

# MODULARIZACE VÝUKY EVOLUČNÍ A EKOLOGICKÉ BIOLOGIE

CZ.1.07/2.2.00/15.0204



Jiří Schlaghamerský: Pedobiologie – jaro 2015

## Rozklad organické hmoty



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace

Vliv složení (kvality) zdroje na rychlost rozkladu (decomposition rate)

- Různé typy pletiv a tkání se charakteristicky liší v rychlosti rozkladu
- To platí pro orgány rostlin i druhotné zdroje jako
  - mikrobiální buňky
  - trus a těla živočichů (fyto-, zoo-, saprofágů)

**Table 4.1.** Turnover of main types of primary resource in forests of differing climates. Wood includes branches (>2 cm diameter) and twigs (<2 cm diameter) but not main stems. Data from Satchell (unpublished) for Meathop Wood, U.K. and Healey & Swift (unpublished) for Barro Colorado Island, Panama.

|          |                                      | Temperate Deciduous Forest |      |              | Tropical Rain Forest |      |              |
|----------|--------------------------------------|----------------------------|------|--------------|----------------------|------|--------------|
|          |                                      | Leaf                       | Wood | Reproductive | Leaf                 | Wood | Reproductive |
| Fall     | kg ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup> | 3240                       | 1580 | 600          | 7040                 | 3020 | 3280         |
| Standing | kg ha <sup>-1</sup>                  | 2010                       | 4810 | 270          | 2760                 | 8090 | 340          |
| crops    | yr <sup>-1</sup>                     | 1.61                       | 0.33 | 2.22         | 2.55                 | 0.37 | 9.65         |

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace

U stejného typu pletiv existují mezidruhové rozdíly v rychlosti rozkladu. V terénních pokusech byly nalezeno rozpětí kdy nejvyšší rychlost rozkladu byla oproti té nejnižší desetinásobná.

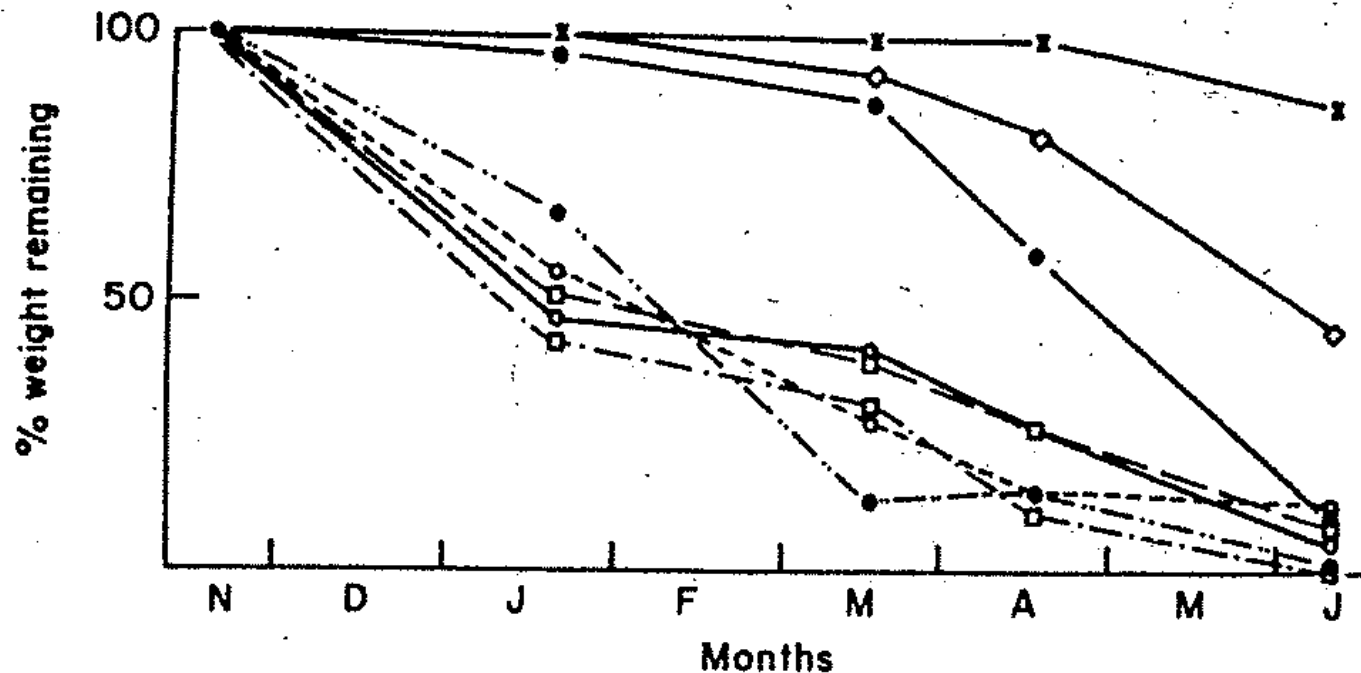


FIG. 4.1. Variation in decomposition of deciduous tree leaf litters in a woodland site on calcareous soil in Belgium. The species are  $\square$ — $\square$  *Carpinus betulus*,  $\circ$ — $\circ$  *Acer pseudoplatanus*,  $\bullet$ — $\bullet$  *Acer campestre*,  $\bullet$ — $\bullet$  *Prunus avium*,  $\circ$ — $\circ$  *Fraxinus excelsior*,  $\square$ — $\square$  *Tilia platyphyllos*,  $\diamond$ — $\diamond$  *Quercus robur*, \*—\* *Fagus sylvatica* (from Mommaerts-Biliet 1971).

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace

V laboratorním pokusu byl nalezen trojnásobný rozdíl v rychlosti rozkladu s nejpomalejší dekompozicí u mechů a nejrychlejší u opadu listnatých stromů.

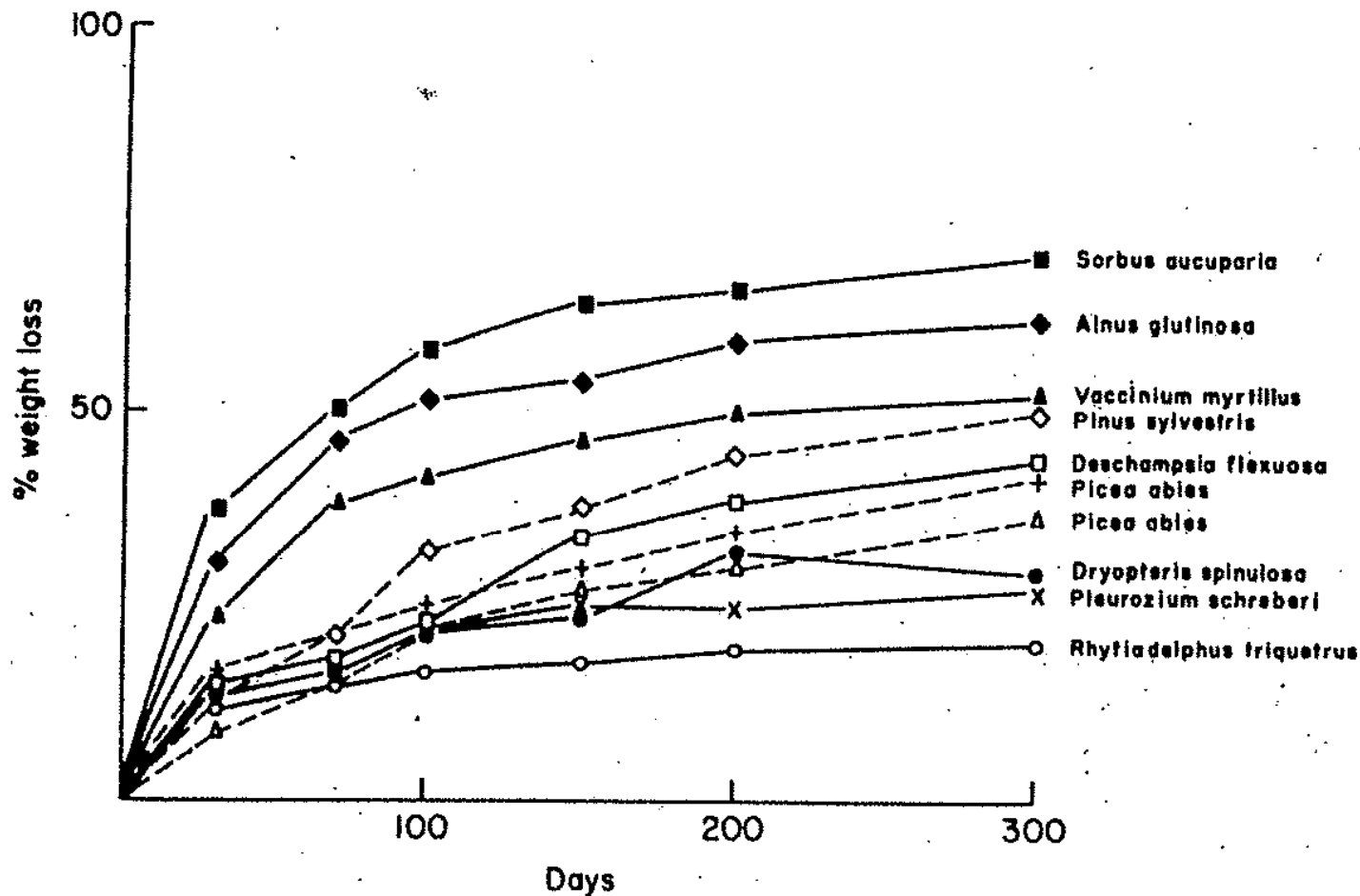


FIG. 4.2. Decomposition of litter of various deciduous and coniferous tree leaves, grasses, dwarf shrubs and cryptogams under laboratory conditions (from Mikola 1955).

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace

Dekompozice měřená jako ztráta hmotnosti zahrnuje ztráty dané

- katabolismem,
- vyluhováním,
- odstraněním po rozmělnění.

I pokud jsou tyto procesy hodnoceny zvlášť, zůstávají rychlosti rozkladu specifické pro daný zdroj stále znatelné (viz níže výsledek experimentu s opadovými pytlíky)

**Table 4.2.** Differences between resources in rate of catabolism and total weight loss. Respiration rate at 10°C and field weight loss after one year for four types of litter on blanket bog (from Heal, Latter & Howson 1978).

| Litter type                        | Respiration<br>$\mu\text{l O}_2 \text{ g}^{-1} \text{ hr}^{-1}$ | % loss<br>in weight |
|------------------------------------|---|---------------------|
| <i>Rubus chamaemorus</i> leaves    | 66 ± 4.3  | 38 ± 1.6            |
| <i>Eriophorum vaginatum</i> leaves | 50 ± 4.2  | 26 ± 2.1            |
| <i>Calluna vulgaris</i> shoots     | 33 ± 4.0  | 15 ± 1.4            |
| <i>Calluna vulgaris</i> stems      | 11 ± 2.2  | 8 ± 0.6             |

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace

Rozdíly v průběhu ztrát vyluhováním pravděpodobně odrážejí strukturální rozdíly mezi substráty (níže listy resp. jehlice stromů). Například rozemletí smrkového opadu zvýšilo ztráty vyluhováním za první den cca desetinásobně (simulace rozmělnění půdními živočichy).

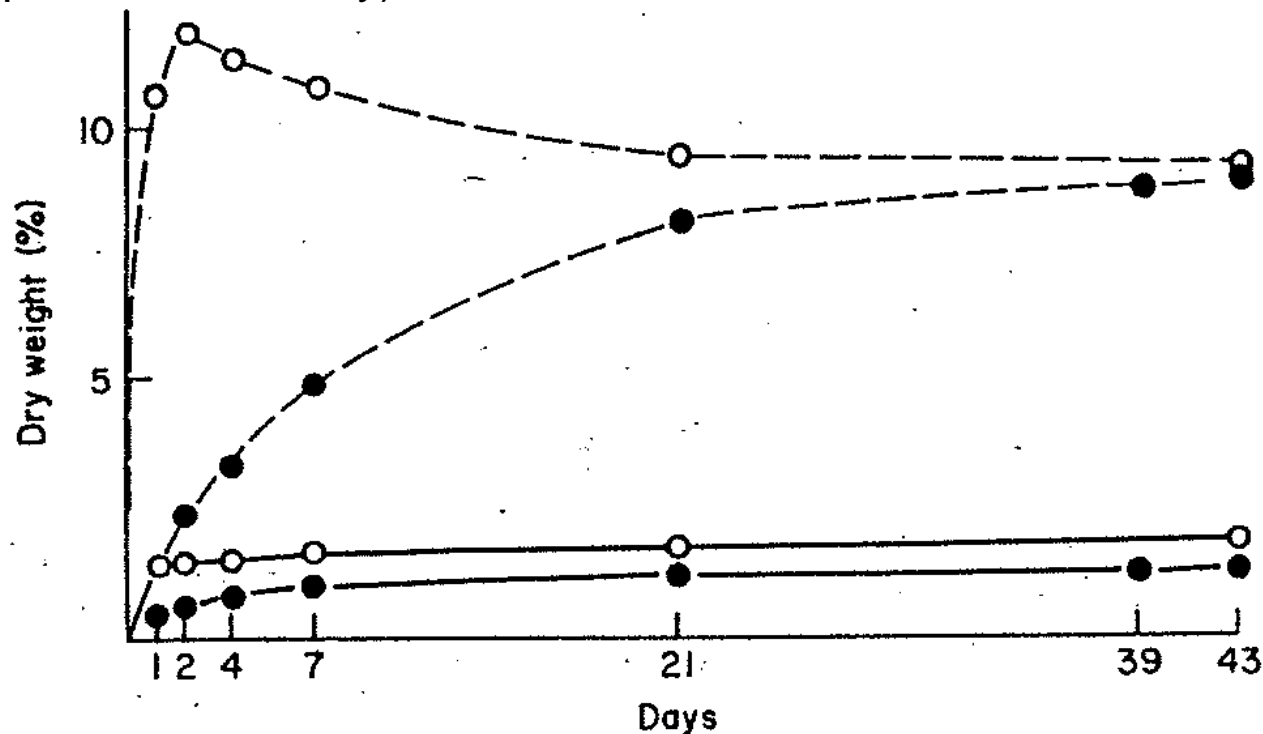
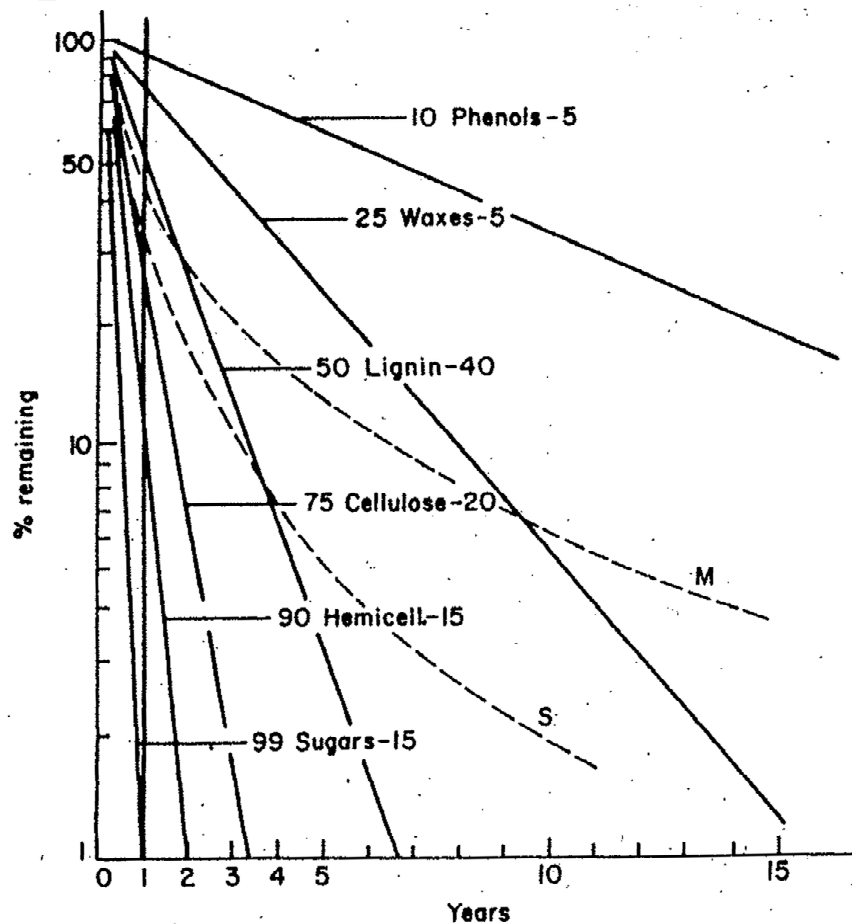


FIG. 4.3. Losses of water soluble organic (---) and inorganic (—) material from *Betula* (○) and *Picea* (●) leaf litter during leaching under anaerobic conditions at 25°C. Results are the dry weight of leachate expressed as a percentage of litter dry weight, each point being a mean of three samples (from Nykvist 1961a).

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace



- U přírodního, komplexního zdroje odráží celková ztráta hmotnosti souhrn dekompozičních křivek jednotlivých frakcí substrátu (teoretická křivka S v grafu).
- Interakce mezi komponentami (případně vznik nových) mají za důsledek vyšší odolnost vůči rozkladu než by se dalo předpovědět na základě rozkladu jednotlivých komponent (jak ukazuje křivka M v grafu).

FIG. 4.4. The decomposition curves of the various groups of constituents, if their decomposition could be represented by a logarithmic function (the straight lines from the point 100%). The number in front of the name of the constituent indicates the loss after one year. The number after the constituent represents its percentage in weight of the original litter (these values are rough averages and they do not represent a specific analysis). The line S shows the summation curve obtained by annual summation of the residual values of the separate components. The line M gives an approximation, based on some analyses, of the probable course of the decomposition of similar resources in the mor-type at Hackfort (from Minderman 1968).

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace

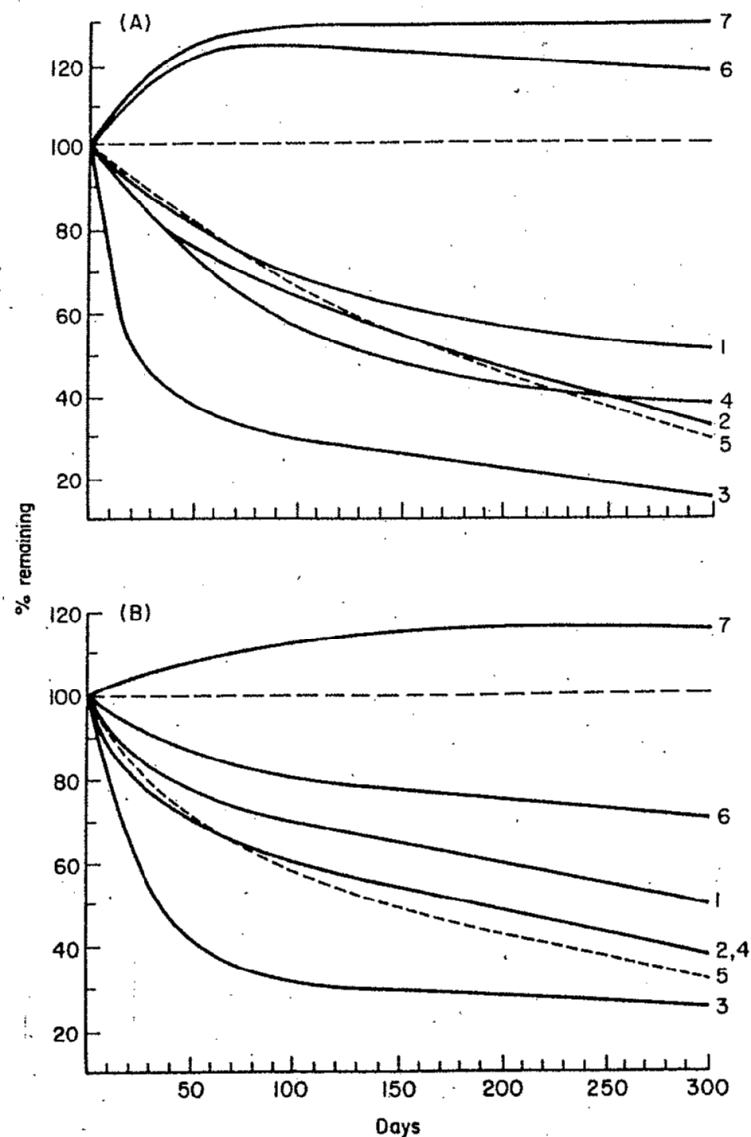


FIG. 4.5. Decomposition of the component substrates of leaf litters of (A) *Pinus* and (B) *Betula* under laboratory conditions (Mikola 1955). (1) Total weight; (2) Ether and alcohol soluble; (3) Water soluble; (4) Hemicelluloses; (5) Cellulose; (6) Lignin; (7) Crude protein.

- Ztráta hmotnosti celkového opadu a většiny jeho komponent se blíží záporné exponenciální funkci.
- Nárůst celkových bílkovin a ligninu: růst mikroorganismů, fixace dusíku, v případě ligninu případně změna účinnosti extrakce v důsledku změn ve struktuře rozkládající se hmoty nebo syntézí látek podobných ligninu mikroorganismy (extrahovaných v ligninové frakci).



## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace

### **Zdroje uhlíku a energie – potřeby rozkladačů**

- Největší kvantitativní potřeba: energie uvolňovaná z organických látek a uhlík k syntéze tkání (pletiv, buněk).
- Rostliná pletiva – vysoký podíl polysacharidů  
vs živočišné tkáně – vysoký obsah bílkovin a tuků
- Mikroorganismy: složení buněk se do značné míry řídí složením potravního zdroje!
- Vysoká potřeba N: může vést k imobilizaci N v mikrofloře pokud má potravní zdroj příliš vysoký poměr C/N.
- Přesto ukazují nové studie, že např. žížaly jsou limitovány obsahem C v potravě.

# Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace

Table 4.6. Major organic components (carbon and energy substrates) of decomposer resources.

|  | Deciduous<br>leaf<br>—young<br><i>Quercus</i><br>sp.<br>(1) | Deciduous<br>leaf<br>—old<br><i>Quercus</i><br>sp.<br>(1) | Conifer<br>needle<br>—old<br><i>Pinus</i><br>sp.<br>(1) | Grass leaf<br><i>Deschampsia</i><br><i>flexuosa</i><br>(2) | Grass<br>stem<br><i>Zea</i><br><i>mais</i><br>(1) | Deciduous<br>wood<br><br>Range<br>(3) |
|--|---|---|---|--|---|---------------------------------------|
| Lipid, ether soluble   | 8   | 4   | 24  | 2  | 2   | 2-6                                   |
| Storage/metabolic carbohydrate, water soluble (cold and hot) | 22  | 15  | 7   | 13   | 15  | 1-2                                   |
| Cell wall polysaccharide, hemicellulose (alkali soluble)     | 13  | 16  | 19  | 24   | 18  | 19-24                                 |
| Cellulose (strong acid)                                      | 16  | 18  | 16  | 33   | 30  | 45-48                                 |
| Lignin, residue  | 21  | 30  | 23  | 14   | 11  | 17-26                                 |
| Protein, N × 6.25  | 9   | 3   | 2   | 2  | 1   | —                                     |
| Ash, incineration  | 6   | 5   | 2   | —  | 8   | 0.3-1.1                               |

|  | Conifer<br>wood<br><br>Range<br>(3) | Faeces<br>invertebrate<br><i>Glomeris</i><br><i>marginata</i><br>(4) | Faeces<br>vertebrate<br>Horse<br>(1) | Bacteria<br><br>Range<br>(5) | Fungi<br><br>Range<br>(7) | Earthworm<br><i>Lumbricus</i><br><i>terrestris</i><br>(7) | Arthropods<br><br>Various                       | Vertebrate<br>carcass<br><br>Steer<br>(11) |
|--|-------------------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------|---|---|--|
| Lipid, ether soluble   | 3-10                                | —  | 2                                    | 10-35                        | 1-42                      | 2-17  | 13-26 <sup>(6)</sup><br>(glycogen)              | 50   |
| Storage/metabolic carbohydrate, water soluble (cold and hot) | 2-8                                 | 2  | 5                                    | 5-30                         | 8-60<br>(chitin)          | 11-17   | 14-31 <sup>(6)</sup><br>(chitin) <sup>(6)</sup> | ?  |
| Cell wall polysaccharide, hemicellulose (alkali soluble)     | 13-17                               |  | 24                                   | 4-32                         | 2-15                      | —   | 5-9 <sup>(6)</sup>                              | 0  |
| Cellulose (strong acid)                                      | 48-55                               | 38   | 28                                   |                              |                           |   |   |  |
| Lignin, residue  | 23-30                               | ?  | 14                                   | 0                            | 0                         | 0   | 0   | 0  |
| Protein, N × 6.25  | —                                   | 11   | 7                                    | 50-60                        | 14-52                     | 54-72   | 38-50 <sup>(10)</sup>                           | 39   |
| Ash, incineration  | 0.2-0.5                             | 8  | 9                                    | 5-15                         | 5-12                      | 9-23  | ?   | 11   |

Sources: (1) Waksman (1952); (2) Mikola (1955); (3) Browning (1963); (4) Nicholson *et al.* (1966); (5) Luria (1960)—from laboratory cultures; (6) Compiled from Cochrane (1958) and Hawker (1950)—from laboratory cultures; (7) Laverack (1963); (8) Spector (1956) *Gasterophilus intestinalis* larva; (9) Jeuniaux (1971) suggests chitin contents in adult arthropods may exceed 50%; (10) Calculated from range of N contents in final four rows of Table 4.10; (11) Giese (1962).

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace

V absolutních hodnotách jsou ztráty hmotnosti u polysacharidů vysoké, celková dekompozice bude určována rozkladem sacharidů buněčných stěn.

**Table 4.7.** The fraction of individual organic components lost during decomposition, and the contribution of each component to the total weight loss (from Swift 1976 after Tenney & Waksman 1929).

|                    | Corn stalk <sup>1</sup> |                        |                        | Oak leaf <sup>2</sup> |                        |                        |
|--------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
|                    | Fraction lost           | Actual weight lost (g) | Fraction of total loss | Fraction lost         | Actual weight lost (g) | Fraction of total loss |
| Dry matter         | 0.36                    | 74.0                   | 1.00                   | 0.22                  | 50.0                   | 1.00                   |
| Ether soluble      | 0.30                    | 1.1                    | 0.02                   | 0.26                  | 2.1                    | 0.04                   |
| Cold water soluble | 0.80                    | 17.1                   | 0.23                   | 0.81                  | 15.0                   | 0.30                   |
| Hot water soluble  | 0.55                    | 4.0                    | 0.05                   | 0.46                  | 5.8                    | 0.12                   |
| Cellulose          | 0.44                    | 26.2                   | 0.35                   | 0.34                  | 10.4                   | 0.21                   |
| Hemicellulose      | 0.41                    | 14.7                   | 0.20                   | 0.27                  | 7.9                    | 0.16                   |
| Lignin             | 0.00                    | 0.0                    | 0.00                   | 0.00                  | 0.0                    | 0.00                   |

<sup>1</sup> Loss after 27 days; original weight 203 g.

<sup>2</sup> Loss after 66 days; original weight 223 g.

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace

Přítomnost ligninu zpomaluje rozklad celulózy.

**Table 4.8.** The effect of lignin content on the ability of bacteria to decompose cellulose associated with it. Decomposition over a 21-day period of cellulose complexed with differing amounts of lignin prepared by extraction of lignin from jute by monoethanolamine treatment for varying times; the test organism was *Pseudomonas ephemerocyanea*. (Fuller & Norman 1943).

| Cellulose content (%) | Lignin content (%) | % of cellulose decomposed |
|-----------------------|--------------------|---------------------------|
| 99.2                  | 0.0                | 100.0                     |
| 95.5                  | 3.3                | 95.6                      |
| 89.2                  | 5.3                | 83.1                      |
| 82.7                  | 11.9               | 37.9                      |
| 75.6                  | 12.6               | 17.7                      |

# Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace

## Obsah živin v primárních zdrojích a v rozkladačích

**Table 4.10.** Nutrient element composition of primary resources and decomposers (% dry weight). All leaf material after litter fall; root and wood from living plants. Sources: (1) Daubenmire & Prusso (1963); (2) Heal, Latter & Howson (1978); (3) Allen *et al.* (1974); (4) Frankland *et al.* (1978); (5) Cromack *et al.* (1975); (6) Swift (1977b); (7) Stark (1973); (8) Luria (1960); (9) Ausmus & Witkamp (1973) quoted by (10) McBrayer *et al.* (1974).

| Primary resource              | Species                     | Source | N    | P    | K    | Ca    | Mg   |
|-------------------------------|-----------------------------|--------|------|------|------|-------|------|
| Deciduous leaf                | <i>Populus tremuloides</i>  | (1)    | 0.56 | 0.15 | 0.60 | 2.35  |      |
|                               | <i>Betula papyrifera</i>    | (1)    | 0.58 | 0.32 | 0.78 | 1.71  |      |
| Conifer leaf                  | <i>Abies conocarpa</i>      | (1)    | 0.69 | 0.09 | 0.30 | 1.18  |      |
|                               | <i>Pinus contorta</i>       | (1)    | 0.51 | 0.04 | 0.15 | 0.55  |      |
| Sedge leaf                    | <i>Eriophorum vaginatum</i> | (2)    | 0.97 | 0.04 | 0.09 | 0.20  | 0.08 |
|                               | <i>Nardus stricta</i>       | (2)    | 0.53 | 0.03 | 0.10 | 0.08  | 0.08 |
| Herb leaf                     | <i>Rubus chamaemorus</i>    | (2)    | 1.31 | 0.07 | 0.09 | 0.85  | 0.53 |
| Shrub shoot                   | <i>Calluna vulgaris</i>     | (2)    | 1.38 | 0.07 | 0.09 | 0.34  | 0.06 |
| Tree root large               | <i>Quercus petraea</i>      | (3)    | 0.5  | 0.06 | 0.2  | 0.4   | 0.08 |
| Tree root small               | <i>Q. petraea</i>           | (3)    | 0.9  | 0.10 | 0.4  | 0.4   | 0.11 |
| Sedge root                    | <i>E. vaginatum</i>         | (2)    | 0.50 | 0.06 | 0.21 | 0.11  | 0.08 |
| Outer bark                    | <i>Q. petraea</i>           | (3)    | 0.5  | 0.17 | 0.08 | 0.5   | 0.03 |
| Cambium                       | <i>Q. petraea</i>           | (3)    | 0.9  | 0.08 | 0.4  | 1.3   | 0.15 |
| Sapwood                       | <i>Q. petraea</i>           | (3)    | 0.16 | 0.02 | 0.14 | 0.05  | 0.01 |
| Inner heartwood               | <i>Q. petraea</i>           | (3)    | 0.10 | 0.01 | 0.06 | 0.06  | 0.01 |
| Decomposers                   |                             |        |      |      |      |       |      |
| Fungus mycelium (on leaf)     | <i>Mycena galopus</i>       | (4)    | 3.60 | 0.24 | 0.57 | —     | —    |
| Fungus fruit bodies (on leaf) | Mixed                       | (5)    | —    | 0.68 | 2.90 | 0.07  | 0.07 |
| Fungi (on leaf)               | Mixed                       | (9)    | 2.80 | 0.24 | 0.12 | 3.30  | 0.19 |
| Fungus mycelium (on wood)     | <i>Stereum hirsutum</i>     | (6)    | 1.34 | 0.09 | 0.41 | 0.79  | 0.10 |
| Fungus fruit bodies (on wood) |                             | (7)    | 1.87 | 0.33 | 0.88 | 0.07  | 0.12 |
| Bacteria—culture              | Range                       | (8)    | 8–15 | 2–6  | 1–2  | 1     | 1    |
| Bacteria—leaves               | Mixed                       | (9)    | 4.0  | 0.91 | 1.50 | 0.95  | 0.15 |
| Oligochaeta                   | —                           | (3)    | 10.5 | 1.1  | 0.5  | 0.3   | 0.2  |
| Diplopoda                     | —                           | (3)    | 5.8  | 1.9  | 0.5  | 14.0  | 0.2  |
| Insecta                       | —                           | (3)    | 8.5  | 6.9  | 0.7  | 0.3   | 0.2  |
| Detritivores                  |                             | (10)   | 7.74 | 0.80 | 0.13 | 10.30 | 0.27 |
| Fungivores                    |                             | (10)   | 7.74 | 1.39 | 0.40 | 3.95  | 0.46 |

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace

**Table 4.13.** Egg production and moulting frequency of *Folsomia candida* on a diet of *Coriolus versicolor* grown at varying N levels (Booth & Anderson 1979).

|   | No Food | Levels of nitrogen |        |         |          |
|---|---------|--------------------|--------|---------|----------|
|   |         | 2 ppm              | 20 ppm | 200 ppm | 2000 ppm |
| Egg laying rate<br>eggs ind <sup>-1</sup> wk <sup>-1</sup>  | 1.6     | 9.9                | 14.3   | 28.4    | 6.5      |
| Moulting rate<br>exuviae ind <sup>-1</sup> wk <sup>-1</sup> | 0.41    | 0.61               | 0.69   | 0.83    | 0.79     |



Outkovka pestrá  
(*Trametes = Coriolus versicolor*)

**Table 4.14.** Micronutrient element composition of decomposers compared with the resources on which they are growing ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ). (1) Cromack *et al.* (1975); (2) McBrayer *et al.* (1974); (3) Stark (1973).

|                  | Na       | Cu       | Zn         | Mn     | Fe       |
|------------------|----------|----------|------------|--------|----------|
| Leaf litter (1)  | 3.6      | 17.3     | 67         | 858    | 17.3     |
| Basidiocarps (1) | 824      | 44       | 108        | 157    | 44       |
| Insecta (2)      | 0.3      | 50       | 150        | 30     | 200      |
| Isopoda (2)      | 0.3      | 50       | 130        | 40     | —        |
| Pine needles (3) | 265      | 4.5      | 19.3       | 88     | 38       |
| Rhizomorphs (3)  | 219–2400 | 244–34.2 | 39.2–213.0 | 88–193 | 669–6815 |

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace

Chutnost stromového opadu pro žížaly v závislosti na jeho obsahu taninů:

**Table 4.15. Palatability of tree litters to earthworms in relation to their tannin content (Satchell & Lowe 1967).**

| Litter   | Unweathered                       |                  |              |       | Weathered                         |                  |              |       |
|----------|-----------------------------------|------------------|--------------|-------|-----------------------------------|------------------|--------------|-------|
|          | Leaf discs eaten as % of controls | Tannins % dry wt |              |       | Leaf discs eaten as % of controls | Tannins % dry wt |              |       |
|          |                                   | Condensed        | Hydrolysable | Total |                                   | Condensed        | Hydrolysable | Total |
| Elm      | 362                               | 0                | 0            | 0     | 358                               | 0                | 0            | 0     |
| Alder    | 324                               | 0                | 0            | 0     | 336                               | 0                | 0            | 0     |
| Sycamore | 298                               | 0                | 0            | 0     | 386                               | 0                | 0            | 0     |
| Birch    | 281                               | 0.22             | 0.11         | 0.33  | 342                               | 0                | 0            | 0     |
| Spindle  | 275                               | 0                | 0.10         | 0.10  | 338                               | 0                | 0            | 0     |
| Ash      | 260                               | 0                | 1.22         | 1.22  | 279                               | 0                | 0            | 0     |
| Lime     | 247                               | 0.40             | 0.05         | 0.45  | 331                               | 0                | 0            | 0     |
| Hazel    | 169                               | 0.20             | 0.32         | 0.52  | 182                               | 0                | 0            | 0     |
| Gean     | 143                               | 0.63             | 0            | 0.63  | 234                               | 0.02             | 0            | 0.02  |
| Beech    | 84                                | 1.96             | 0.40         | 2.36  | 184                               | 0.10             | 0            | 0.10  |
| Pine     | 44                                | 1.81             | 1.38         | 3.19  | 74                                | 0                | 0            | 0     |
| Larch    | 38                                | 1.27             | 3.95         | 5.22  | 84                                | 0                | 0            | 0     |
| Oak      | 21                                | 0.88             | 0.45         | 1.33  | 173                               | 0.05             | 0            | 0.05  |

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace

### **Poměr C : N**

Většina rostlinných pletiv: 40-80 : 1

Mikrobiální buňky a živočišné tkáně: 10 : 1

K akumulaci 11 g biomasy potřebuje populace mikroorganismů zabudovat 1 g N !

**Je-li C dostupný v nadbytku** (vstup látky s vysokým poměrem C:N) je přijímán dodatečný N (nepocházející z rozkládané látky) z prostředí, je-li dostupný.

Důsledek: veškerý N, který byl dostupný, je **imobilizován v mikrobiální biomase**. Dochází k inhibici růstu rostlin vlivem nedostatku N.



# Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace

## Imobilizace dusíku

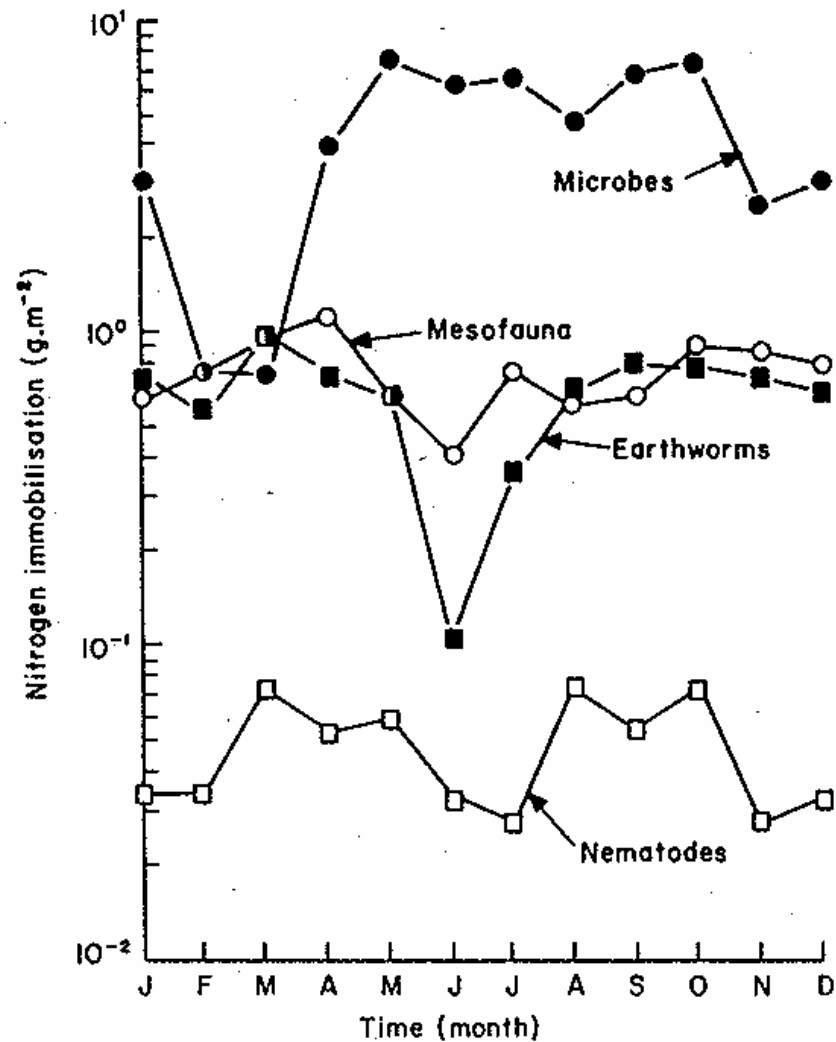


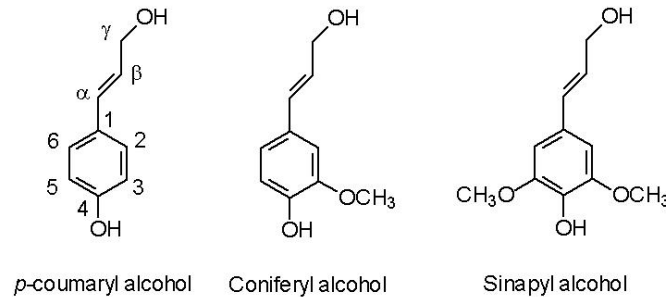
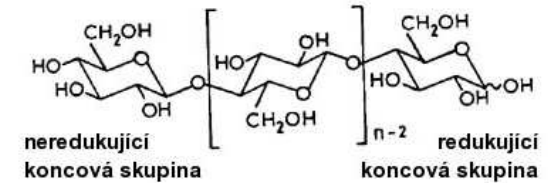
FIG. 3.15. Comparison of microbial nitrogen immobilisation with that of mesofaunal arthropods, earthworms, and nematodes. While microbial immobilisation is much greater than that of fauna, faunal immobilisation is much more constant through the year (after Ausmus, Edwards & Witkamp 1976).

# Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace

Dvě hlavní komponenty odumřelé fytomasy (listový opad, dřevitý odpad – „woody debris“) jsou

- **celulóza a**

- **lignin.**



**prekuzory lininu**



**celulóza**

Většina **živočišných konzumentů** (saprofágů = detritivorů) není schopna tyto sloučeniny využívat, protože jim

**chybí potřebné enzymy.**

**Celulázy** byly nalezeny jen u několika fytofágů a saprofágů:

- několika měkkýšů (vč. *Helix pomatia*)
- larev některých dipter
- několika žížal.

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace

**Proč živočichům tyto enzymy chybí?**

Jak celulóza tak lignin mají **polymerní strukturu**, sestávají z **C, H a O**.

**Dissimilací C** získávají organismy **energii**.

**Na rozdíl od živin jako N a P je C** v potravních zdrojích **hojným prvkem**.

Aby získaly potřebné množství vzácnějších prvků, **pozřou** větší organismy **velké množství živé nebo mrtvé fytomasy** a

**neinvestují do vysoké efektivity trávení těchto strukturálních komponent**.

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace

### **Lépe rozložitelné rostlinné části, např. spadlé ovoce.**

Jsou žrány mnohými polyfágy (= omnivory): druhy hmyzu, ptáků, savců.

Svébytná mikroflora (jako u každého typu zdroje), dominovaná **kvasinkami**.

Tyto kvasinky a jejich metabolické produkty jsou žrány specializovanými druhy octomilek (Diptera: Brachycera: ***Drosophila*** spp.).

Octomilky mají enzym alkoholdehydrogenázu, kterým rozkládají ethanol (jinak toxický).

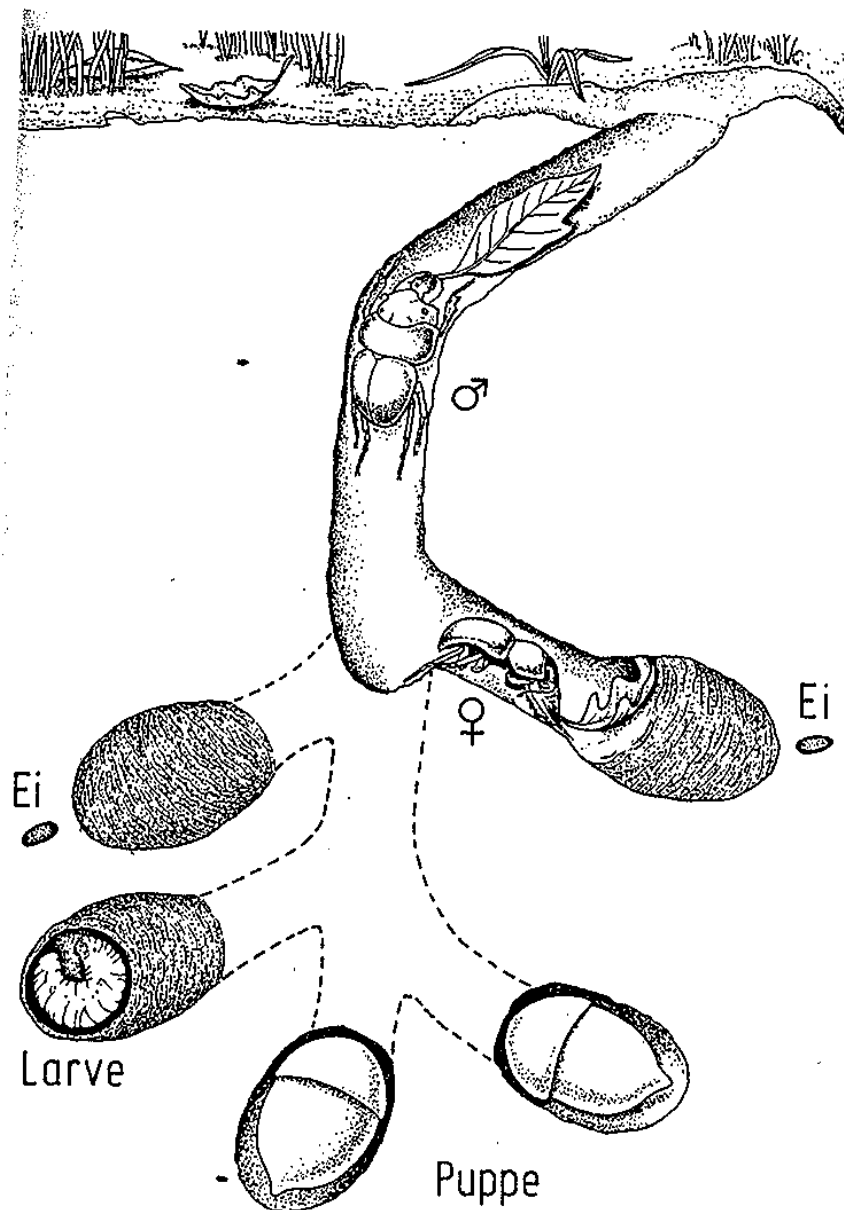
Jednotlivé druhy jsou specializované na jednotlivé druhy ovoce nebo zeleniny v rozkladu (během dekompozice tyto produkují různá množství alkoholu – méně zelenina, více ovoce).

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – opadu z vegetace



Chrobák révový (*Lethrus apterus*)  
(Coleoptera: Scarabeidae s.l.):

Larva žere fermentované listy  
vinné révy (*Vitis vinifera*).



## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – dřeva

Různé cesty, kterými  
je rozkládána celulóza:

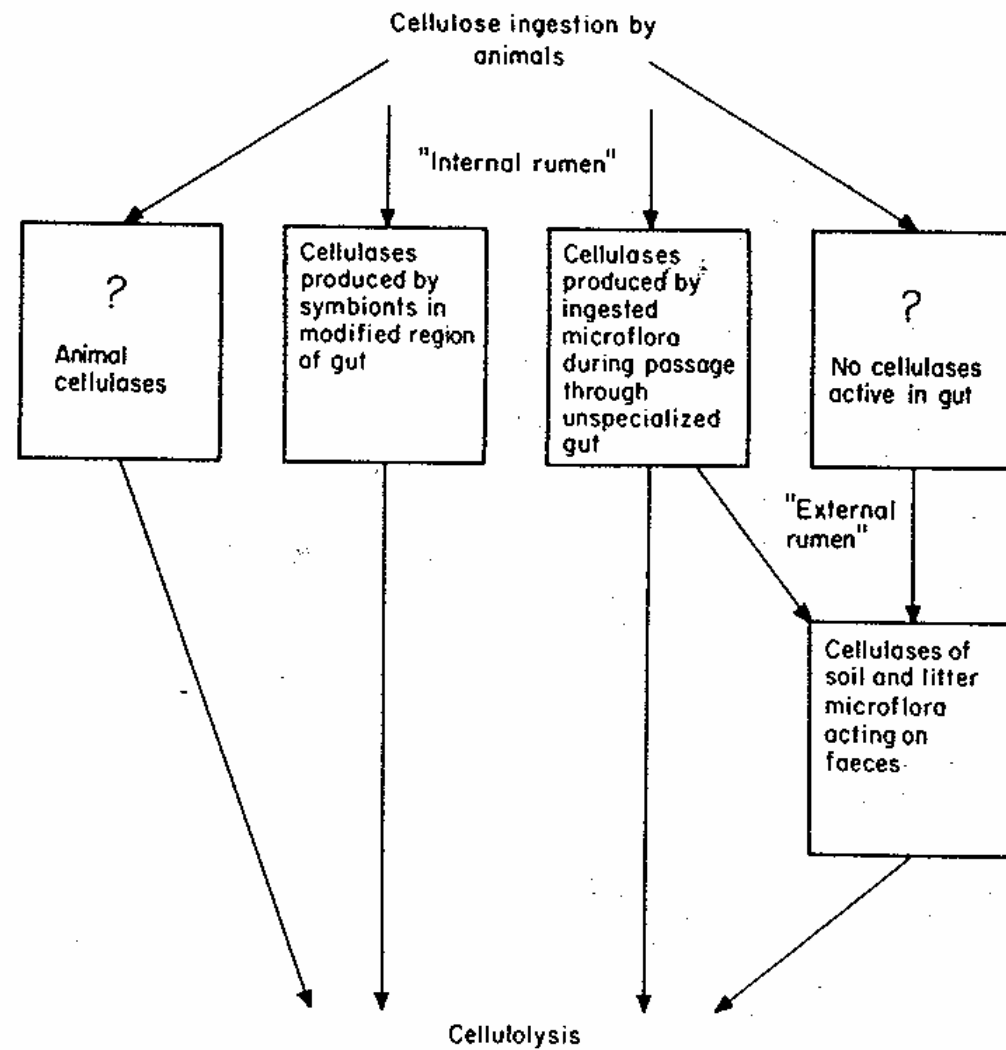


FIG. 3.12. The action and interaction of saprotrophic animals and microorganisms in cellulose decomposition.

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – degradativní sukcese

### **Symbiotické vztahy – obligátní mutualismus:**

Prvoci a bakterie v trávicím ústrojí primitivnějších termitů a švábů (také u koprofágních brouků, např. Scarabidae, Geotrupidae).

*Eutermes* (Isoptera):

- prvoci v zadní části střeva (proctodeum – rozšířené na rektální kapsu),
- prvoci žerou malé částice dřeva,
- prvoci mohou tvořit až přes 60 % hmotnosti těla termita.

Obsah ve dřevě:

Obsah v trusu termitů:

|          |      |
|----------|------|
| celulóza | 55 % |
| pentosan | 18 % |
| lignin   | 27 % |

|               |
|---------------|
| 18 %          |
| 8.5 %         |
| <b>75.5 %</b> |

Někteří termiti tráví také lignin:

Zástupci rodu **Reticuloformes** snižují obsah ligninu o více než 80 %.

# Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – degradativní sukcese

## Degradativní sukcese (**Degradative succession**)

### Co to je sukcese?

- " A continuous process of change in vegetation which can be separated into a series of phases" (Tansley 1935)
- " The non-seasonal, directional and continuous pattern of colonization and extinction on a site by species populations" (Begon et al. 1990)
- " The directional change in vegetation during ecological time" (Krebs 1994)

Všechny definice jsou založeny na představě, že se sukcese liší od náhodných výkyvů ve struktuře společenstva; vývoj někam směřuje.

Jako sukcese byly však popsány také cyklické změny ve společenstvech.

Sukcese představuje sled populací, které se navzájem nahrazují, což vede k změnách ve složení společenstva; tyto postupné změny mají svůj řád a jsou nazývány sérou (angl. **sere**), přičemž každé ze společenstev, které charakterizuje danou sukcesí, představuje určité serální stádium.



# Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – degradativní sukcese

## **Dva typy sukcese**

**Primární:** sled druhů na nově vzniklých stanovištích, které do té doby nebyly ovlivňovány žádným společenstvem, např. nově vzniklé písečné duny, toky lávy, území obnažené po ústupu ledovců, nebo ostrov, který vznikl náhlým vynořením v důsledku sopečné činnosti.

**Sekundární:** sukcese na místech kde byla vegetace částečně či zcela odstraněna, kde však zůstala dobře vyvinutá půda včetně uložených semen a spór tak, že výsledný sled druhů je v zásadě důsledkem interakcí jako jsou konkurence a herbivorie, např. sukcese na opuštěném poli (úhoru).

# Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – degradativní sukcese

## **Klimaxové společenstvo**

více méně trvalé a konečné stádium určité sukcese, často charakteristické pro dané (omezené) území.

Dvě teorie:

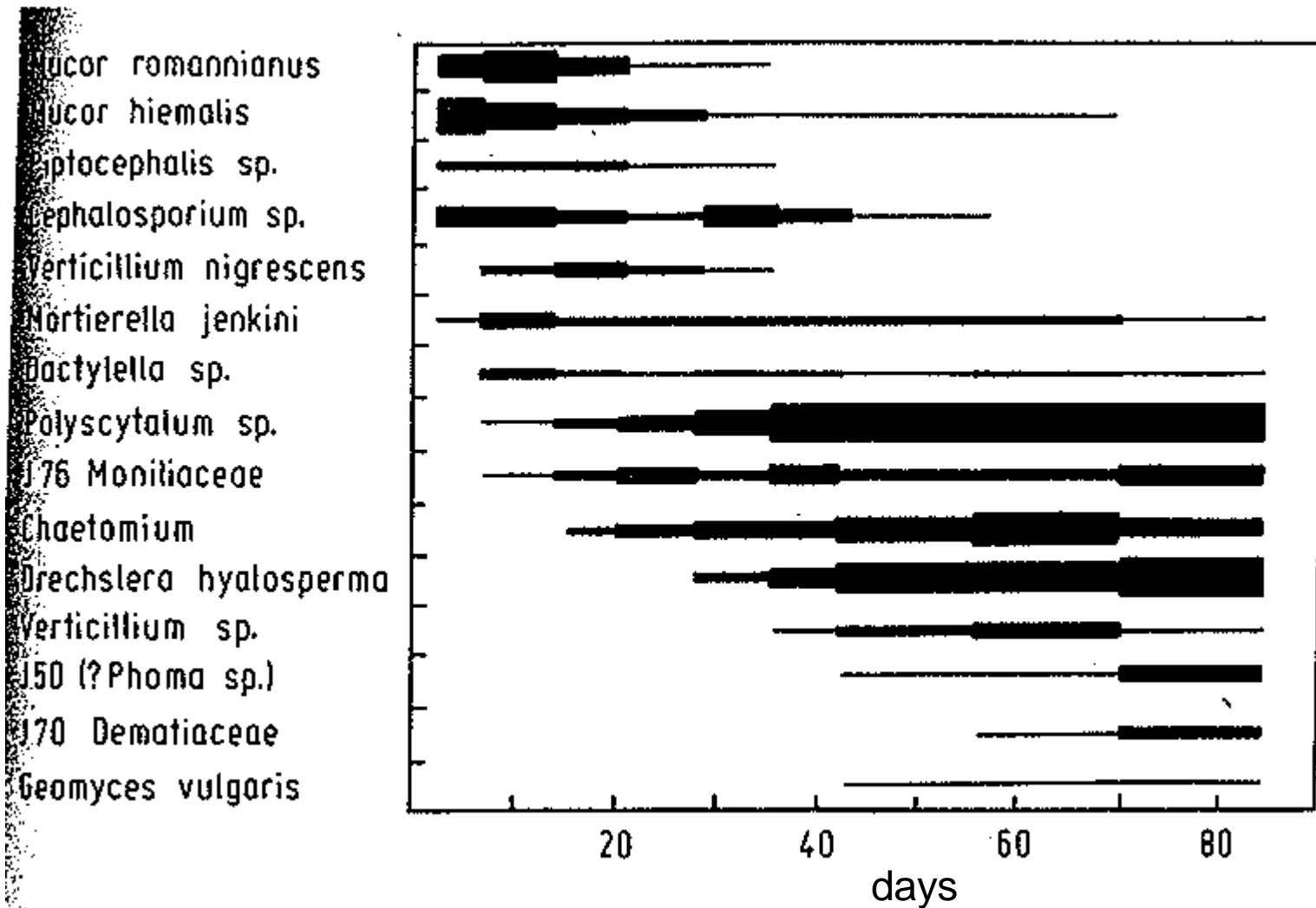
**Monoklimax:** Dle Clementse existuje pro každou klimatickou oblast jen jediný pravý klimax, který představuje konečné stádium všech sukcesí, nezávisle na jejich výchozím bodě; např. sukcese na písečných dunách, úhorech, zazemněných tůních apod. nakonec vedou ke stejnému klimaxovému společenstvu.

**Polyklimax** – Gleason a Tansley došli k názoru, že lokální klimax může být důsledkem kombinace klimatu, půdních podmínek, topografie, výskytu požárů, atd. Jedna klimatická oblast tak může obsahovat vícero svébytných typů klimaxu.

**Degradativní sukcese** je sukcesí ve smyslu vývoje séry sukcesních stádií v závislosti na složení rozkládané látky, klimatu (makro i mikroklimatu, např. vlhkosti) a půdě/podloží (ale také na tom, který organismus zdroj kolonizuje jako první, což může ovlivnit celý průběh rozkladu i složení společenstev, které se na něm podílejí).

**Nekončí však klimaxem** ale vyčerpáním zdroje, tj. rozkládaného materiálu.

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – degradativní sukcese



Sukcese druh hub na trusu svinule rodu *Glomeris* (Diplopoda); výška značí zastoupení druhu ve společenstvu.

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – degradativní sukcese

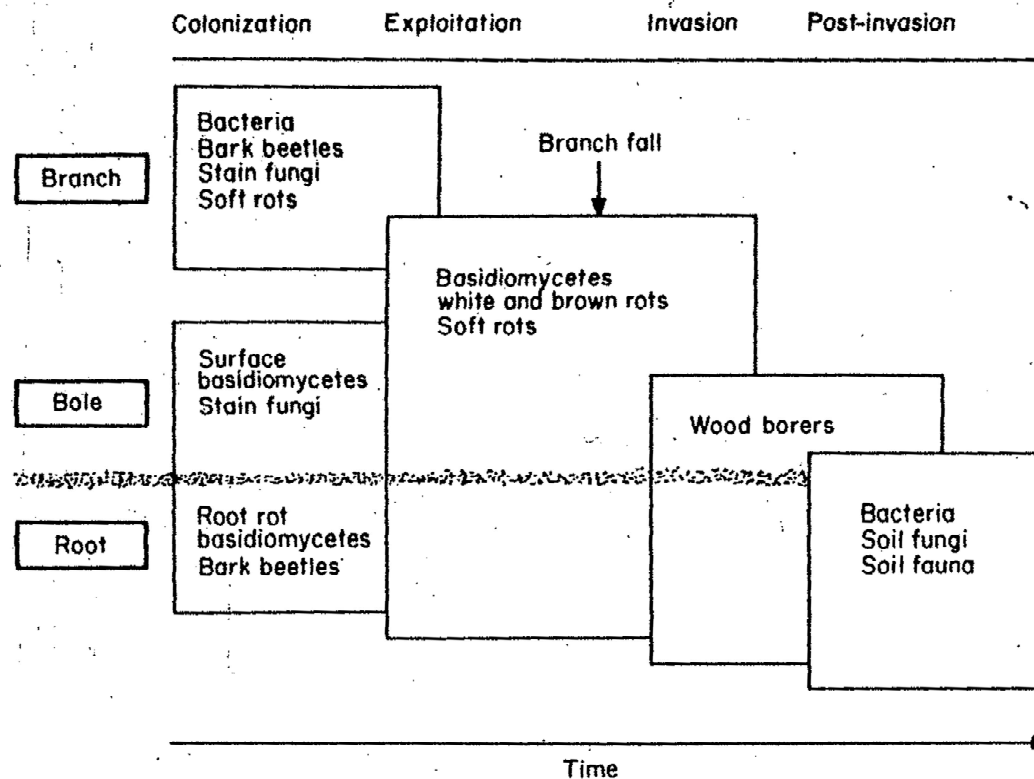


FIG. 4.16. Patterns of succession in decomposing branch and stump wood. The dominant organisms during the four major stages of the decomposition of 'typical' resources in a British woodland are indicated. The succession in any one branch or stump may differ markedly from the above pattern; some of the groups mentioned may never appear or entirely different ones dominate or the sequence may be substantially altered. Within this high degree of heterogeneity the above pattern is, however, the predominant one (from Swift 1977a).

Sukcese organismů na tlejícím dřevě větví a pařezů

# Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – dřeva



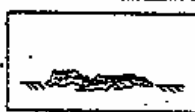

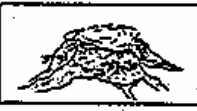
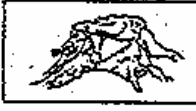

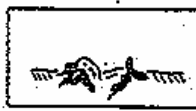

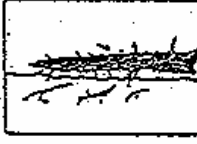
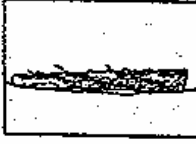
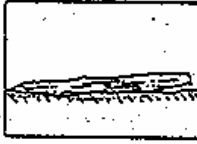


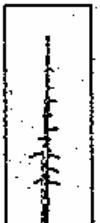
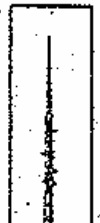
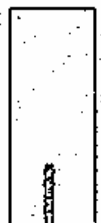

| Typ dřeva               | Stupně rozkladu   |  |   |   |   | Čas ( roky)              |
|-------------------------|---|--|---|---|---|--------------------------|
| TOTHOLZ-FORM            | Z E R S E T Z U N G S - G R A D   |  |   |   |   | ZEIT-<br>Bedarf<br>I – V |
|                         | I   | II   | III   | IV  | V   |                          |
| větvičky                | FEIN-REISIG   |  |   |   |   | > 10 J.                  |
| větve                   | ÄSTE  |  |   |   |   | > 20 J.                  |
| kusy kmenů              |    |  |    |   |    | > 30 J.                  |
| pahýly                  | HOCH-STUBBEN  |  |   |   |   | > 50 J.                  |
| pařezy                  |    |    |    |    |    | > 15 J.                  |
| části korun             | KRONENTEILE   |  |   |   |   | > 20 J.                  |
| kořenové koláče         | WURZELTELLER  |  |   |   |   | > 30 J.                  |
| celé stromy,<br>ležící  |   |   |   |   |   | > 80 J.                  |
| celé stromy,<br>stojící |  |  |  |  |  | > 150 J.                 |

Abb. 2: Totholzformen in Wirtschaftswäldern und deren Veränderung im Laufe der Zersetzung. Die Angaben des Zeitbedarfs geben grobe Richtwerte an, die je nach Standort, Baumart und Umwelteinflüssen stark variieren können.

# Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – dřeva

## Sukcese společenstva hmyzu (zde Diptera) na tlejícím dřevu

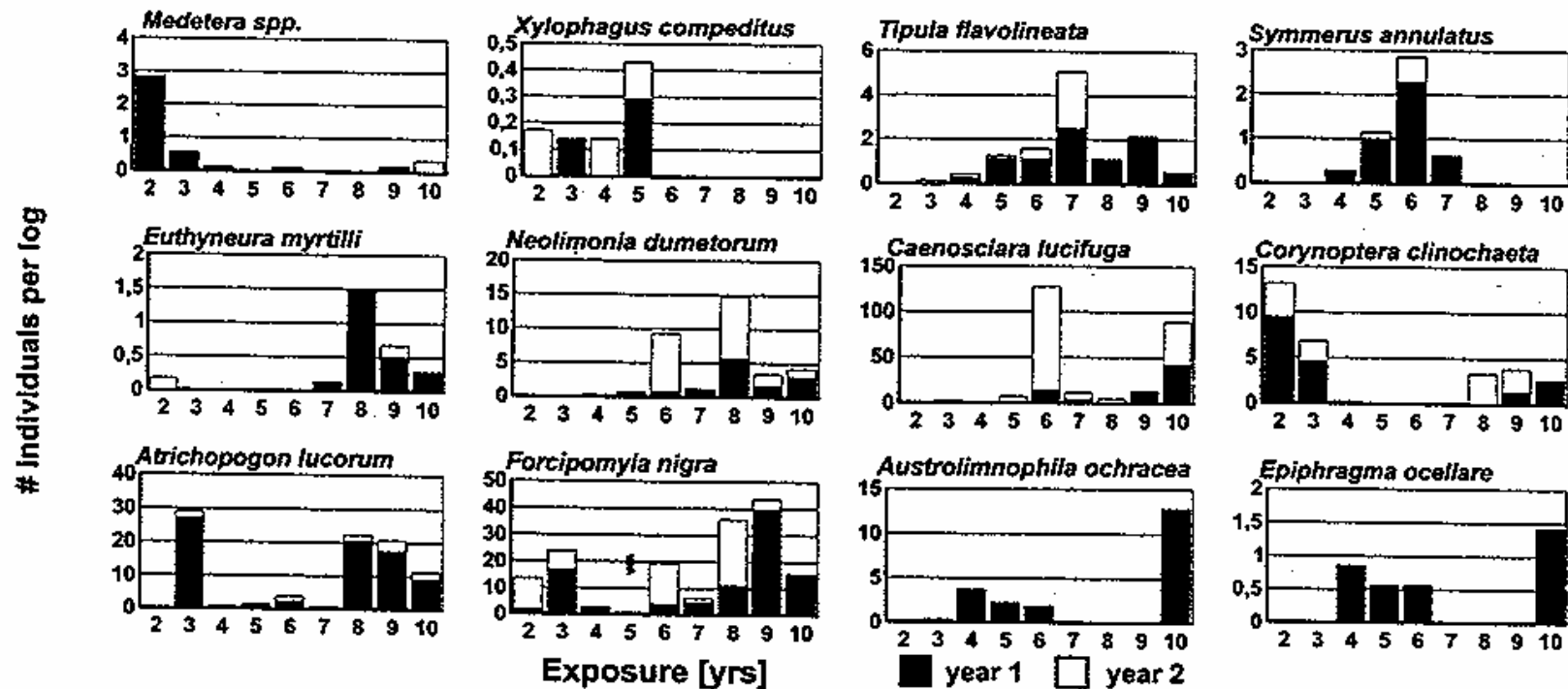


Fig. 3. Mean emergence abundances of selected dipteran species in the course of succession. Catches from "year 1" and "year 2" (see Materials and Methods) are indicated by different shadings

Průměrné abundance dvoukřídlých líhnoucích se ze silných bukových větví v kontaktu s půdou/listovým opadem v bučině na vápenci u Göttingenu, sev. Německo. Emergence byla sledována po dobu 10ti let (od umístění větví), na daném souboru (větvích uzavřených do fotoeklektoru) vždy po dva na sebe následující roky.

# Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – dřeva

Změny ve faktorech prostředí  
(= vlastnostech bukových větví)  
v průběhu času  
(ze stejné studie k sukcesi dvoukřídlých  
na bukovém dřevu jako na předcházející  
stránce).

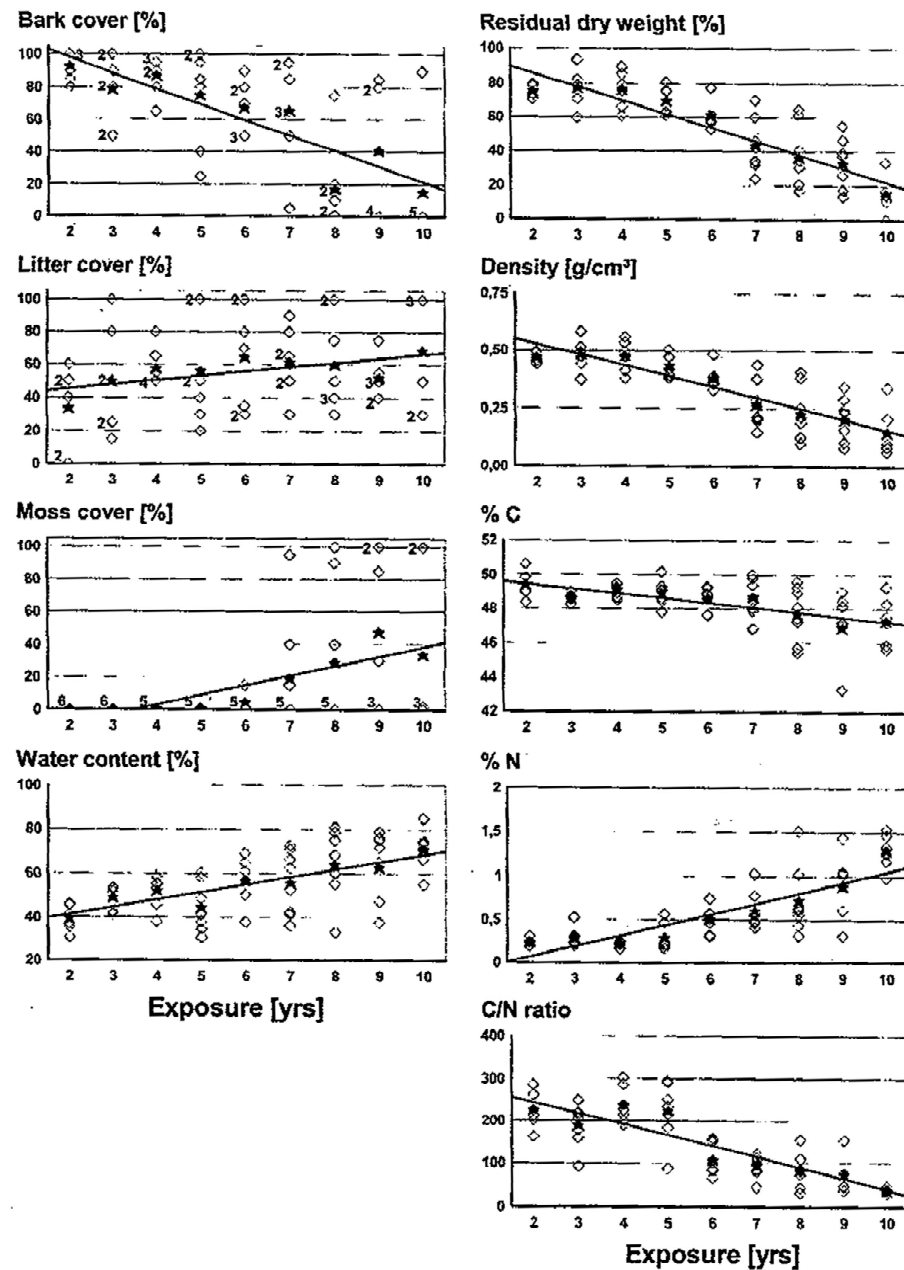
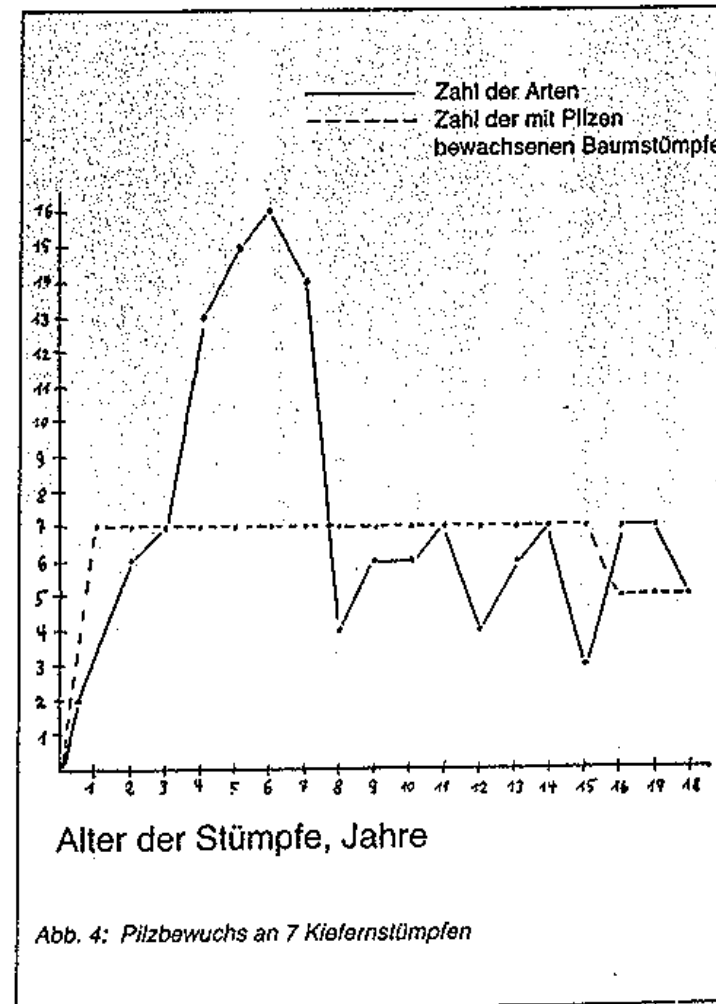
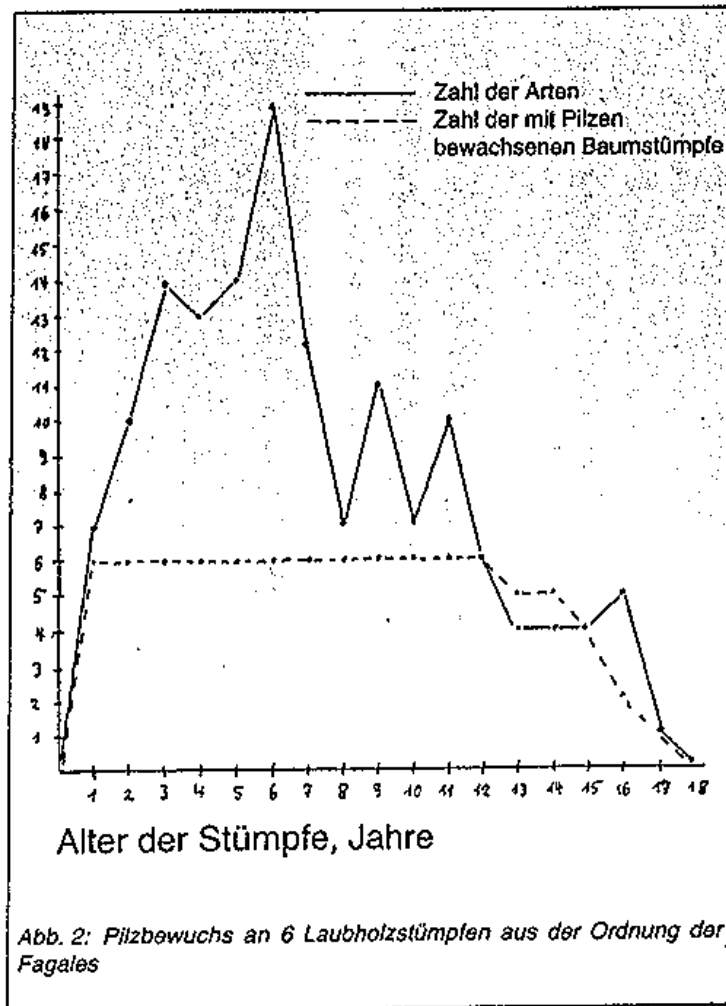


Fig. 2. Changes in environmental factors with time of exposure. Diamonds represent individual logs (identical values are indicated by numbers) and asterisks cohort means. Lines indicating trends are linear regressions for cohort means and significant ( $p < 0.05$ ) in all cases excepting litter cover

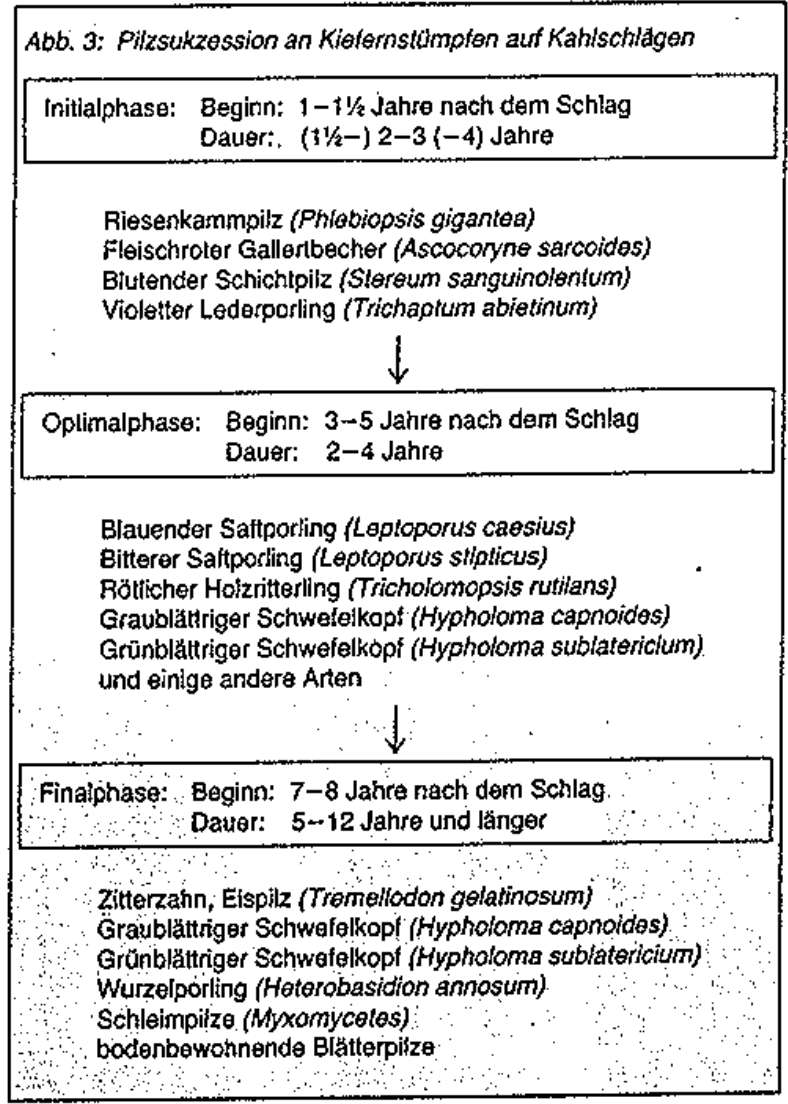
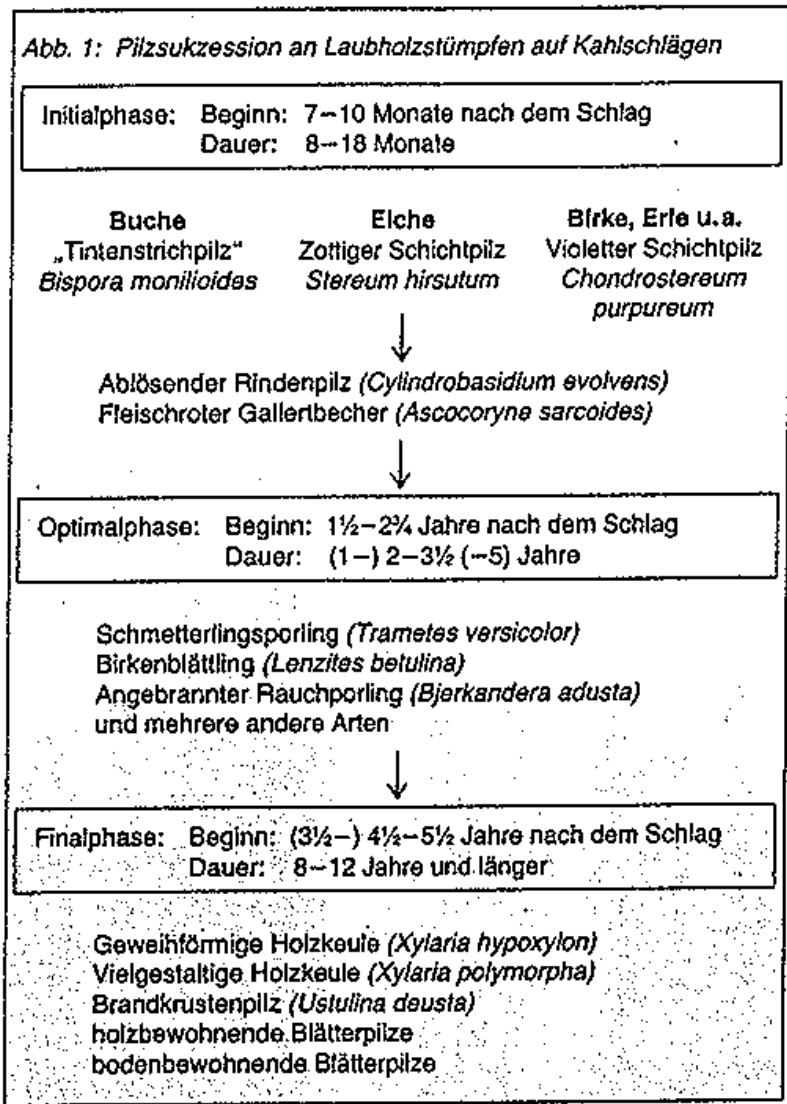
## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – dřeva



Růst hub na pařezích (vlevo - 6 pařezů listnáčů z řádu Fagales, vpravo – 7 pařezů borovice; protažená čára – počet druhů, přerušovaná čára – počet pařezů osídlených houbami; osa x: stáří pařezů v rocích)



# Rozklad organické hmoty – dřeva

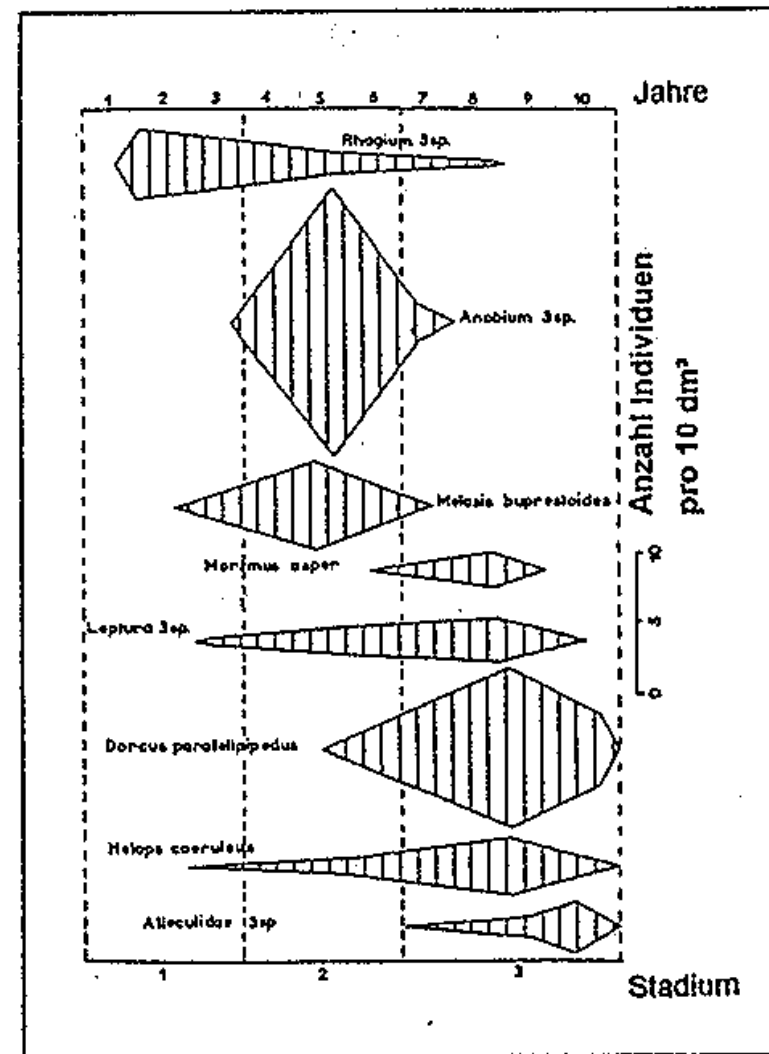


Sukcese hub na pařezích na lesních mýtinách: vlevo pařezy listnáčů, vpravo borové pařezy.

# Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – dřeva

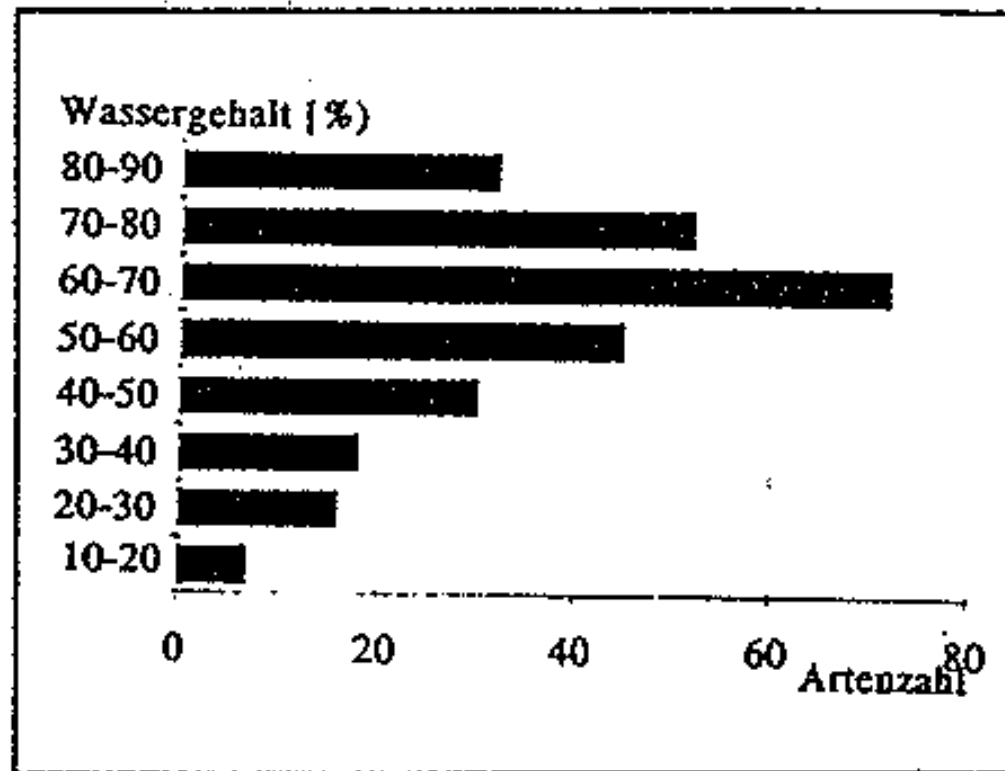
| Stádium rozkladu | DERKSEN 1941                                |   | BRAUNS 1970                                   |  |
|------------------|---|---|---|--|
| I                | Scolytidae<br>Colydidae                     | Borkenkäfer<br>Rindenkäfer                | Scolytidae<br>Platypodidae<br>Lymexylonidae   | Borkenkäfer<br>Kernkäfer<br>Werftkäfer         |
| II               | Cerambycidae<br>Lymexylonidae<br>Elateridae | Bockkäfer<br>Werftkäfer<br>Schnellkäfer   | Cerambycidae<br>Buprestidae<br>Curculionidae  | Bockkäfer<br>Prachtkäfer<br>Rüsselkäfer        |
| III              | Mordellidae<br>Lucanidae<br>Pyrochroidae    | Stachelkäfer<br>Hirschkäfer<br>Feuerkäfer | Lamellicornier<br>Tenebrionidae<br>Elateridae | Blatthornkäfer<br>Schwarzkäfer<br>Schnellkäfer |
| IV               | Mycetophagidae                              |   | Moder-, Humus-, Pilzfresser                   |  |

Sukcese taxocenózy brouků v průběhu rozkladu dřeva podle Derksena (na buku) a Braunse (různé dřeviny)



Kvantitativní vývoj zastoupení dominantních druhů brouků v odumřelém bukovém dřevě v průběhu jeho rozkladu (podle Dajoz, 1966)

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – dřeva



Poměr obsahu vody (%) a počtu druhů hmyzu v tlejícím dřevě (podle Dajoz, 1966)

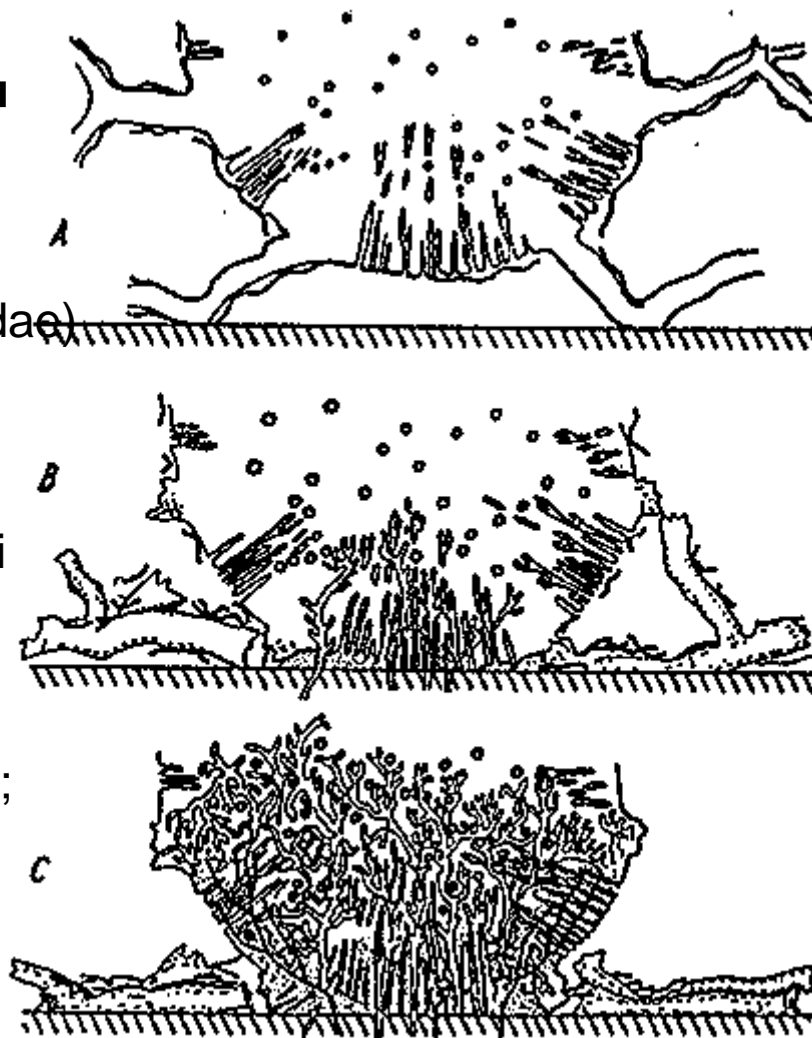
## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – dřeva

### **Stádia rozkladu padlého kmene stromu v tropické Africe:**

A – chodby larev tesaříků ve střední části, chodby jádrohlodovitých (Platypodidae) od obvodu do středu.

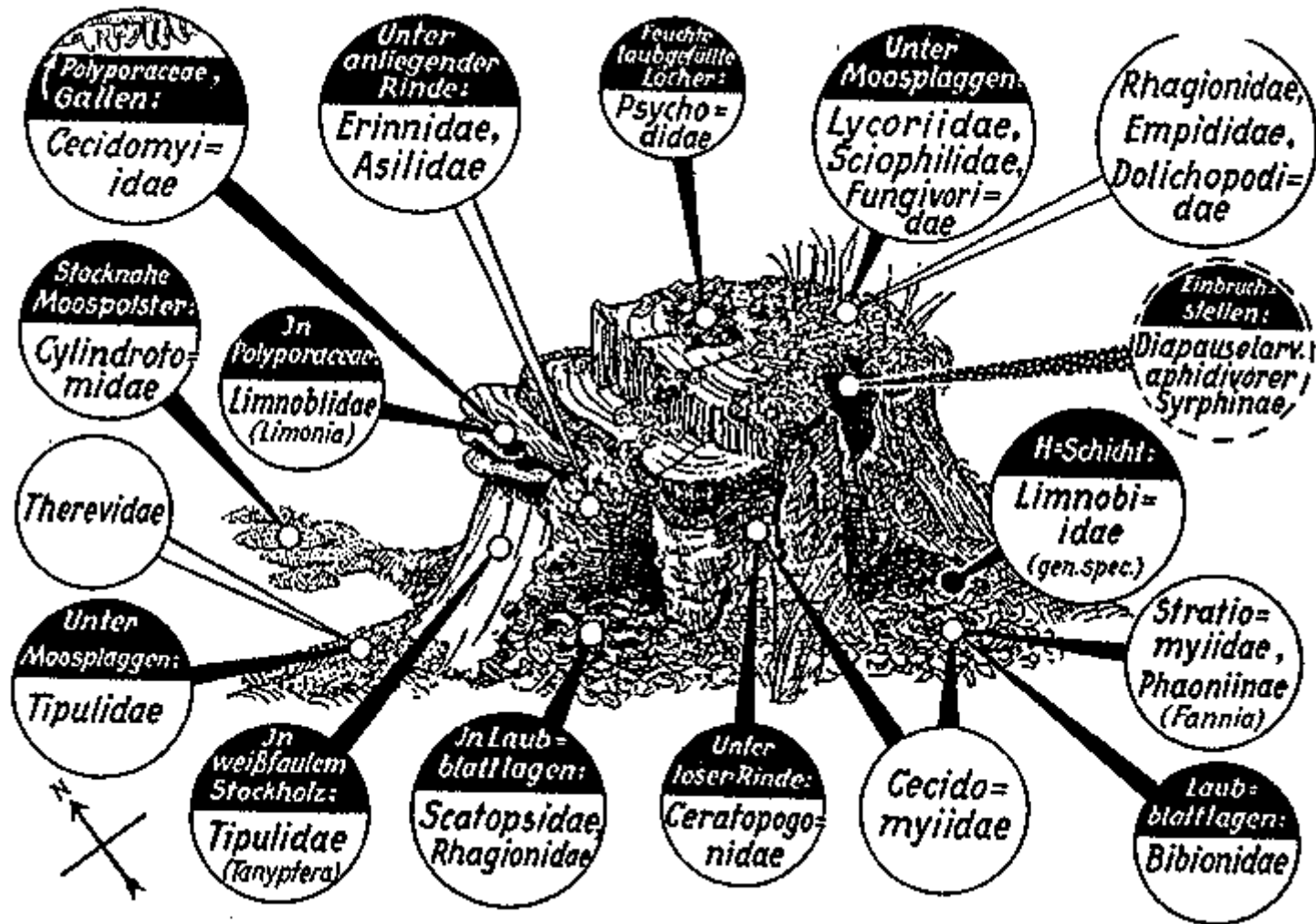
B – větve odpadlé, kůra odchlípená, stěny hmyzích chodeb pokryty bakteriemi a houbami; chodby termitů vedou od půdního povrchu do kmene

C – dřevo dále rozložené mikroorganismy; početné chodbičky termitů; postupné osídlení kroužkovci-opaskovci (žížalami) a další půdní faunou.



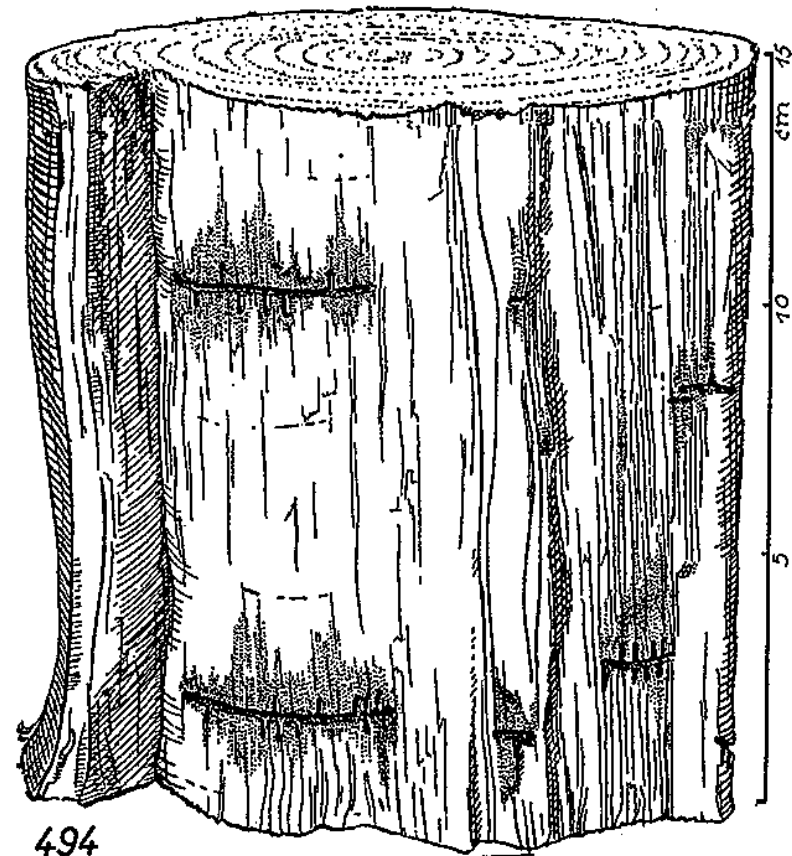
(podle Delamare-Deboutville, 1951 / Tischler, 1955)

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – dřeva



Výskyt nejčastějších terrikolních larev dipter na 6-8 let starém bukovém pařezu

## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – dřeva

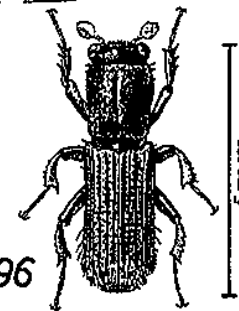


*Xyloterus lineatus* (Curculionidae: Scolytinae) vlevo a *Platypus cylindrus* (Curculionidae: Platypodinae) vpravo: Segment smrkového kmene s matečnými a larválními chodbami.

494



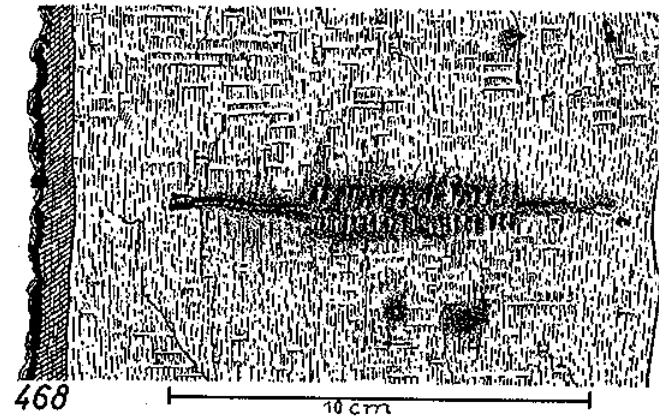
495



496

## Rozklad organické hmoty – dřeva

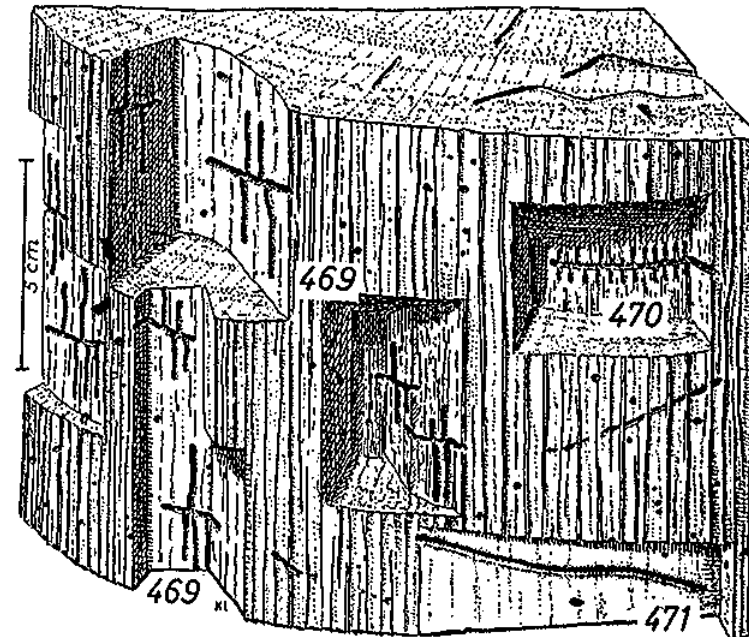
Lignikolní brouci mohou využívat schopnost hub rozkládat dřevo.



Chodby ambrosiových brouků  
(mycetofágních kůrovců)  
v dřevě listáčů:

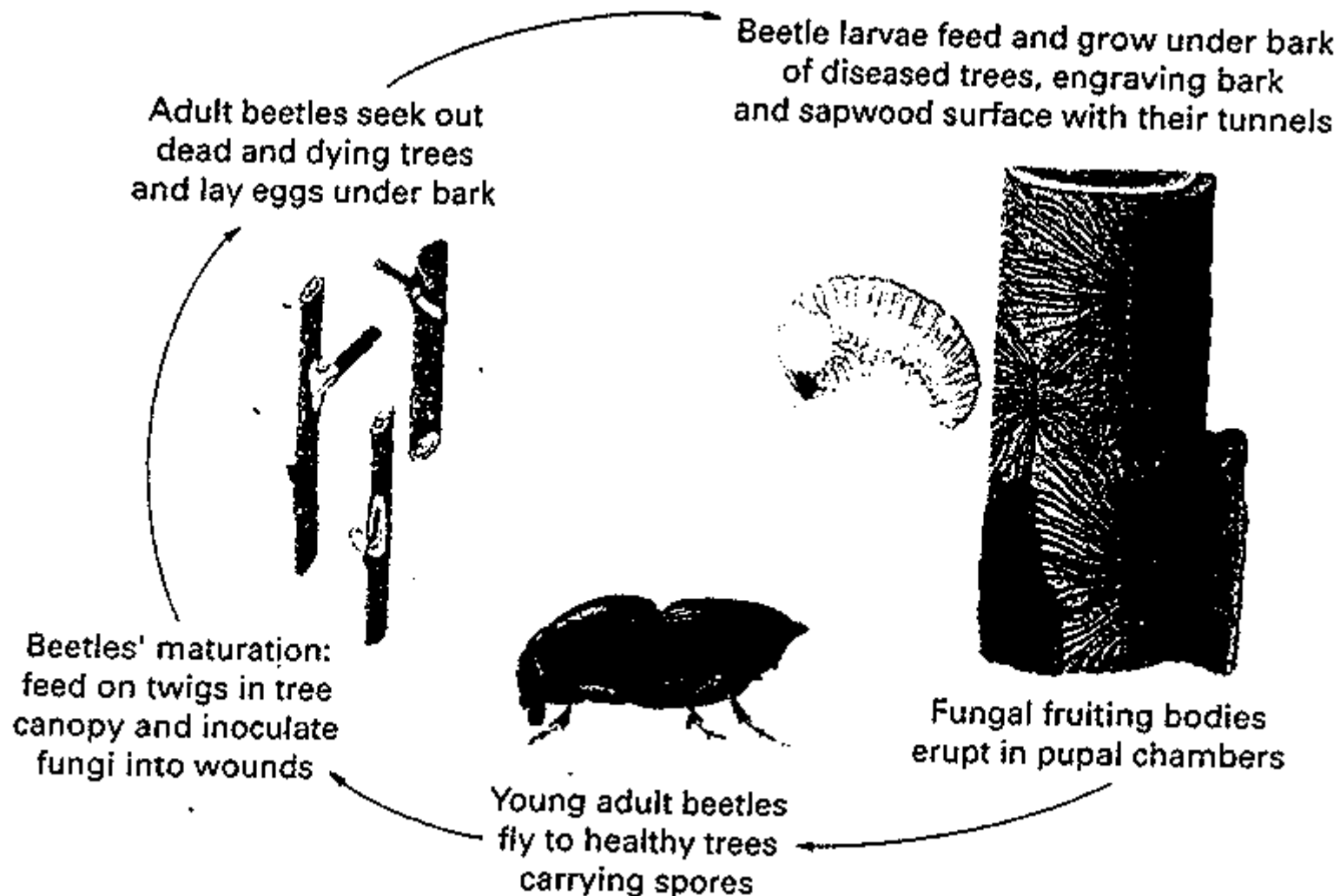
Nahoře (obr. 468) – matečné a larvální  
chodby kůrovce *Xyloterus domesticus*

Dole (obr. 471) – chodby (v různých  
hloubkách) kůrovce *Xyleborus dispar*.



## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – dřeva

Xylo či floeofágní brouci mohou fungovat jako vektory houbových onemocnění dřevin:

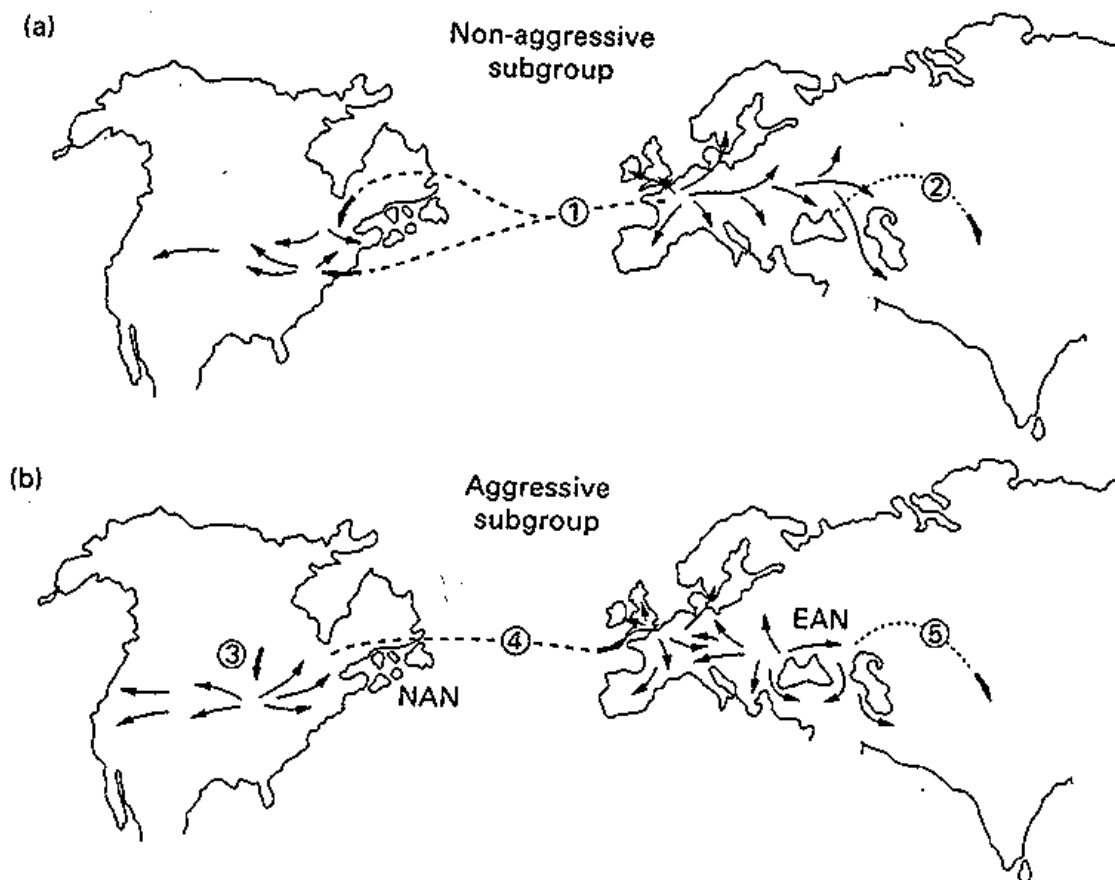


Životní cyklus kůrovců rodu *Scolytus* (např. *S. intricatus*) asociovaných s houbou *Ophiostoma (=Ceratocystis) ulmi*, způsobující tzv. grafiozu jilmu.



## Pedobiologie: Rozklad organické hmoty – dřeva

Fig. 9.9 Proposed pattern of spread of (a) the non-aggressive, and (b) the EAN and NAN aggressive subgroups of *O. ulmi* during the first and second epidemics of Dutch elm disease. Small arrows, overland spread; large arrows, major introductory events as follows. (1) Introduction of the non-aggressive subgroup from NW Europe to North America, c. 1920s. (2) Introduction of the non-aggressive subgroup from Krasnodor to Tashkent, c. late 1930s. (3) Introduction of a form close to the EAN aggressive subgroup into North America (Illinois area), c. 1940s, and its subsequent evolution into the NAN subgroup. (4) Introduction of the NAN subgroup from the Toronto area into the UK, c. 1960. (5) Introduction of the EAN subgroup into the Tashkent area, c. mid-1970s. (From Brasier 1990.)



Možný postup šíření *O. ulmi* během první a druhé epidemie tzv. grafiózy jilmu (trachomykóznímu onemocnění).