

Mikronährstoffgehalte westanatolischer Böden außerhalb der Küstenregion

**Micronutrient content of soils from Western Anatolia
outside the coastal area**

Von Idris Kovanci *), Hüsseyin Hakerlerler *) und Werner Höfner **)

1. Einleitung

Die Frage einer ausreichenden Mikronährstoffversorgung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen gewinnt mit steigendem Ertragsniveau und damit verbundenen höheren Nährstoffentzügen auch in der Türkei zunehmend an Bedeutung. Das bestätigen u. a. mehrere Untersuchungen über Zink, dessen Pflanzenverfügbarkeit durch hohe CaCO_3 - und P-Gehalte der Böden stark beeinflusst wird (2, 4, 13, 16, 17, 21). Über pflanzenverfügbares Mangan liegen Ergebnisse aus dem Schwarzmeergebiet (3) und dem Mittelmeerraum (18) vor und auch Bor wurde in 20 verschiedenen türkischen Böden bestimmt (9). Vereinzelt wurde auch die Fe-Versorgung von Citrusanlagen studiert (12, 16).

Für die Beurteilung des im Boden vorliegenden Mikronährstoffpotentials ist aber neben dem Studium bestimmter Versorgungsprobleme vor allem eine möglichst große Anzahl von Bodenuntersuchungen erforderlich, die neben den Mikronährstoffgehalten weitere für die einzelnen Bodentypen charakteristische Daten miterfassen. Nur so können bestehende Wechselwirkungen erkannt und Aussagen sowohl über den Versorgungsgrad der Böden, wie über die Pflanzenverfügbarkeit bodenbürtiger oder durch die Düngung zugeführter Nährstoffe gemacht werden.

In jüngster Zeit wurden Untersuchungen dieser Art an den teilweise sehr intensiv genutzten Böden der Regionen Adana (19) und Izmir (1, 10, 11) durchgeführt.

*) Doc. Dr. I. Kovanci und Dr. Hakerlerler, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki-besleme Kürsüsü, Bornova-Izmir, Türkei.

***) Prof. Dr. W. Höfner, Institut für Pflanzenernährung der Justus-Liebig-Universität Gießen.

Anschrift: Südanlage 6, D—6300 Gießen

Auch die nachstehend beschriebenen Untersuchungen erfolgten unter diesem Aspekt. Es wurden Böden des westanatolischen Gebiets außerhalb der Küstenregion analysiert, von denen bisher kaum Angaben über Mikronährstoffgehalte vorliegen.

2. Untersuchungen und Methodik

In luftgetrockneten Bodenproben aus 0–25 cm Tiefe, von 118 verschiedenen Standorten Westanatoliens (Abb. 1) wurden nach Siebung auf 2 mm bestimmt: pH-Wert (Pastenmethode nach Jackson, 8); CaCO_3 -Gehalt nach



Abb. 1: Orte der Probenahmen in Westanatolien

Scheibler (7); Korngrößenzusammensetzung (Schlamm-analyse nach Bouyoucos, 5), die Mikronährstoffe Fe, Zn, Mn und Cu nach Extraktion mittels 1 n Ammonzetat, pH 4,8 (15) mittels AAS.

Die 118 untersuchten Bodenproben umfaßten

- 11 lehmige Sandböden
- 45 sandige Lehmböden
- 42 Lehmböden
- 20 schwere Lehmböden

Aus den Analysendaten wurden die Mittelwerte der Variablen und die linearen Korrelationen zwischen jeder der Variablen errechnet.

3. Ergebnisse

In Tabelle 1 sind unter a) die Mittelwerte und ihre Standardabweichungen der Variablen aller 118 Böden aufgeführt, unter b) nur die der 56 lehmigen Sand- und sandigen Lehmböden. Alle Böden weisen danach pH-Werte über 7 mit nur geringen Schwankungen auf, außerdem Ca-CO₃-Gehalte von über 10%, die aber stark schwanken, ebenso wie die Gehalte an ammonzetatlöslichem Fe (7,81 ppm), Zn (5,05 ppm), Mn (32,93 ppm) und Cu (0,77 ppm).

Die nur auf leichtere Böden beschränkte Auswertung ergab gegenüber der mit der Gesamtzahl aller Böden durchgeführten keine einschneidenden Verände-

Tabelle 1: Analysendaten westanatolischer Böden.
Mittelwerte und Standardabweichungen aller Variablen.

ph	CaCO ₃ %	Sand %	Ton %	Schluff %	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm	Cu ppm
a) 118 Böden								
7,69	13,48	49,92	12,61	37,84	7,81	5,05	32,93	0,77
± 0,38	± 14,18	± 15,00	± 8,17	± 12,27	± 19,75	± 3,69	± 29,64	± 1,06
b) 56 IS- und sL-Böden								
7,61	11,44	61,86	7,63	30,58	10,06	6,07	30,07	0,87
± 0,48	± 15,06	± 10,25	± 4,54	± 8,15	± 28,38	± 3,59	± 21,85	± 1,46

rungen. Die Fe-, Zn- und Cu-Gehalte lagen etwa 10–20% höher, die Mn-Gehalte etwa 10% niedriger als bei Berücksichtigung aller Böden.

Die Korrelationsrechnung für die Analysendaten aller Böden führte zu den Ergebnissen in Tabelle 2, für die der 56 lehmigen Sand- und sandigen Lehmböden zu den Werten in Tabelle 3.

Tabelle 2: Korrelationskoeffizienten der Beziehungen zwischen ammoniazetatlöslichen Mikronährstoffen und Bodeneigenschaften.
(118 Böden)

	Fe	Zn	Mn	Cu
pH	0,2026 *	−0,2821 **	—	—
CaCO ₃	—	−0,1829	—	—
Sand	—	0,3516 ***	—	—
Ton	—	−0,3836 ***	—	—
Schluff	—	—	—	—
Fe	—	—	0,1842 *	—
Zn	—	—	0,2595 **	—
Mn	0,1842 *	0,2595 **	—	—
Cu	—	—	—	—

Tabelle 3: Korrelationskoeffizienten der Beziehungen zwischen ammoniazetatlöslichen Mikronährstoffen und Bodeneigenschaften.
(56 IS- und sL-Böden)

	Fe	Zn	Mn	Cu
pH	—	−0,3016 *	—	—
CaCO ₃	—	—	—	—
Sand	—	0,3405 **	—	—
Ton	—	−0,2860 *	—	—
Schluff	—	—	—	—
Fe	—	—	0,2555 *	—
Zn	—	—	0,4057 ***	—
Mn	0,2555 *	0,4057 ***	—	—
Cu	—	—	—	—

Hochsignifikante, positive Beziehungen bestehen danach nur zwischen dem Zn- und dem Sandgehalt, negative zwischen Zn- und Tongehalt des Bodens.

Signifikant ist auch die negative Korrelation von pH-Wert des Bodens und Zn-Gehalt, nur schwach ausgeprägt dagegen die zwischen CaCO_3 - und Zn-Gehalt. Eine gesicherte positive Beziehung ergibt sich zwischen Zn- und Mn-Gehalt, nur schwach gesichert eine solche zwischen Fe- und Mn-Gehalt sowie zwischen Fe-Gehalt und pH-Wert.

Durch Beschränkung der Korrelationsrechnung auf die Analysendaten der lehmigen Sand- und sandigen Lehmböden (Tab. 3) bleibt für den Fe-Gehalt nur eine schwach ausgeprägte positive Beziehung zum Mn-Gehalt bestehen; die negative Korrelation zwischen Zn-Gehalt und pH-Wert bzw. Ton-Gehalt des Bodens ist nur noch schwach signifikant, die positive Korrelation zwischen Zn- und Sandgehalt nur noch signifikant. Deutlicher tritt dagegen die Korrelation zwischen Zn- und Mn-Gehalt in Erscheinung.

4. Diskussion

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Ermittlung des Mikronährstoffversorgungsgrades einer möglichst großen Anzahl westanatolischer Böden. Die Beschränkung der Untersuchungen auf die oberste Bodenschicht schien berechtigt, weil Untersuchungen über die Verteilung der Mikronährstoffe im Bodenprofil in den meisten Fällen die höchsten Gehalte im obersten Horizont ergeben hatten (1, 19), so daß diese Gehalte als Kriterium der Mikronährstoffverfügbarkeit dienen können.

Der mittlere Fe-Gehalt der westanatolischen Böden (Tab. 1) liegt mit 7,8 ppm Fe erheblich unter dem der Alluvialböden der Izmir-Region mit 78 ppm Fe (11), was vermutlich auch eine Folge der unterschiedlichen Extraktionsmittel ist. Während die Alluvialböden mit 0,1 n HCl extrahiert wurden, erfolgte die Extraktion der karbonathaltigen Versuchsböden der vorliegenden Arbeit mit 1 n Ammonazetat, pH 4,8, das nach Olson (15) gerade auf diesen Böden besonders zur Erfassung des pflanzenverfügbaren Eisens geeignet sein soll. Der Fe-Gehalt von 7,8 ppm liegt in einem Bereich, der mit derselben Methodik auch auf Alluvialböden als ausreichend für ein normales Pflanzenwachstum ermittelt wurde (12).

Die mittleren Zn-, Mn- und Cu-Gehalte (Tab. 1) stimmen mit den von anderen Autoren mittels HCl-Extraktion gewonnenen Ergebnissen überein (3, 10, 11, 19) und liefern in Übereinstimmung mit diesen Autoren keinen Hinweis auf einen unzureichenden Gehalt an pflanzenverfügbaren Mikronährstoffen (Fe, Zn, Mn, Cu) in den westanatolischen Böden. Da hier nur die Mittelwerte berücksichtigt wurden, ist das Auftreten eines Mangels im Einzelfall natürlich nicht ausgeschlossen.

Die schwach signifikante positive Korrelation zwischen pH-Wert und Fe-Gehalt (Tab. 2), die ähnlich auch in Alluvialböden auftrat (11), bleibt bei

Beschränkung der statistischen Auswertung auf die lehmigen Sand- und sandigen Lehmböden nicht bestehen (Tab. 3). Sie scheint danach mehr durch den Tongehalt als durch den pH-Wert bzw. CaCO_3 -Gehalt der Böden bedingt zu sein, wie früher von uns vermutet worden war (11).

Auffälligstes Ergebnis der vorliegenden Untersuchung sind die signifikanten negativen Korrelationen zwischen Zn-Gehalt und pH-Wert bzw. CaCO_3 - und Tongehalt und eine positive Korrelation zwischen Zn-Gehalt und Sandanteil des Bodens (Tab. 2). Da sich letztere Beziehung auch für Mn ergibt, kann auf ein Zn- und Mn-reiches Ausgangsgestein für den Sandanteil des Bodens geschlossen werden. Die Abhängigkeit der Zn-Verfügbarkeit vom pH-Wert und CaCO_3 -Gehalt des Bodens bestätigt zahlreiche frühere Ergebnisse, die hohe pH-Werte stets als Ursache des Zinkmangels erwiesen haben (6, 12, 14, 20).

Sie wurde auch in den Böden des Adanagebiets beobachtet, in denen Tamci (19) ebenfalls eine positive Korrelation zwischen Zn- und Sandgehalt ermittelte. Daß bei anderen Untersuchungen (16) mit türkischem Boden Zn-Mangel verstärkt bei niedrigeren pH-Werten auftrat, muß nicht im Widerspruch zu den vorliegenden Ergebnissen stehen, da es sich dort um Böden aus Citrusanlagen im Bewässerungsgebiet handelte, für die besondere Bedingungen berücksichtigt werden müssen. Auf den nicht-kalkhaltigen Böden der Izmir-Region wurde bei einem mittleren pH-Wert von 5,99 sogar eine positive Korrelation zwischen Zn-Gehalt und pH-Wert gefunden (11).

5. Zusammenfassung

In 118 westanatolischen Böden wurden die Gehalte an pflanzenverfügbarem (= 1 n ammonazetatlöslichem) Fe, Zn, Mn und Cu bestimmt.

Aus den Analysendaten wurden Korrelationen zwischen den Mikronährstoffgehalten einerseits und den Bodencharakteristika pH, CaCO_3 -Gehalt, Sand-, Ton- und Schluffgehalt errechnet. Der Gehalt an löslichem Zn war negativ mit pH-Wert, CaCO_3 - und Tongehalt der Böden korreliert.

Eine positive Beziehung bestand zwischen Zn- und Sandgehalt, ebenso zwischen Mn- und Sandgehalt der Böden.

In der Gesamtheit der Böden bestand auch eine schwach signifikante, positive Beziehung zwischen pH-Wert und Fe-Gehalt, die aber bei den leichteren Böden allein nicht auftrat.

Die mittleren Gehalte an ammonazetatlöslichem Fe, Zn, Mn und Cu deuten auf eine ausreichende Pflanzenverfügbarkeit dieser Mikronährstoffe in den untersuchten Böden hin.

Summary

In 118 soils from Western Anatolia the concentration of Fe, Zn, Mn and Cu soluble in 1 n ammonazetate was determined.

Based on the results of analysis, correlations between micronutrient contents of the soil and soil characteristics (pH, percentage of CaCO₃, sand, clay and silt) were calculated.

The mean value of soluble zinc was negative correlated to pH-value, CaCO₃ and clay content of the soils.

A positive correlation existed between zinc concentration and percentage of sand in the soil. The same was true for Mn.

Considering all soils the Fe content was positive correlated to the pH value, which could not be revealed with the sandy soils.

The mean concentrations of Fe, Zn, Mn and Cu suggest a sufficient availability of these micronutrients in the soils investigated.

Literaturverzeichnis

1. ALTINBAS, Ü., SAATCI, F., 1977: Izmir ili ve cevresi bazi büyük toprak gruplarında iz elementleri (Fe, Zn, Cu, Mn) ve bunların profil boyunca dagilimleri. E. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 14, Sayı 3, 363—390.
2. AHMET, F., 1976: Relationship between plant extractable zinc and soil zinc in calcareous soils. Geoderma 16, 71—75.
3. AKSOY, T., 1974: Dörtüol. D.Ü.C. turuncgiller isletmesinde portakallarda görütem cinko noksanliginin fosfor ila iliskisi üzerinde bir arastirma. Habilitationsschrift A. Ü. Ziraat Fakültesi.
4. AYDENIZ, A., 1970: Influence of CaCO₃ on the effect of zinc on P and K contents and uptakes of corn plant. A. Ü. Yearbook of the Fac. of Agriculture 19—40.
5. BOUYOUCOS, G., 1962: Hydrometer methode improved for making particle size analysis of soils. Agronomy Journal Vol. 54, 464—465.
6. BUSS, G. R.; LUTZ jr. J. A.; HAWKINS, G. W., 1975: Effect of soil pH and plant genotype on element concentration and uptake by alfalfa. Crop Science 15, 614—617.
7. CAGLAR, K. Ö., 1949: Toprak bilgisi. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayinlari Sayı 10, 231—234, 1949.
8. JACKSON, M. L., 1962: Soil chemical analysis. Prentice Hall Inc. Eagle Wood Cliffe, N. J. p. 27.

9. KACAR, B.; FOX, R. L.; RHOADES, H. F., 1967: Misir bitkisinin cinko alimi üzerine gecmiste yapılan cinko ve fosfor gübrelemesi etkisi. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yilligi (1), 1—9.
10. KOVANCI, I.; MEMON, A. R., 1976: Mineralogical composition of some alluvial soils of Izmir region and its relation with the adsorption of micronutrients. Bitki, Cilt, 3, Sayı 1.
11. KOVANCI, I.; MEMON, A. R., 1978: Available micronutrient status of some alluvial soils of Izmir region. E. Ü. Ziraat Fakültesi Yayinlari No. 337.
12. KOVANCI, I.; HAKERLERLER, H.; HÖFNER, W., 1978: Ursachen der Chlorosen an Mandarinen (*Citrus reticulata* Blanco) der ägäischen Region. Plant and Soil, 50, 193—205.
13. LINDSAY, W. L., 1972: Zinc in soils and plant nutrition. In: Advances in Agronomy 24, 147—186, ed. N. C. BRADY, Academic Press Inc., New York.
14. MELTON, J. R.; ELLIS, B. G.; DOLL, E. C., 1970: Zinc, phosphorous and lime interactions with yield and zinc uptake by *Phaseolus vulgaris*. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34, 91—93.
15. OLSON, R. V., 1947: Iron solubility in soils as affected by pH and free iron oxide content. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 12, 153—157.
16. ÖZBEK, N., 1969: Akdeniz turuncgiller bölgesinde portakal bahçelerinde ortaya cikan mikro besin maddeleri, noksanliklarinin teshisi. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yilligi 19, Fas. 4, 851—879.
17. ÖZBEK, N.; AKSOY, T., 1971: Trakya bölgesinde misir ziraati yapılan topraklarin alinabilir cinko muhtevalari üzerinde bir arastirma. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yilligi 20, 435—436.
18. ÖZBEK, N.; ÖTSAN, M.; DANISMAN, S., 1977: Akdeniz bölgesinde yetistirilen önemli Limon cesitlerinde görülen mikro besin maddelerinin teshisi ve giderilmesi. TÜBİTAK Yayinlari Nr. 330, Seri No. 58, 20.
19. TAMCI, M., 1978: Dogu Akdeniz bölgesi bazi toprak serilerinden mikroelement (Bor, Mangan, Bakir, Cinko) durumu ve bu elementlerin toprak özellikleriyle miskileri üzerinde. Bir arastirma. Cukurova Univ. Ziraat Fakültesi Adana, Habilitationsschrift 1978.
20. WEAR, J. I., 1956: Effect of soil pH and calcium on uptake of zinc by plants. Soil Sci. 81, 311—315.
21. ZABUNOGLU, S., 1973: Carsamba ovasi topraklarinin alinabilir, cinko durumlari üzerinde bir arastirma. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yilligi 326—339, 1973.