

Különböző talajtípusok biológiai aktivitásának összehasonlítása

W. MALISZEWSKA

*Agrotechnikai, Trágyázástani és Talajtani Intézet, Pulawy
(Lengyelország)*

A talaj mikrobiológiai aktivitásának tanulmányozása segít a talaj állapotának és a termékenységének a meghatározásában, mivel a mikroorganizmusok elterjedése és tevékenysége a talajban, függ annak szerkezetétől és a benne található tápanyagok mennyiségétől.

Munkánkban azoknak a leggyakrabban alkalmazott mikrobiológiai és biokémiai vizsgálati módszereknek a diagnosztikai értékelésével foglalkoztunk, amelyeket együttesen alkalmazunk különböző talajok termékenységi állapotának meghatározására.

Anyagok és módszerek

3 éven keresztül 7 talajtípust analizáltunk, amelyek tápanyagtartalmuk, kémiai reakciójuk és termékenységük alapján különböztek egymástól. A vizsgált talajok a következők: komposztföld, hordalékos talaj, lösz, homokos vályog (szervestrágyával és anélkül), laza homok, ugaron és homokos talaj fenyőerdő alatt.

Az 1. táblázat tartalmazza a vizsgálatba vont néhány talajtípust és azok vizsgálati eredményeit. Ezekben a talajokban a következő kémiai és biokémiai vizsgálatok végeztük el: pH, össznitrogén, légzés erőssége (Warburg módszer) — 1. ábra, néhány ferment aktivitásának meghatározása (szaharáz, dehidrogenáz, ureázok — Hoffmann módszerrel).

Mikrobiológiai módszerek közül az agarlemez módszerrel alkalmaztuk a baktérium, sugárgomba és gomba szám meghatározására, Pochon módszerrel pedig néhány, a C, N, P, és S vegyület átalakításában résztvevő csoport mennyiségét határoztuk meg. Ezen kívül megállapítottuk, ezekben a talajokban, az algák és protozoonok számát is. Ezeknek a mikrobiológiai analíziseknek néhány adatát az 1. táblázat tartalmazza.

A mikroorganizmusok néhány csoportjánál összehasonlító vegetációs kísérleteket végeztünk mustár jelzőnövényvel a mikrobák fejlődési intenzitása és általános fiziológiai aktivitása, valamint a talaj termékenysége közötti összefüggések felderítésére.

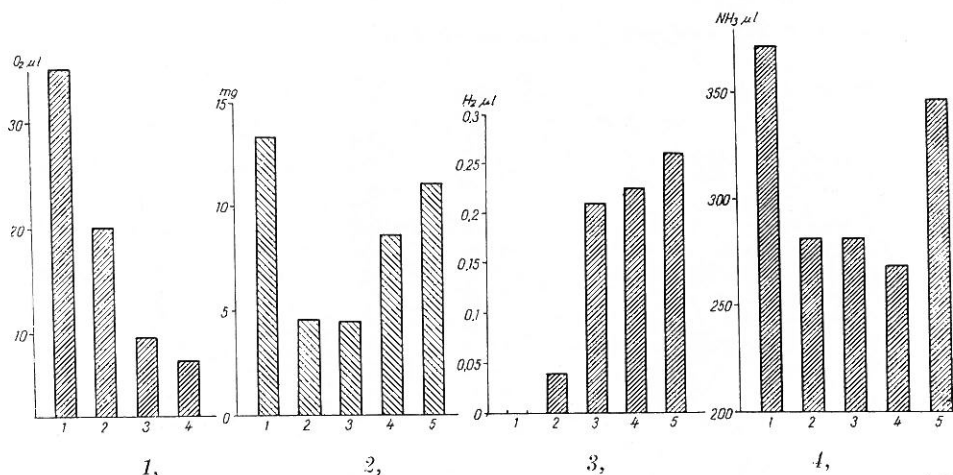
Eredmények és következtetések

A 3 éven keresztül végzett kb. 20 biokémiai és mikrobiológiai analízis eredményei a vizsgált talajoknál világos korrelációt mutatnak, a mikroflóra

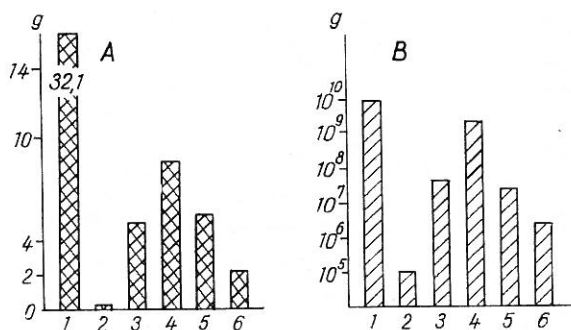
fejlődésének intenzitása, élettevékenysége valamint a talajok termékenysége között (5. ábra).

Jó termékenyséű talajokban (komposztföld, hordalékos talaj és lösz), amelyekben a mustár nagy termést adott, a mikroorganizmusok mennyisége többszöröse volt, gvenge termékenyséű homoktalajokban, amelyeken a mustár termése kicsi volt.

Kutatási eredményeinkből ítélve a talaj termékenységének meghatározására legcélszerűbb a talaj légzési intenzitásának — 1. ábra, proteolitikus



1. ábra Légzési folyamatok aktivitása különböző talajban (O₂ elnyelése). 1. Komposztföld. 2. Löss. 3. Homokos vályog. 4. Laza homok. Függőleges tengely: elnyel O₂ µl/3 g talaj/lóra.
 2. ábra Szaharáz aktivitás különböző talajban. 1. Komposztföld. 2. Hordalékos talaj. 3. Löss. 4. Homokos vályog. 5. Laza homok. Függőleges tengely: szaharóz mg.
 3. ábra A dehidrogenáz aktivitás különböző talajban. 1. Komposztföld 2. Hordalékos talaj. 3. Löss. 4. Homokos vályog. 5. Laza homok. Függ. tengely: felszabadult H₂ µl/10 g talaj.
 4. ábra Ureáz aktivitása különböző talajban. 1.—5. talajtípust lásd 3. ábra. Függőleges tengely: kiválasztott NH₃/0,5 M urea/10 g talaj.

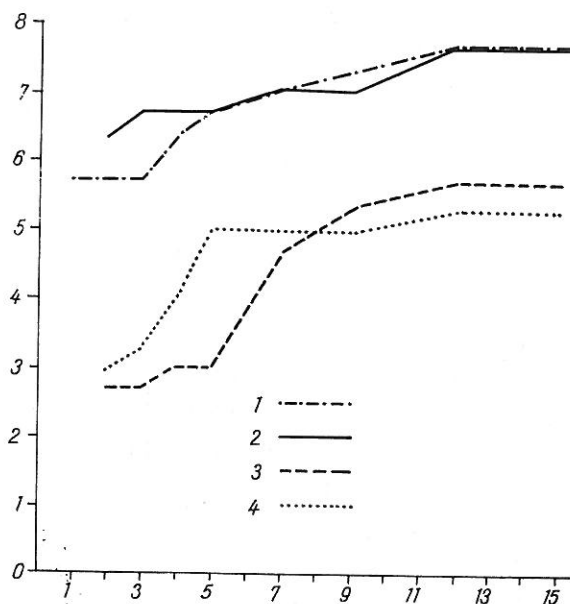


5. ábra Mikroorganizmusok különböző talajban kimutatott mennyiségének és az e talajokon termesztett növények termésmennyiségeinek összehasonlítása. 1. Komposztföld. 2. Erdő alatti homoktalaj. 3. Hordalékos talaj. 4. Löss. 5. Homokos vályog. 6. Laza homok. A) Termés. Függőleges tengely: termés szárazanyagban, g. B) Mikroorganizmusok mennyisége. Függőleges tengely: mikroorganizmusok mennyisége 1 g légszáraz talajban.

1. táblázat

A mikroorganizmusok néhány csoportjának mennyisége különböző talajban

(1) Vizsgálatok	(2) Komposzt föld	(3) Hordalékos talaj	(4) Lössz	(5) Homokos vályog + istálló- trágya	(6) Laza homok
pH (H ₂ O)	6,7	6,8	7,7	6,1	7,1
Összes N mg/100 g talaj	353	113	72	62	1
A) Mikroorganizmusok mennyisége 1 g légszáraz talajban					
a) Baktériumok és sugárgombák × 10 ⁵	6 500	750	3 500	850	2
b) Gombák × 10 ³	40	6	5	25	0,4
c) Azotobacter	200	2 000	1 800	0	0
d) Fehérjebontók × 10 ⁵	2 500	2 500	850	3	0,3
e) Ammonifikálóok × 10 ³	2 500	2 500	850	950	150
f) Nitrifikálóok × 10 ⁵	50	250	—	80	0
g) Cellulóz bontók	1 900	3 000	2 300	600	500
h) Hemicellulóz bontók	3 000	1 150	—	300	30
i) Keményítőt hidrolizálóok × 10 ²	300	200	250	1	0,5
j) Szulfátredukálóok	2 500	750	—	75	9
k) Kén baktériumok	450	20	—	45	9
l) Nehezen oldódó foszfátokat oldók	7 000	1 600	—	4 000	8
m) Algák	1 500	25 000	9 500	750	450
n) Amőbák	1 960	4 670	—	540	35



6. ábra Fehérjebontás aktivitása különböző talajban. 1. Komposzt föld 2. Lössz. 3. Erdő alatti homok talaj. 4. Laza homok. Vízszintes tengely: napok száma. Függőleges tengely: higítás

aktivitásának — 6. ábra, és a cellulóz bomlási energiájának Ziemiecka módszerével) mérése és jelölése. A mikrobiológiai vizsgálatok közül célszerűnek látszik úgyszintén a mikroorganizmusok összes mennyiségének az azotobacter mennyiségének, az ammonifikáló és nitrifikáló mikroszervezetek számának tanulmányozása.

Véleményünk szerint nem ad elfogadható eredményeket erre a célra a talajok fermentatív aktivitásának meghatározása (2, 3, és 4. ábra), mert éppen a termékeny talajokon a nagy adszorpciós képesség következtében a ferment adszorbeálódik és aktivitása kevésbé mutatható ki, mint a könnyűtalajoknál. Ugyancsak nem ad reális értékeket a talajtermékenység meghatározásának szempontjából a denitrifikációs aktivitás vizsgálata.

Összefoglalás

Vizsgálataink során értékeltük, hogy a talajmikrobiológiai és talajbiokémiai gyakorlatban alkalmazott egyes módszerek mennyire alkalmasak a talajok termékenységének meghatározására.

E célból 3 éven át 7 talajtípust tanulmányoztunk, amelyek a tápanyagtartalom, kémhatás és terméshozam szempontjából különböztek egymástól. Meghatároztuk a talajok kémhatását, össz-nitrogéntartalmát, a respiráció és egyes fermentek (szaharáz, dehidrogenáz, ureáz) aktivitásának fokát. Megállapítottuk az össz-baktérium sugárgomba és gomba számot, valamint a szén, nitrogén, kén és foszfor körforgalmában szerepet vivő baktériumok mennyiségét. Vizsgáltuk az algák és protozoonok számát. Az egyes talajtípusok termékenységét tenyészedény kísérletekkel hasonlítottuk össze mustár jelzőnövényen.

A vizsgálatok eredményei arra engednek következtetni, hogy a talajok termékenységének összehasonlítására legmegfelelőbb módszerek a talajlégzés mérése (Warburg módszerével), a fehérjebontás aktivitás és a cellulózteszt módszere (Ziemiecka módszere). Ugyancsak jó eredményeket adott az össz-mikroorganizmus szám, az azotobacter és a nitrifikáló baktériumok számának meghatározása. Az összehasonlítás szempontjából nem jöhetett számításba a fermentatív aktivitásának vizsgálata, mivel a legnagyobb terméseket adó talajok elnyelő képessége a legerősebb s ez együtt jár a fermentek adszorpciójával s ezen keresztül azok inaktivációjával is.

Érkezett: 1968. szeptember 18.

Comparison of the Biological Activity of Different Soil Types

W. MALISZEWSKA

Agrotechnical, Fertilization, and Soil Science Institute, Pulawy (Poland)

Summary

In the course of the investigations, certain methods applied in the practice of soil microbiology and soil chemistry were considered, in order to assess their applicability in determining the fertility of soils.

For this purpose, 7 soil types differing from each other in nutrient content, pH, and fertility, were studied over a period of three years. The pH, total nitrogen content, respiration and activity intensity of certain ferments (saccharose, dehydrogenase, urease) of soils were determined. The number of "total" bacteria, streptomyces and fungi as well as the quantity of bacteria taking part in the Cycle of Carbon, Nitrogen, Sulphur and Phosphorus was calculated. The number of algae and protozoa was counted, too. The fertility of each soil type was compared in pot experiments using mustard as test plant.

The results of the investigations lead one to conclude that the most suitable methods for comparing the fertility of soils are the measurement of soil respiration (with Warburg's method), activity of protein decomposition and the cellulose test method (Ziemięcka's method). Good results were obtained from the determination of the number of "total" microorganisms, of azotobacter and of nitrifying bacteria. As regards comparison, the fermentative activity investigations could not be considered, because the adsorptive capacity of the most fertile soils is the highest and for this reason ferments are adsorbed and thus become inactive, too.

Table 1. The quantity of a few groups of microorganisms in different soils. (1) Investigations: *a)* Bacteria and streptomyces $\times 10^5$, *b)* Fungi $\times 10^3$, *c)* Azotobacter, *d)* Proteolytic organisms $\times 10^5$, *e)* Ammonifying organisms $\times 10^3$, *f)* Nitrifying organisms $\times 10^3$, *g)* Cellulose decomposing organisms, *h)* Hemicellulose decomposing organisms, *i)* Starch hydrolyzing organisms $\times 10^3$, *j)* Sulphate reducing organisms, *k)* Sulphur bacteria, *l)* Organisms solving the insoluble phosphates, *m)* Algae, *n)* Amoeba, (2) Compost earth, (3) Alluvial soil, (4) Loess, (5) Sandy loam + farmyard manure (6) Loose sand.

Figure 1. Activity of the respiration processes in different soils (O_2 absorption) 1. Compost earth. 2. Loess. 3. Sandy loam. 4. Loose sand. Vertical axis: absorbed O_2 $\mu l/3$ g soil/1 hr.

Figure 2. Saccharase activity in different soils. 1. Compost earth. 2. Alluvial soil. 3. Loess. 4. Sandy loam. 5. Loose sand. Vertical axis: saccharose mg.

Figure 3. Dehydrogenase activity in different soils. 1. Compost earth. 2. Alluvial soil. 3. Loess. 4. Sandy loam. 5. Loose sand. Vertical axis: Liberated H_2 $\mu l/10$ g soil.

Figure 4. Urease activity in different soils. See Fig. 3 for soil samples 1-5. Vertical axis: separated NH_3 $\mu l/0,5$ M urea/10 g. soil.

Figure 5. Comparison of the determined quantity of microorganisms in different soils. 1. Compost earth. 2. Sandy forest soil. 3. Alluvial soil. 4. Loess 5. Sandy loam. 6. Loose sand. *a)* Yield. Vertical axis: the yield in dry matter g. *b)* The quantity of microorganisms. Vertical axis: The quantity of microorganisms in 1 g air dried soil.

Figure 6. Proteolytic activity in different soils. 1. Compost earth. 2. Loess. 3. Sandy forest soil. 4. Loose sand. Horizontal axis: number of days. Vertical axis: dilution.

Vergleich der biologischen Aktivität verschiedener Bodentypen

W. MALISZEWSKA

Institut für Agrotechnik, Düngung und Bodenkunde, Pulawy (Polen)

Zusammenfassung

Im Laufe der Versuche wurden die in der bodenmikrobiologischen und bodenbiochemischen Praxis angewendeten Methoden bezüglich ihrer Fähigkeit zur Bestimmung der Bodenfruchtbarkeit beurteilt.

Drei Jahre hindurch wurden sieben Bodentypen untersucht, die ihren Nährstoffgehalt, ihre Reaktion und ihren Erträgen nach verschieden waren. Es wurden die pH-Werte, der Gesamtstickstoffgehalt, die Respiration und die Aktivität der einzelnen Enzyme (Saccharase, Dehydrogenase, Urease) bestimmt. Weiterhin wurden die gesamte Bakterien-, Strahlenpilzen- und Pilzenzahl, sowie die Menge der im C-, N-, S- und P-Kreislauf teilnehmenden Bakterien angegeben. Auch die Zahl der Algen und Protozoen wurde bestimmt. Die Fruchtbarkeit der einzelnen Bodentypen wurde in Gefässversuchen, mit Senf als Versuchspflanze, miteinander verglichen.

Die Ergebnisse zeigten, dass die zum Vergleich der Bodenfruchtbarkeit geeigneten Methoden die Bestimmung der Bodenatmung (Warburg-Methode), und der Eiweissabbauaktivität und die Durchführung des Zellulose-Testes (Ziemiacka-Methode) sind. Gute Ergebnisse waren auch durch die Gesamtmikroorganismen-, die Azotobacter- und die Nitrifikationsbakterienzahl zu erhalten. Die Bestimmung der Enzymaktivität konnte beim Vergleich nicht verwendet werden, da die Absorptionskapazität der die grössten Erträge gebenden Böden die stärkste ist, und dies eine Absorption der Enzyme und dadurch auch eine Enzymaktivierung zur Folge hat.

Tab. 1. Zahl einiger Mikroorganismengruppen in verschiedenen Böden. (1) Mikrobenzahlbestimmungen: *a*) Bakterien und Strahlenpilze, *b*) Pilze, *c*) Azotobacter; *d*) eiweissabbauende Mikroorganismen, *e*) ammonifizierende Mikroorganismen, *f*) nitrifizierende Mikroorganismen, *g*) zelluloseabbauende Mikroorganismen, *h*) haemizelluloseabbauende Mikroorganismen, *i*) Stärke hydrolysierende Mikroorganismen, *j*) sulfatreduzierende Mikroorganismen, *k*) Schwefelbakterien, *l*) schwerlösliche Phosphate zersetzende Mikroorganismen, *m*) Algen, *n*) Amöben; (2) Komposterde; (3) Alluvialboden; (4) Löss; (5) sandiger Lehm + Stallmist; (6) leichter Sand.

Abb. 1. Aktivität der Atmung in verschiedenen Böden (O_2 -Absorption). 1. Komposterde. 2. Löss. 3. Sandiger Lehm. 4. Leichter Sand. Ordinate: absorbiertes O_2 $\mu I/3g$ Boden/St.

Abb. 2. Saccharaseaktivität in verschiedenen Böden. 1. Komposterde; 2. Alluvialboden; 3. Löss; 4. Sandiger Lehm; 5. Leichter Sand. Ordinate: Saccharose, mg.

Abb. 3. Dehydrogenaseaktivität in verschiedenen Böden. 1. Komposterde; 2. Alluvialboden; 3. Löss; 4. Sandiger Lehm; 5. Leichter Sand. Ordinate: freigesetztes H_2 $\mu l/10$ g Boden.

Abb. 4. Ureaseaktivität in verschiedenen Böden. 1–5. Bodentypen s. Abb. 3. Ordinate: ausgeschickenes NH_3 $\mu l/0,5$ M Harnstoff/10 g Boden.

Abb. 5. Vergleich der Mikroorganismenzahl und der Pflanzenerträge bei verschiedenen Böden. 1. Komposterde; 2. Sandboden unter Wald; 3. Alluvialboden; 4. Löss; 5. Sandiger Lehm; 6. Leichter Sand; *a*) Ertrag. Ordinate: Trockensubstanzertrag in g. *b*) Mikroorganismenzahl. Ordinate: Anzahl der Mikroorganismen in 1 g lufttrockenem Boden.

Abb. 6. Eiweissabbauaktivität in verschiedenen Böden. 1. Komposterde; 2. Löss; 3. Sandboden unter Wald; 4. Leichter Sand. Abszisse: Zahl der Tage. Ordinate: Verdünnung.

Сопоставление биологической активности разных типов почв

В. МАЛИШЕВСКА

Отдел Микробиологии Института Агротехники, Удобрения и Почвоведения, Пулачвы (Польша)

Резюме

В работе занимались проверкой диагностической ценности, чаще всего применяемых микробиологических и биохимических методов, для того, чтобы оценить какой из них лучше всего определяет плодородие почвы.

С этой целью в течение 3-х лет анализировано 7 типов почвы, отличающихся между собой содержанием питательных веществ, реакцией среды и плодородием.

Были проведены следующие химические и биохимические анализы: определение реакции среды, содержания общего азота, дыхания почвы и степени активности некоторых ферментов (сахаразы, дегидрогеназы, уреазы).

Определялось общее количество бактерий, актиномицетов и грибов, а также численность бактерий, участвующих в круговороте углерода, азота, серы и фосфора. Кроме того определялось количество водорослей и простейших, содержащихся в этих почвах.

Плодородие различных почв сравнивалось в опытах с вегетационными сосудами. Подопытным растением была горчица (*Sinapis alba*).

Полученные данные позволяют сделать выводы, что для сравнения плодородия почвы самыми пригодными являются методы, основанные на определении интенсивности дыхания почвы (метод Варбурга), протеолитической активности и энергии разложения клетчатки (метод Земенской и Карнишской).

Результативным оказалось также изучение общей численности микроорганизмов, количества азотобактера, амонификаторов и нитрификаторов.

Изучение ферментативной активности почв не соответствует поставленной цели, так как более плодородные почвы отличаются более высоким поглощающим комплексом, чем почвы легкие и, таким образом, поглощая ферменты, тормозят их деятельность.

Табл. 1. Количество отдельных групп микроорганизмов в различных почвах. 1) Изученные группы: а) бактерии и лучистые грибы $\times 10^5$. б) грибы $\times 10^4$. в) азотобактер. д) микроорганизмы, разрушающие белок $\times 10^5$. е) амонифицирующие микроорганизмы $\times 10^5$. ф) нитрифицирующие $\times 10^5$. г) целлюлозоразлагающие. h) разрушающие гемицеллюлозу. i) гидролизующие крахмал $\times 10^2$. j) сульфаторазрушающие. к) серные бактерии. l) растворяющие труднорастворимые формы фосфатов. m) водоросли. n) амёбы. (2) Компостная земля. (3) Аллювиальная почва. (4) Лёсс. (5) Супесь (с навозом). (6) Рыхлый песок.

Рис. 1. Активность процессов дыхания в различных почвах (поглощение O_2). 1. Компостная земля. 2. Лёсс. 3. Супесь. 4. Рыхлый песок. Вертикальная ось: количество поглощенного O_2 $\mu\text{л}/3$ г почвы/1 час.

Рис. 2. Активность сахаразы в различных почвах. 1. Компостная земля. 2. Аллювиальная почва. 3. Лёсс. 4. Супесь. 5. Рыхлый песок. Вертикальная ось: сахараза в мг.

Рис. 3. Активность дегидрогеназы в различных почвах. 1. Компостная земля. 2. Аллювиальная почва. 3. Лёсс. 4. Супесь. 5. Рыхлый песок. Вертикальная ось: освобожденный H_2 $\mu\text{л}/0,5$ г почвы.

Рис. 4. Активность уреазы в различных почвах. 1—5 обозначение почв смотри на рис. 3. Вертикальная ось: NH_3 $\mu\text{л}/0,5$ М уреазы/10 г почвы.

Рис. 5. Зависимость между урожаем растений и количеством выделенных микроорганизмов на различных почвах. 1. Компостная земля. 2. Песчаная почва под лесом. 3. Аллювиальная почва. 4. Лёсс. 5. Супесь. 6. Рыхлый песок. А) Урожай. На вертикальной оси урожай в граммах сухого вещества. В) Количество микроорганизмов. Вертикальная ось: количество микроорганизмов в грамме воздушно-сухой почвы.

Рис. 6. Активность разложения белков в различных почвах. 1. Компостная земля. 2. Лёсс. 3. Песчаная почва под лесом. 4. Рыхлый песок. Горизонтальная ось: число дней. Вертикальная ось: разбавление.