelál a növény hosszával, valamint a termés átmérője és a produktivitás a növényenkénti termésszámmal.

Utilisation of the productive resources of tomato hybride by arhitectural optimisation of the axial system and by fertilization

* University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Faculty of Horticulture, 119 Aradului Street, 1900, Timișoara, Romania

** S.C. Sere Curtici, Arad, Romania

Summary

Outstanding achievements of genetic engineering also had good results in truck farming by the development of extraordinary cultivars. We have in mind high-yielding and high-quality hybrids whose shape, colour and firmness place them as a valuable product. Using such hybrids needs a proper cultivation technology that can be limited by the constructive type of Romanian greenhouses. In this paper we present some elements of culture technology we have studied in order to clarify the effects they can have on tomato yielding-potential symptoms. One of them is the interaction between changing the leading axial system (one and two stems) and the fertilising system in use (classic or modernised by the use of Kemira-improved fertilisers).

Key words: cultivars, hybrids, yielding potential, technology, and system.

Introduction

Elaborating crop production technologies, together with other numerous technical and managerial measures specific to each culture require „basic decisions” between which establishing a seeding and a planting scheme is essential (Horgoș, A., H. Butnaru, 1998). There are preoccupations concerning the issue of plant architectural and morpho-physiological changes in relation with environmental factors in Horgoș (1998). Ever-changing literature, conjectural opportunities of better controlling newer vegetation factors ask for new solutions of cultivating leguminous species and particularly greenhouse species. In order to produce early tomatoes together with maintaining high-level yields we have looked for new methods of leading plants growth that solve these two requirements (Ungurean, 1972). Cultivating tomatoes in forced and protected cultures in our country is considered in relation to the following factors :

- the most favourable planting period from the point of view of saving a more and more expensive energy in comparison with stagnant if not decreasing prices;
- used cultivars from the point of view of quantitatively and qualitatively higher yields, competitive with similar imported merchandise;
- high or very high prices of cultivar seeds, inaccessible for most gardeners;
- using irrigation and fertilising systems with the help of modern machines, expensive but allowing modernised and cheaper culture technologies;

- profitable cultures through new technologies (improved, modernised) so long limited to the greenhouse constructive types in our country.

In order to solve at least part of these problems the aim of our research - that is part of a bigger research project - focused on the following:

- obtaining maximal, highly-qualitative, competitive yields with low production costs, in which reducing 1st cycle seeds costs with 50% is essential;
- eliminating the use of seeds for producing seedlings for the 2nd cycle (summer-winter);
- reducing costs for the 1st cycle (winter-summer or spring-summer) through a lesser crop density with 30-35% by modifying plant axial architectural system (leading vegetation plants on one or two stems);
- using a modern fertilising system (Kemira) with microelements complex soluble fertilisers for fertilising irrigation and foliar fertilising, and microelements complex fertilisers for basic, starter and phasical treatments: Cropcare 1-4, Ferticare S complex, Ferticare 1-3, KNO₃ and Ca(NO₃)₂.

Material and method

The experiment was carried out in the Curtici Greenhouses on a surface of 6 ha. The greenhouse constructive type is „Venlo”, a block greenhouse of 2 ha, with a bay opening of 3.2 ml. Heating is provided with geo-thermal water at a temperature of 55-60°C from wells drilled in the Curtici town area 15-20 years ago. The experiment aimed at monitoring the effects of the interaction between the main technical elements with a view to elaborating a basic technology of an improved cultivating of tomatoes in greenhouses with profitable yields.

Factor A – Vegetation leading system in order to modify plant axial architectural system:

- a₁ – plant vegetation leading on a single stem (unmodified axial system);
- a₂ – plant vegetation leading on two stems (main stem and a preflower plantlet - modified axial system).

Factor B – Fertilising system (basic and phasic fertilising):

- b₁ – classic fertilising - with simple, solid, binary or ternary chemical fertilisers;
- b₂ – fertilising with Kemira fertilisers (complex, soluble, microelements fertilisers for fertilising irrigation and foliar fertilising, and complex fertilisers for basic, starter and phasical microelements treatment).

The greenhouse in which we carried out our experiment has a dropping irrigation system of the Netafim (Israel) type and a sprinkler irrigation system (used only for maintaining relative moisture of the air).

Factor C – The hybrid.

- c₁ – Falcato F1 of the Dutch firm De Ruiter Seeds;
- c₂ – Thomas F1 of the Dutch firm Sluis & Groot, of the Novartis firm group (Switzerland).

The experiment was carried on after the randomised block method with four repetitions. We made some biometric measurements and phonologic observations concerning both yield elements separately relieved on the main stem and on the pre-floral plantlet (factor A) in correlation with factors B and C and yield quality by mentioning extra-quality in physical and percentual quantities. Settling the culture was done together with settling commercial tomato settling between February 23-25. The seedlings we used had 70 days with the first inflorescence in the floral bud phase. Clearing the culture was done during the third decade of July. We applied the same cultivation technology as for production greenhouses. Culture substratum used was the greenhouse soil, that needed to be fertilised with 40 t of semi-fermented manure administered on row-direction bands. We applied the planting system on

four rows per bay after the $40 + 80 + 80 + 80 + 40$ cm formula, with densities of 28000 plants/ha for the a_1 factor and 20000 plants/ha for the a_2 factor.

Results and discussion

Analysing Table 1 in which we show the results in the two hybrids (c_1 – Falcato F_1 and c_2 – Thomas F_1) in the two fertilising systems (b_1 – classic and b_2 – Kemira) in the one-stem vegetation system (a_1) we can see a greater variability in the number of fruit/plant with Falcato F_1 in both fertilising types and in both hybrids in the case of Kemira fertilising in the two-stem vegetation system. This is the same for fruit average weight and for plant and hectare average yields. The quantum of the extra and 1st quality yields is not an exception to the rule.

Table 1 offers the opportunity of analysing hybrid real yielding potential.

The results in the two-stem vegetation system (factor a_2) led us to the conclusion that the number of fruit in the case of Kemira fertilising is much superior both on the main stem and on the pre-floral plantlet, inversely proportional to the average yield per plant and per hectare. In both hybrids yields were higher with Kemira fertilising than with classical fertilising, with a special mention for Falcato F_1 . With Thomas F_1 we can mention extra and 1st quality increased yield with both fertilising systems.

Table 2 focuses on statistical data, specific to the variance analysis method, on the meaning of differences in yield compared on the ground of experimental factors interdependence.

Experimental factor unilateral analysis results in a lack of significance concerning yield differences between vegetation leading systems (a_1 and a_2 – one- and two-stems leading), while the yield difference between the Kemira fertilising type (b_2) and the classical one (b_1) is characterised as a very significant positive one, the yield difference in the same unilateral analysis of the factor C (hybrid) has the same signification, but a negative one. A first conclusion as a result of the unilateral analysis of the three factors is that of yields, Falcato hybrid average being bigger in the Kemira fertilising (b_2) no matter the vegetation leading system (a_1 or a_2).

There are also yield differentiations that are very significant, distinctly significant and positively or negatively significant in relation with the bi- or tri-factorial interaction.

Table 3 shows partial conclusions of the variance analysis method.

Conclusions

1. Biological value of hybrids Falcato F_1 and Thomas F_1 is undoubtedly a superior one, the argument being the extremely high yielding and qualitative potential for both vegetation leading system and Kemira fertilising system.
2. Kemira fertilising system in the case of both vegetation leading systems has a direct impact in comparison with classical fertilising system on superior high yields.
3. Differences in the level of yields as a result of the factors B and C for the vegetation leading system (factor A) is insignificant – only 3.1 t/ha in favour of factor a_2 .
4. Analysis of economic efficiency shows that:
 - cost level in the case of factor a_2 is lower than that of factor a_1 for the factor b_1 in comparison with b_2 for both hybrids (about 7%) as a result of lower costs with chemical fertilisers;
 - in the case of Kemira fertilising, the general cost level is higher both for the a_1 and a_2 factors, as an expression of higher costs with fertilisers, but lower for the factor a_2 due to the influence of reduced density (20000 plants/ha as compared to 28000 plants/ha), that is $a_2b_2 < a_1b_2$.

- profit is on the whole bigger in the case of the $a_2b_2c_1$ formula and for the $a_1b_2c_1$ and $a_2b_2c_2$ formulas;
- Kemira fertilising system during vegetation period is shown by the profit in the case of both hybrids as a result of the high level of yield and quality and of the income and reduced expenses due to the low seedling cost as an effect of reduced culture plant density.

References

- Ungurean, A., 1972: În screle cu tomate un mijloc eficient de influențare a timpurietății. Rev. Agricultură, nr. 1 (465), anul X, seria II.
- Horgoș, A., 1998: Contribuții privind adaptarea sistemului producției legumicole de seră în raport cu conjunctura energetică actuală. Teză de doctorat, U.S.A.M.V.B.Timișoara, 1998
- Horgoș, A., H. Butnaru, 1998: Modificarea sistemului axial al plantelor, mijloc de potențare a productivității hibridului de tomate Falcato, la Serele S.C. Alfar S.A. Arad, Sesiunea anuală de referate științifice, I.C.L.F. Vidra.

Table 1: Synthesis of experimental data

Factor A (vegetation feeding system)	Factor B (fertilising system)	Factor C (hybrid)	Fruit/plant average number	Fruit average weight (g/pc)		Fruit average weight (g/pc)		Extra and 1st quality yields	
						Kg/ plant	Kg/ha	Kg/ha	%
a ₁ - one-stem leading system (20,000 plants/ha)	b ₁ - classical fertilising	c ₁ -Falcato F ₁	40.7	128.4	5.144	144039	113929	79.1	
		c ₂ -Thomas F ₁	34.9	123.1	4.936	120260	97771	81.3	
		Factor c average for the a ₁ x b ₁ combination	37.8	124.8	4.72	132146	105860	80.1	
		c ₁ -Falcato F ₁	42.7	135.9	5.803	162484	136812	84.2	
		c ₂ -Thomas F ₁	40.6	133.4	5.418	151648	135725	89.5	
	b ₂ - Kemira fertilising	Factor c average for the a ₁ x b ₂ combination	41.7	134.7	5.61	157068	136289	88.8	
		Factor c average for the factor a ₁	39.6	129.8	5.165	144808	121060	83.7	
		Shoot	37.7	148.7	5.606	112120	83701	74.7	
		Shoot	11.7	150	1.755	35100	26922	82.4	
		Total	49.4	149	7.361	147220	118523	78.5	
a ₁ - two-stem leading system (main stem + pre- floral shoot) (20,000 plants/ha)	b ₁ - classical fertilising	c ₁ -Falcato F ₁	36.2	142.1	5.002	100040	75113	75.1	
		Shoot	12	142.9	1.715	34300	28007	86	
		c ₂ -Thomas F ₁	47.2	142.3	6.717	134340	104830	78.1	
		Factor c average for the a ₁ x b ₁ combination	38.5	145.4	5.304	108080	79407	74.9	
		Shoot	11.8	146.5	1.735	34700	29365	84.8	
	b ₂ - Kemira fertilising	Total	48.3	145.8	7.039	140780	108772	77.3	
		Shoot	40.7	122.2	4.974	99480	79605	60.2	
		Shoot	23.7	128.8	3.048	60880	54803	89.9	
		Total	64.4	124.5	8.022	160440	134609	83.9	
		Shoot	40.7	136.9	5.572	111440	97655	87.6	
a ₁ - two-stem leading system (main stem + pre- floral shoot) (20,000 plants/ha)	b ₁ - classical fertilising	Shoot	14.4	123.1	1.861	37200	34652	83.1	
		Total	56.1	134.9	7.433	148880	132007	89	
	b ₂ - Kemira fertilising	Factor c average for the a ₁ x b ₂ combination	40.7	129.6	5.273	105480	88731	84.1	
		Shoot	19.1	126.9	2.465	49390	44726	91.1	
		Total	59.8	128.7	7.738	154850	133459	86.4	
a ₁ - two-stem leading system (main stem + pre- floral shoot) (20,000 plants/ha)	b ₂ - Kemira fertilising	Shoot	38.6	137.5	5.269	105770	84039	79.5	
		Shoot	15.5	137.7	2.086	41865	37047	88.4	
		Total	54.1	137.6	7.354	147635	121116	82	

Table 2: Economical efficiency of tomato crop concerning plant axial architectural modification and proper fertilising, in the 1st cycle (spring-summer) in heated greenhouses

	Factor A – vegetation leading system							
	a ₁ – one-stem leading (28,000 plants/ha)				a ₂ – two-stem leading (20,000 plants/ha)			
	Factor B – fertilising system							
	b ₁ – classical fertilising		b ₂ – Kemira fertilising		b ₁ – classical fertilising		b ₂ – Kemira fertilising	
	c ₁ -Falcato F ₁	c ₂ -Thomas F ₁	c ₁ -Falcato F ₁	c ₂ -Thomas F ₁	c ₁ -Falcato F ₁	c ₂ -Thomas F ₁	c ₁ -Falcato F ₁	c ₂ -Thomas F ₁
Average yield kg/ha d.c.	144032	120260	162484	151648	147220	134340	160440	148660
Extra and 1 st quality	113929	97771	136812	135725	112623	104920	134609	132307
2 nd quality	30103	22489	25672	15923	34597	29420	25831	16363
Income (thousands of ROL/ha)	1319900	1112644	1522152	1452788	1333812	1225720	1501076	1421188
Costs (thousands of ROL/ha)	816000	788000	896000	868000	760000	740000	840000	820000
Profit (thousands of ROL/ha)	503900	324644	626152	584788	573812	485720	661076	601188

Note:

- 1 plantlet Falcato = 7,000 ROL (of which 3,000 ROL/seed)
- 1 plantlet Thomas = 6,000 ROL (of which 2,000 ROL/seed)
- 1 ha classical fertilising = 40,000,000 ROL
- 1 ha Kemira fertilising = 120,000,000 ROL
- 1 ha thermal-water heated greenhouse = 350,000 ROL (39.1-47.3%)
- 10,000 ROL/ha extra and 1st quality tomatoes; 6,000 ROL/kg 2nd quality tomatoes.

Table 3: Unilateral and combined analysis of experimental factors

Variant	Yield (t/ha)	Relative yield (%)	Difference ($\pm$ t/ha)	Difference significance
Unilateral analysis of factor A				
a_2-a_1	147,65-144,60	102,11	3,05	**
DL 5% = 5,977		DL 1% = 10,976	DL 0,1% = 24,321	
Unilateral analysis of factor B				
b_2-b_1	155,80-136,45	114,18	19,35	***
DL 5% = 2,335		DL 1% = 3,535	DL 0,1% = 5,680	
Unilateral analysis of factor C				
c_2-c_1	138,725-153,525	90,36	-14,80	000
DL 5% = 2,433		DL 1% = 3,416	DL 0,1% = 4,822	
Comparison of two A averages for the same B graduation				
$a_2b_1-a_1b_1$	140,75-132,15	106,51	8,60	*
$a_2b_2-a_1b_2$	154,55-157,05	98,41	-2,50	-
$a_2b_2-a_1b_1$	154,55-132,15	116,95	22,40	**
DL 5% = 6,387		DL 1% = 11,389	DL 0,1% = 24,261	
Comparison of two B averages for the same A graduation				
$a_1b_2-a_1b_1$	157,05-132,15	118,84	24,90	***
$a_2b_2-a_2b_1$	154,55-140,75	109,80	13,80	***
DL 5% = 3,302		DL 1% = 5,000	DL 0,1% = 8,032	
Comparison of two C averages for the same A graduation				
$a_1c_2-a_1c_1$	135,95-153,25	88,71	-17,30	000
$a_2c_2-a_2c_1$	141,50-153,80	92,00	-12,30	000
DL 5% = 3,441		DL 1% = 4,830	DL 0,1% = 6,819	
Comparison of two C averages for the same B graduation				
$b_1c_2-b_1c_1$	127,30-145,60	87,43	-18,30	000
$b_2c_2-b_2c_1$	150,15-161,45	93,00	-11,30	000
DL 5% = 3,44		DL 1% = 4,83	DL 0,1% = 6,82	
Comparison of two B averages for the same C graduation				
$b_2c_1-b_1c_1$	161,45-145,60	110,89	15,85	***
$b_2c_2-b_1c_2$	150,15-127,30	117,95	22,85	***
$b_2c_2-b_1c_1$	150,15-145,60	103,13	4,55	*
DL 5% = 3,367		DL 1% = 4,893	DL 0,1% = 7,355	
Comparison of two A averages for the same C graduation				
$a_2c_1-a_1c_1$	153,80-153,25	100,36	0,55	-
$a_2c_2-a_1c_2$	141,50-135,95	104,08	5,55	-
$a_2c_2-a_1c_1$	141,50-153,25	92,33	-11,75	00
DL 5% = 6,381		DL 1% = 11,182	DL 0,1% = 23,374	
Comparison of two C averages for the same A and B graduation				
$a_1b_1c_2-a_1b_1c_1$	120,30-144,00	83,54	-23,70	000
$a_1b_2c_2-a_1b_2c_1$	151,60-162,50	93,29	-10,90	000
$a_2b_1c_2-a_2b_1c_1$	134,30-147,20	91,24	-12,90	000
$a_2b_2c_2-a_2b_2c_1$	148,70-160,40	92,71	-11,70	000
DL 5% = 4,867		DL 1% = 6,831	DL 0,1% = 9,644	

Comparison of two B averages for the same A and C graduation				
$a_1b_2c_1 - a_1b_1c_1$	162,50-144,60	112,85	18,50	***
$a_2b_2c_2 - a_2b_1c_2$	148,70-134,30	110,72	14,40	***
DL 5% = 4,76		DL 1% = 6,92	DL 0,1% = 10,40	
Comparison of two A averages for the same B and C graduation				
$a_2b_1c_1 - a_1b_1c_1$	147,20-144,00	102,22	3,20	-
$a_2b_1c_2 - a_1b_1c_2$	134,30-120,30	111,64	14,00	**
$a_2b_2c_1 - a_1b_2c_1$	160,40-162,50	98,71	-2,10	-
$a_2b_2c_2 - a_1b_2c_2$	148,70-151,60	98,09	-2,90	-
DL 5% = 7,17		DL 1% = 12,01	DL 0,1% = 23,51	

Összefoglalás

Horgoş, A.*, T. Bulboacă**, Doina Oglejan*

Paradicsom-hibridek termőképességének fokozása a termőfelület alakításával és a metszés optimalizálásával

* University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Faculty of Horticulture, 119 Aradului Street, 1900, Timișoara, Romania

** S.C. Sere Curtici, Arad, Romania

A génsebészeti eredmények már érvényesülnek a termesztésben, mert a nemesítők kiváló fajtákat állítottak elő. Azokra a nagy termőképességű és kiváló minőségű fajtákra gondolunk, melyeket alakjuk, színük és termőképességük alapján a csúcson mondhatunk. Ezeknek a hibrideknek a használata azonban megfelelő termesztéstechnikát igényel, amit azonban a romániai üvegház típusok konstrukciója behatárol.

Dolgozatunkban a termesztéstechnológia néhány elemét mutatjuk be, melyeknél a paradicsom termőképességére gyakorolt hatását vizsgáltuk.

Ezek egyike a főhajtás alakítása (1 vagy 2 szálasra nevelés) és a tápanyag-ellátási rendszer (hagyományos, illetve modern Kemira műtrágyák) között van.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.