

DIE ROLLE DES SONNENLICHTES IN DER BEKÄMPFUNG DES IN DEN REISBÖDEN ENTSTEHENDEN H₂S

Von

R. VAMOS* und M. ANDÓ**

(Pflanzenphysiologisches* und Klimatologisches** Institut der Universität
Szeged, Ungarn)

(Eingegangen am 1. November, 1958)

In Ungarn wird Reisbau hauptsächlich entlang der *Tisza* und ihrer Nebenflüsse auf Alkali- (»szik«) und Wiesenböden getrieben. Auf den Gebieten längs der *Donau* macht der Reisbau nur langsame Fortschritte, da dieser Boden lockerer ist und das Wasser leicht durchlässt. Aus diesem Grunde gestaltet sich hier die Reiswirtschaft viel kostspieliger als in den Gegenden längs der *Tisza*. Hier ist allerdings der Erfolg des Reisbaus weitgehend gefährdet durch die »bruzone«-Krankheit (»browning disease«, »aki ochi«), welche der ungarischen Volkswirtschaft allein in den Jahren 1954 und 1955 einen Schaden von rund 1,5 Milliarden Forint zugefügt hat. Die Einführung erfolgreicher Schutzmassnahmen erfordert zwar unbedingt die Aufdeckung der Krankheitsursache, wichtig ist aber auch die Beleuchtung der begünstigenden bzw. der den Ausbruch der Krankheit verhütenden Faktoren.

In Verbindung mit dem Auftreten der Krankheit ist bekannt, dass Schädigungen nur bei ungünstigen Witterungseinflüssen erfolgen und sich auf bestimmte Bodentypen beschränken. Die zu Krankheiten neigenden Böden Ungarns sind u. a. von FRANK (7), SÍK (23, 24), PRETTENHOFFER, SOMORJAI und KERTÉSZ (19) untersucht worden, welche Autoren auch die Rolle der Witterung betonen. Das Mikroklima der Reisfelder hat WAGNER (31) studiert. SAITO (22) stellte Zusammenhänge zwischen der NH₄-, SiO₂-, K-, Mg-, Ca- und PO₄-Aufnahme der Reispflanze und der Menge des Sonnenlichtes fest. Zur weiteren Beleuchtung der Rolle schlechter Witterungsverhältnisse, vor allem des Mangels an Sonnenschein, haben wir neuere Untersuchungen angestellt, Daten gesammelt und sind dabei zu folgenden Ergebnissen gekommen.

Ergebnisse

An den auf dem kalkhaltigen Geschiebe der *Donau* entstandenen Böden ist die Krankheit selbst in Jahren mit schlechter Witterung nicht beobachtet worden, und auch in den ebenfalls auf dem Überschwemmungsgebiet der *Donau* befindlichen Reisplantagen der südlichen Slowakei ist sie unbekannt.

Es kann wohl vorkommen, dass bei ungünstigen Witterungsverhältnissen die Ernte nicht vollkommen reif wird, aber die »bruzone«-Krankheit ist dort bisher nicht aufgetreten.

Demgegenüber machen die Böden entlang der *Tisza* die Reispflanzungen mehr oder weniger empfänglich für die Krankheit, aber nur wenn schlechte Witterung herrscht. Die Verbreitung der Krankheit weist demnach darauf hin, dass die ungünstige Witterung an sich als ätiologischer Faktor nicht in Frage kommt. Es können sich nämlich in den etwa 60—70 km von einander entfernt liegenden, der gleichen klimatischen Zone angehörenden, krankheitsempfindlichen und absolut nicht empfindlichen Reisfeldern der ungarischen Tiefebene (3) keine so abweichenden klimatischen Unterschiede herausbilden, die das systematische Erscheinen oder Ausbleiben der Krankheit rechtfertigen könnten. Die Wahrscheinlichkeit dieser Annahme wird unterstützt durch die Daten der 1. Abbildung über die Sonnenschein- und Temperaturverhältnisse des Jahres 1955 auf den Reisfeldern entlang der *Donau* und des linken *Tisza*-Ufers. Auf die südliche Slowakei haben wir in Ermangelung von Angaben die Daten von *Magyaróvár* bezogen. Aus den Abbildungen geht hervor, dass in dem für die Reisernte katastrophalen Jahre 1955 nur bezüglich des Gehaltes an Sonnenschein geringgradigere Abweichungen bestanden, in der Temperatur aber nicht.

Bei der Erforschung der Rolle der Witterung sind folgende Beobachtungen von Bedeutung. Im Bewässerungssystem der *Tisza* wurde verschiedentlich

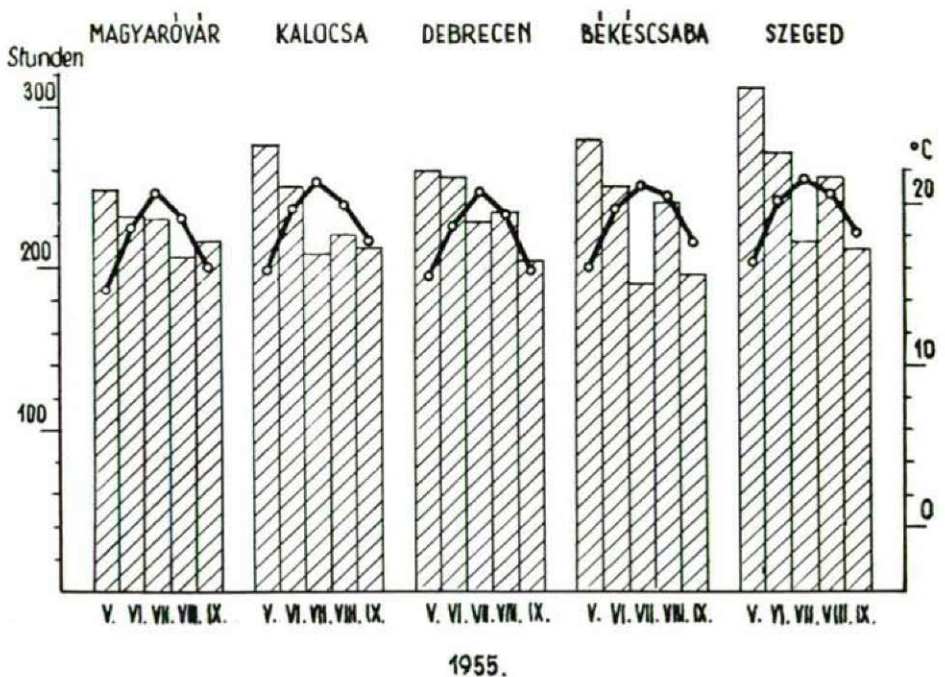


Abb. 1.: Radiationsdauer und durchschnittliche Monatstemperaturen während der Vegetationsperiode im Jahre 1955.

beobachtet, dass die kranken und gesunden Vegetationsbestände innerhalb ein und derselben Ackerfläche durch eine gerade Linie voneinander gesondert sind (7). Diese Wahrnehmung wurde besonders häufig zur Zeit der Einführung des betriebsmässigen Reisanbaus gemacht und spricht ebenfalls gegen die sogenannte »meteorologische Theorie« der Krankheit (6, 7).

Die obigen Feststellungen legen also die Vermutung nahe, dass die ungünstigen klimatischen Verhältnisse an sich nicht die primäre Ursache für die »bruzone«-Krankheit sein können.

2. Gegenüber dem Überschwemmungsgelände der *Donau* ist es im Bewässerungssystem der *Tisza* heute bereits eine allgemein bekannte Erfahrung, dass kühles, besonders aber bewölktetes Wetter das Erscheinen der Krankheit nach sich ziehen kann, während bei warmem, sonnigem Wetter die Krankheit auch dann ausblieb, wenn alle übrigen anfällig machenden Faktoren, darunter Reichtum an organischen Stoffen und Stickstoff, zugegen waren. Die Erfahrungen zeigen ferner, dass sich bei günstiger Witterung gerade die als anfällig bekannten Parzellen durch einen hohen Ernteertrag hervortraten. Ein gutes Beispiel hierfür ist die *Vajda*-sche Produktions-Genossenschaft bei Ó-Földeák, wo die »bruzone« 1955 von vernichtender Wirkung war, während in den folgenden Jahren die Durchschnittsernte rund 60 q/Hektar betrug.

Hieraus ergibt sich, dass — wenn das schlechte Wetter auch nicht gerade die unmittelbare Ursache für das Auftreten der Krankheit ist — es doch als ein begünstigender Hauptfaktor für die prädestinierten Ackerböden gelten kann, der der unmittelbaren Ursache zum Durchbruch verhilft bzw. die Abwehr der Pflanzen verhindert. Die obigen Feststellungen deuten auch darauf hin, dass der unmittelbare Erreger im Boden bzw. unter den im überschwemmten Boden sich bildenden Produkten zu suchen ist.

Die chemischen und biologischen Prozesse der unter Wasser stehenden Ackerböden sind von verschiedenen Autoren (7, 16, 19, 20, 26, 27, 28, 29, 30)

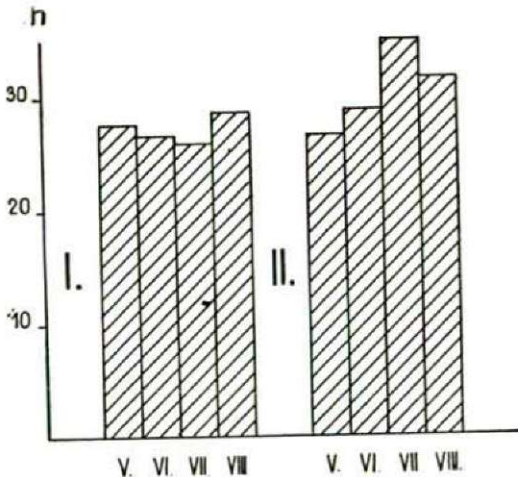


Abb. 3.: Radiationsmittelwerte in Jahren mit (I.) und ohne »bruzone«-Erkrankungen (II.) in Szeged.

untersucht worden. Diese Studien, d. h. die Suche nach der eigentlichen Krankheitsursache, haben zu dem als Ergebnis der bodenkundlichen Vorgänge entstehenden Schwefelwasserstoff geführt. Der Schwefelwasserstoff kann das Zugrundegehen der Wurzeln verursachen und damit unmittelbar die Wasser- und Nährstoffaufnahme verhindern. Unseren Untersuchungen zufolge erweist sich der molekulare Schwefelwasserstoff als toxischer, denn die SH-Ionen. Dieses Bodengift entsteht als Ergebnis der ineinandergreifenden Tätigkeit verschiedener nicht-parasitärer Bakterien und die Entfaltung seiner schädigenden Wirkung wird durch mehrere Faktoren begünstigt. Mehrjährige Erfahrungen haben gezeigt, dass einer der wichtigsten dieser Faktoren die ungünstige Witterung ist.

Zum Beweise der Richtigkeit dieser Hypothese haben wir Vergleiche bezüglich der Sonnen- und Temperaturverhältnisse der letzten zehn Jahre (1948—1958) von Szeged (Universitätsware) angestellt (Abb. 2).

Wie aus der Abbildung erhellt, waren in den Jahren der »bruzone«-Schäden (1949, 1954, 1955) bedeutend weniger Sonnenschein und viel niedrigere Temperaturen zu verzeichnen, als in den Jahren ohne »bruzone«-Schaden (1948, 1950, 1951, 1952, 1956, 1957, 1958). *Abbildung 3* bringt ebenfalls einen Vergleich der in Szeged in den Jahren mit und ohne »bruzone« gemessenen Sonnenlicht-Werte und macht die obigen Feststellungen noch augenfälliger.

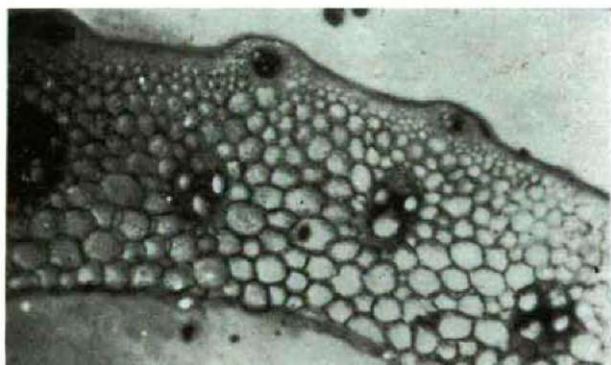


Abb. 4.: Gewebsbräune im Folge der absorbierten -SH-Ionen.

Es wurde festgestellt, dass die Sonnenscheinmenge auch auf die Gestaltung der pH-Werte des Berieselungswassers von Einfluss ist. Im Laufe unserer an den gleichen Ackerparzellen bisher vorgenommenen Untersuchungen fanden wir, dass bei wenig Sonnenschein (1955) die pH-Werte der kalkfreien Alkali-Böden höher sind (pH 8.2, 8.5, 8.6) als bei warmem sonnigem Wetter (pH 7.6, 7.5, 7.7, 7.4). Messergebnisse von Wiesenböden stehen uns nur aus den Jahren 1956, 1957 und 1958 zur Verfügung. Wir fanden, dass in dem sonnenscheinreichen Jahre 1958 der pH-Wert z. Z. des zu erwartenden Auftretens der Krankheit — zwischen dem 10. und 15. August — auf 6.4—6.6 gesunken war, während die von den gleichen Parzellen 1956 und 1957 entnommenen Wasserproben pH-Werte von 7.2—7.4 zeigten.

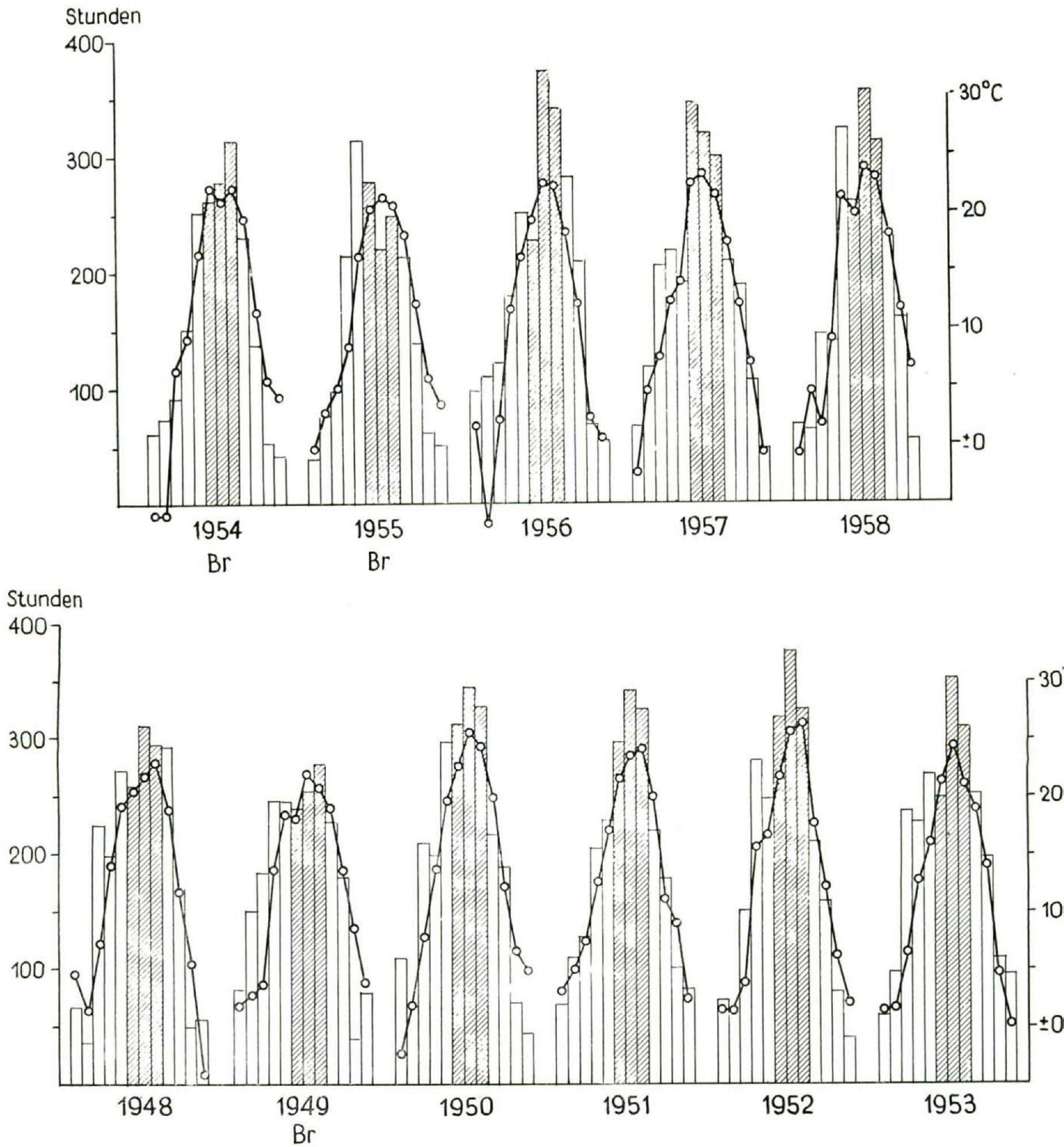


Abb. 2.: Radiationsdauer und monatliche Mitteltemperaturen in Szeged während der Jahre 1948—1958.

Bei minderem Sonnenschein ist die Dissoziation des H₂S infolge des erhöhten pH-Wertes des Wassers gesteigert (20). Die in alkalischem Milieu entstehenden SH-Ionen können von den Pflanzen adsorbiert werden und so ihre schädigende Wirkung entfalten. Wir stellten fest, dass die adsorbierten -SH-Ionen in den wassertransportierenden Zellen und deren Umgebung charakteristische Gewebsbräune und in den Rispen Sterilität verursachen können (Abb. 4).

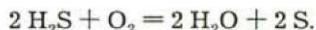
Besprechung

Es fragt sich weiter, weshalb der Ausbruch der Krankheit in den zur Erkrankung neigenden Böden durch ungünstige Witterungsverhältnisse begünstigt wird. Warum und auf welche Weise verhindert Mangel an Sonnenschein und kühles Wetter die Reispflanze an der Überwindung des Schwefelwasserstoffes?

Sowie der Schwefelwasserstoff als Ergebnis reduktiver Vorgänge, und zwar infolge der Sulfatreduktion, entsteht (20, 21, 26, 28)



so kann die Oxydation ihn zu unschädlichem molekularem Schwefel umwandeln:



Dieser Entgiftungsprozess kann offenbar nur dann ungestört vor sich gehen, wenn die Pflanzen über hinreichende Mengen Sauerstoffs verfügen. Die entsprechende Sauerstoffversorgung wird durch lebhafte Assimilation und Atmung gesichert (18) und die Intensität dieser Prozesse durch die jeweiligen Sonnenschein- und Wärmemengen bestimmt.

Im Falle von Mangel an Sonnenschein und bei kühlem Wetter sind die synthetischen Prozesse der Pflanzen verlangsamt. Gegenüber den sauerstoffbildenden Assimilationsvorgängen können nun die Dissimilationsprozesse ins Übergewicht geraten und die Pflanze kann nicht nur in ihrer Entwicklung stehen bleiben, sondern auch im Kampfe gegen den Schwefelwasserstoff unterliegen. In niedrigeren Konzentrationen bewirkt der Schwefelwasserstoff Hemmung der Nährstoffaufnahme (12, 13) und in stärkeren Vernichtung der Wurzeln (9, 13, 21, 29, 30). Dieser ungünstige Einfluss macht sich stets dann bemerkbar, wenn die Witterung sich während der Vegetationsperiode zum Schlechten wendet. Am grössten ist die Gefahr, wenn die Stengel emporgeschossen sind. Das Aufschliessen des Stengels, sowie das Blühen und die Samenbildung sind reichlich Sauerstoff beanspruchende biologische Prozesse, während derer — wie auch die Untersuchungen von ALBERDA (1) ergeben haben — die Menge des in die Wurzeln beförderten Sauerstoffes wesentlich vermindert ist. Durch die ungünstigen Witterungsverhältnisse wird der Sauerstoffmangel noch erhöht und die Wurzeln gehen in gesteigertem Masse zugrunde.

Der Einfluss der die Funktionen des Wurzelsystems beeinträchtigenden Faktoren ist neuerdings von MARÓTI (11) zusammengefasst worden. Ungezügelter Sauerstoffmangel wirkt sich auf die Aufnahme

der als Nährstoffe dienenden Ionen nachteilig aus. Aus den Forschungen von POTAPOV (18) wissen wir, dass die Aufnahme der Mineralstoffe auf das engste mit der Atmung des Wurzelsystems in Zusammenhang steht. Im luftleeren Zustande des Bodens antwortet die Pflanze auf die gehemmte Assimilation (wenn die Wurzeln nicht in den Besitz ausreichender energieliefernder Stoffe für die Atmung gelangen) und auf die Wirkung des Schwefelwasserstoffes als Atmungsgift mit der Freilassung von Nährstoffen, wobei sie nach POTAPOV nicht nur an Nährstoffen, sondern auch an Wasser verliert. Tritt dies in dem empfindlichen Entwicklungszustande der Pflanze, d. h. in der Blüteperiode ein, so bleibt die Befruchtung aus und die Rispen werden steril.

Nach dem Abbau der Wurzel und den gestörten physiologischen Vorgängen, besonders wenn Stickstoffreichtum vorliegt, treten an den Blättern die Pilze in Erscheinung (*Piricularia oryzae*, *Helminthosporium oryzae*), die vielerseits auch heute noch als die unmittelbaren Krankheitserreger betrachtet werden. Nach ZSOLDOS (32) werden nämlich in den bei unzulänglichen Sonnenscheinmengen zur Entwicklung gelangenden Reispflanzen schädliche Mengen von NH_3 angereichert. Unter solchen Umständen ist die Reispflanze zur Detoxikation unfähig und es kann infolgedessen zum Auftreten physiologischer Störungen und morphologischer Veränderungen kommen. GÄUMANN gibt in einem an uns gerichteten Schreiben seiner Meinung dahin Ausdruck, dass die bei uns übliche Reiskrankheit nicht mit der in Ost-Asien häufigen Piriculariose identifiziert werden kann. Aehnlich äussert sich — ebenfalls brieflich — BOLHUIS.

Der Schwefelwasserstoff kann aber der Pflanze auch vor dem Emporschiessen des Stengels Schaden zufügen. Im Jahre 1956 blieb z. B. die »bruzone«-Schädigung in ganz Ungarn aus und dennoch waren im allgemeinen nur niedrige Ernteerträge zu verzeichnen, was sich aus der aussergewöhnlich geringen Sonnenscheinmenge im Monat Juni erklärt (Abb. 2).

Infolge des durch Sonnenscheinmangel bedingten Wurzelabbaues wurden die Bestände lichter und es erfolgte nur schwache Staudenbildung, deshalb war in diesem Jahre der Ertrag — trotz des reichlichen Sonnenscheines und der Wärme im Juli und August und trotz des Ausbleibens der Krankheit — nur mittelmässig zu nennen.

1956 lagen auch noch andere Gründe für die niedrigen Erntemittelwerte vor. Die Züchter weigerten sich nämlich — nach den schlechten Erfahrungen im Vorjahre — Stickstoff-Kunstdünger anzuwenden. Stickstoffreichtum begünstigt nämlich bei kühler Witterung das Auftreten der Krankheit, um aber bei günstigen Witterungsverhältnissen den Ernteertrag zu verdoppeln (25).

Hinsichtlich der ungarischen Reisernte hat sich das Jahr 1950 als optimal erwiesen, wo der sonnige Frühling und Sommer den bisher höchsten Ertragsdurchschnitt (38 q/Hektar) sicherten (27).

Im Laufe jahrelanger Erfahrungen hat sich herausgestellt, dass die im sonnigeren und wärmeren südlichen Teile Ungarns (2, 3) gelegenen Reisfelder weniger von der »bruzone« heimgesucht werden. So betrug die durchschnittlichen Reisernten im Jahre 1955 auf den Reisplantagen um Szeged und Hódmezővásárhely 18—20 q/Hektar, übertrafen also das Doppelte des damaligen Landesdurchschnittes.

Es fragt sich noch, ob hinsichtlich der »bruzone«-Krankheit die Gestaltung des Klimas im Juli oder im August die wichtigere ist. Frühzeitiger Frühlingsbeginn ermöglicht die frühe Aussaat und Blüte und Befruchtung fallen dann auf den Monat Juli, weshalb in diesem Falle die Witterung im Monat Juli wesentlich wichtig ist. Bei der späteren Aussaat verschiebt sich die empfindliche Entwicklungsphase auf den Monat August, wo dann das Erscheinen oder Ausbleiben der Krankheit vom Klima des Monats August abhängig ist.

Der Schwefelwasserstoff bedeutet nicht nur bei den Reisplantagen Ungarns, sondern auch in anderen Ländern ein Problem. In Japan werden zur eingehenden Untersuchung der Frage an Universitäten und Forschungsanstalten planmässig bodenkundliche, chemische, biochemische, mikrobiologische, physiologische, histologische u. a. Untersuchungen durchgeführt (8, 10, 12, 13, 14, 22).

Über die Gestaltung der Temperaturen in Japan können wir uns an Hand einer brieflichen Mitteilung des Institutes für Geophysik der Tohoku-Universität in Sendai (Abb. 5) und über die Sonnenscheinverhältnisse aus dem Atlas von BODÜKO (5) orientieren, wobei sich herausstellt, dass Japan — was die Sonnenscheinverhältnisse anbelangt — keineswegs besser daran ist als Ungarn.

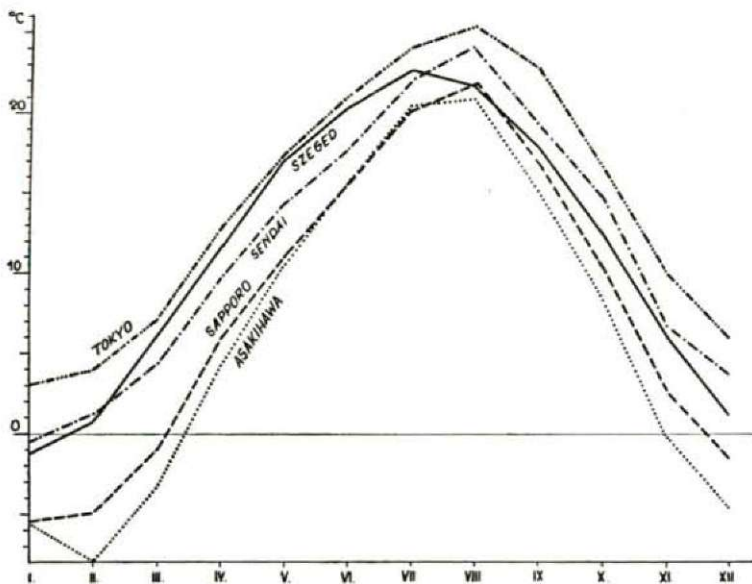


Abb. 5.: Monats-Mitteltemperaturen in Japan und in der Stadt Szeged.

In der Sowietunion bedeuten die günstigen Bodenverhältnisse, die planvoll angelegten Reisplantagen, die reichliche und gute Wasserversorgung, sowie der ausgiebige Sonnenschein und die Wärme einen hinreichenden Schutz gegen die Reisbräune.

Die mitgeteilten Feststellungen dürften auch für die Praxis richtunggebend und bei der Auswahl widerstandsfähiger Sorten verwertbar sein. Versuche dagegen, in denen durch Dauerbeschattung der Pflanzen eine Erhöhung des Infektionsvermögens des als Krankheitserreger aufgefassten Pilzes angestrebt wurde (17), erscheint uns nicht als zweckdienend. Anhaltende Beschattung entzieht letzten Endes der Pflanze das Sonnenlicht, die synthetischen Prozesse, und damit auch die Sauerstoffbildung, werden gehemmt, woraus physiologische Schwächung der Pflanze resultiert. Die gleiche Ansicht vertreten auch BALDACCI und CORBETTA (4).

Unter den Eigenschaften der widerstandsfähigen Reissorten dürften bescheidene Licht- und Wärmeansprüche, und nicht weniger auch starke Oxydationsfähigkeit der Wurzeln eine wichtige Rolle spielen (8).

Zusammenfassung

Die »bruzone«-Krankheit der Reispflanzen verursacht im Falle bestimmter Bodentypen, so z. B. bei Wiesen- und Alkaliböden mit kalkarmer Deckschicht, in manchen Jahren beträchtliche Ernteschäden. In den schwer geschädigten Jahren (1949, 1954, 1955) herrschte kühles Wetter mit wenig Sonnenschein.

Bezüglich der Zusammenhänge zwischen Krankheit und Witterungsverhältnissen konnte folgendes festgestellt werden:

1. Aus der Verbreitung und dem Auftreten der Reisbräune geht hervor, dass die ungünstige Witterung an sich nicht Ursache der Krankheit, sondern nur ein wichtiger Faktor im Zustandekommen derselben ist.

2. Die ungünstigen klimatischen Verhältnisse, mangelhafter Sonnenschein und kaltes Wetter hindern die Reispflanzen an der Bekämpfung der unmittelbaren Krankheitsursache (H_2S). Infolge des geringen Sonnenscheines ist nämlich die Atmung verlangsamt und die Unwirksammachung des Schwefelwasserstoffes seitens der Pflanzen bleibt aus. Die ungestörte, intensive Assimilation spielt also nicht nur betreffs der Bildung von organischen Stoffen, sondern auch in der Unschädlichmachung der reduzierten Bodengifte eine überaus wichtige Rolle.

3. Reichlicher Sonnenschein stellt in der Bekämpfung der Krankheit einen wichtigeren Faktor dar als die Temperatur.

Der in der Wurzelzone gebildete Schwefelwasserstoff kann in der Vegetationsperiode die Pflanze auch vor dem Eintreten des Stengellängswuchses schädigen. Durch weitgehenden Abbau des Bestandes kann er einen herabgesetzten Ernteertrag auch dann bewirken, wenn die Krankheit nicht zum Ausbruch gelangt, wie z. B. im Jahre 1956.

Schrifttum

- (1) Alberda, Th.: Growth and root development of lowland rice and its relation to oxygen supply. *Plant and Soil* 5, 11—29 (1953).
- (2) Aujeszký, L., Berényi, D., Béll, B.: *Mezőgazdasági Meteorológia*. Bp., Akadémiai Kiadó, 1953.
- (3) Bacsó, N., Kakas J., Takács L.: *Magyarország éghajlata*, Bp., 1953.
- (4) Baldacci E., G. Corbetta: La selezione di linee a varietà di riso. *Il Riso*. Reprint.
- (5) Budüko, M. I.: *Atlas Teplovogo Balanca*, Leningrad, 1955.
- (6) Chiappelli, R.: A rizs gombabetegségei. *Önt. Közl.* 2, 233—246. 1940.
- (7) Frank, M.: A rizs bruzone betegsége. *Agrártudomány.* 1, 298—303 (1949).
- (8) Goto, I., Tai, K.: On the differences of oxidizing power of paddy rice seedling roots among some varieties. *Soil and Plant Food.* 2, 198—200 (1957).
- (9) Grist, D. H.: *Rice*, Longmans Green and Co. London, 1955.

- (10) Kamoshita, Y.: Soil types in Japanese paddy rice field. Trans. of the V.-th International Congress of Soil Science. 4, 137—139 (1954).
- (11) Maróti, M.: A növény gyökerének jelentősége az újabb kutatások alapján. Növénytermelés, 7, 85—93 (1958).
- (12) Mitsui, S., S. Aso, K. Kumarawa and T. Ishiwara: The nutrient uptake of rice plant on influenced by hydrogensulfide and butyric acid abundantly evolving under waterlogged soil condition. Trans. V.-th Int. Congr. Soil. Sci. 2, 364—368 (1954).
- (13) Mori, T.: Studies on ecological characters of rice root. Sci. Rep. of. Tokohu Univ. 6, 121—143 (1955).
- (14) Okajima, H., and Takagi S.: Physiological behaviour of hydrogen sulfide in the rice plant. 1. Effect of hydrogensulfide on the absorption of nutrients. Sci. Rep. Res. Inst. Tokohu Univ. 5, 21—31. (1953).
- (15) Padwick, G. W.: Manual of rice diseases. The Commonwealth Mycological Institute Kew. 1950.
- (16) Pearsall, W. H., C. H. Mortimer: Oxidation-reduction potentials in waterlogged soils, natural waters and muds. The Journal of Ecology 37, 438—501 (1939).
- (17) Podhraszky J., Südi, J.: Rizsfajták bruzone rezisztenciájának szabadföldi elbírálása. Növénytermelés 3, 239—248 (1957).
- (18) Potapov, N. G.: Növényélettan. Budapest, 1955. Jegyzet.
- (19) Prettenhoffer, I., Somorjai, F., Kertész, L.: Kísérletek a rizs barnulásos (bruzone) betegségének megelőzésére. Agrokémia és Talajtan. 2, 211—243 (1954).
- (20) Prettenhoffer, I., Vámos, R.: A szulfátredukáló baktériumok szerepe a rizs barnulásos megbetegedésénél. M. T. A. Agrártud. Oszt. Közl. 7, 315—322 (1955).
- (21) Rubencsik, L.: Sulfatreducijusnija bakterii. Moszkva. 1947.
- (22) Saito, B.: Investigations on controlling of the so-called aki-ochi of the paddy rice plant found widely on Kiushu. Bull. of the Kyushu Agr. Exp. Station. 2, 283—293 (1954).
- (23) Sík, K.: A rizs barnulásos megbetegedésének oka és megelőzése. Hidr. Közl. 3—4, 106—110 (1949).
- (24) Sík, K.: A barnulásos rizs betegség talajtani tanulmányai 1950-ben. Agrokém. Kut. Int. Évkönyve 183—188 (1952).
- (25) Somorjai F.—Járányi, Gy.: Rizstermelés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 1954.
- (26) Takai, J., T. Koyama, T. Kamura: Microbial metabolism in reduction process of paddy soils. Soil and Plant Food. 2, 63—68 (1956).
- (27) Takács, F., Vámos, R.: Adatok a rizs termesztéséhez. Szeged—Hódmezővásárhely. 1957.
- (28) Vámos, R.: Microbiological processes in limeless alkali soils. Acta Biol. Szeged, 1, 113—124 (1955).
- (29) Vámos, R.: The role of soil's excess nitrogen in the »bruzone« of the rice. Acta Biol. Szeged, 2, 103—110 (1956).
- (30) Vámos, R.: Chemical examination of the water of flooded rice fields. Nature 180, 1484 (1957).
- (31) Wagner, R.: Adatok a kopáncsi rizsföldek éghajlatához. Időjárás 4, 266—277 (1957).
- (32) Zsoldos, F.: Untersuchungen über die Entgiftung des Ammoniaks bei Reis-pflanzen. Acta Biol. Szeged, 4, 59—63 (1958).

Anschrift der Verfasser: Oberassistent Dr. R. VAMOS Institut für Pflanzen-
pflupologie der Universität, Tánácsics M. 2., Szeged (Ungarn)

Assistent Dr. M. ANDÓ, Institut für Geographie der Universität, Tánácsics M. 2.,
Szeged (Ungarn)