

## Über den Bau der Wurzelendodermiszellen bei Gräsern (*Poaceae*) in der Tschechoslowakei

Jindřich Chrtěk und Václav Jirásek

Botanisches Institut der Karls-Universität, Benátská 2, Praha 2

**A b s t r a k t** — Die Autoren untersuchten den Bau der Wurzelendodermiszellen von Grasarten, die in der Tschechoslowakei wachsen. Für dieses Studium verwendeten sie Präparate der Wurzelquerschnitte. Sie stellten die Veränderlichkeit der Grösse und der Form der Endodermiszellen und den Charakter der Verdickung ihrer Wände fest. Dieses letztere Merkmal werteten sie als das taxonomisch geeignetste. Sie unterscheiden zwei Haupttypen der Verdickung der Endodermiszellwände: den sog. Typ der O-Zellen und den der U-Zellen. Beim ersten Typ ist die Zellwand rundum  $\pm$  gleichmässig verdickt, beim zweiten ist die innere Tangentialwand am dicksten und die äussere am dünnsten. Die Autoren stellten weiter fest, dass man auch die Form der Endodermiszellen als taxonomisches Merkmal verwenden kann, insbesondere dann, wenn diese radial verlängert sind. Die Grösse der Zellen kann man aber als taxonomisches Kriterium nicht verwenden, da diese auch bei den einzelnen Arten sehr veränderlich ist. Die Autoren versuchten schliesslich auf Grund der Studienergebnisse der Veränderlichkeit des Merkmales des inneren Baues der Gräser, d. h. des Baues der Wurzelendodermiszellen, den eventuellen Grad der verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Taxa innerhalb der Familie *Poaceae* festzustellen und zu werten.

### Einleitung

Die Gräser (*Poaceae*) sind eine an Gattungen und Arten zahlenmässig sehr umfangreiche Familie, die gleichzeitig morfolologisch, anatomisch und durch die Chromosomenrundzahl sehr veränderlich ist. Diese Mannigfaltigkeit kann man zwar bei der Diagnostik und Systematik der Gräser benützen, diese Eigenschaft erfordert jedoch zugleich bei der taxonomisch-diakritischen Gliederung der Familie die Verwendung eines jeden Merkmales, das vor allem die verwandtschaftlichen Beziehungen innerhalb der Familie irgendwie genauer und erschöpfend klären könnte. Von den Merkmalen des inneren Baues der Gräser, die bei der Familie als Ganzes bisher nicht untersucht wurden, wählten wir für eine ausführlichere Analyse den Bau der Wurzelendodermiszellen, wie sich dieser am Wurzelquerschnitt zeigt.

Die Endodermis bildet eine Schutzscheide der Gewebe des mittleren Wurzelzylinders, sie ist meistens einschichtig und bildet seine innere Rinde. Die Endodermiszellen liegen meistens sehr eng aneinander und zeigen einen einheitlichen Bau. In vielen Fällen beobachteten wir jedoch an einigen Stellen des Endodermisringes Gruppen aus einigen Parenchymzellen bestehend, sog. Durchlasszellen, die in ihrem Bau von den Endodermiszellen vollkommen verschieden sind. Derartige Feststellungen waren viel zahlreicher, als wir nach der Literatur voraussetzen konnten.

Den Charakter des Baues der Wurzelendodermiszellen benützten als taxonomisch-diakritisches Merkmal bei einigen Grastaxa vor allem VUKOLOV (1928) und später BUSCHMANN (1948, 1950, 1952). Ausserdem wiesen auf den bestimmten Charakter der Variabilität des Baues der Endodermiszellen schon früher einige Forscher hin, die jedoch den inneren Bau der Wurzeln als Ganzes studierten, z. B. KROEMER (1903), FREIDENFELT (1904), VOLKART et KIRCHNER (in

KIRCHNER, LOEW et SCHRÖTER 1908) und KIVENHEIMO (1947). Auf die Merkmale des inneren Baues der Graswurzeln, die man als taxonomische Kriterien verwenden könnte, machte in einer komplexen Studie JIRÁSEK (1964) aufmerksam. Das Ziel unserer Arbeit bildet die Beglaubigung der Möglichkeit, diejenigen Merkmale verwenden zu können, die der Charakter des Baues der Wurzelendodermiszellen für die Taxonomie der Gräser bietet.

## Material und Methode

Zur Anfertigung der Objekte für die Präparate benützten wir das Herbarmaterial des Botanischen Institutes der naturwissenschaftlichen Fakultät der Karls-Universität (PRC). Bei einer jeder Art untersuchten wir durchschnittlich 10 Proben, die von verschiedenen Fundorten unseres Staates stammen. Bei ihrer Wahl beachteten wir die Verteilung der Arten in verschiedenen Gebieten und Höhenlagen, um ein womöglich gleichmässiges Material aus dem ganzen Areal der Art vom Gebiete unseres Staates zu erlangen. In einigen Fällen haben wir auch Proben von Pflanzen fremder Herkunft verwendet. Den Bau der Wurzelendodermiszellen studierten wir ausschliesslich an Präparaten, die von Wurzeln des eigenen Wurzelsystems stammen, keinesfalls jedoch von Ersatzwurzeln, die an den Halmknoten nahe der Bodenfläche entspringen. Die Proben entnahmen wir nach Möglichkeit aus dem Mittelteil der Wurzeln.

Das Material weichten wir durch Kochen in Wasser auf und schnitten dann mit der Hand (in Holundermark) gewöhnlich ganze Wurzelbündel der Pflanze eines einzigen Herbarbeleges. Die Objekte gossen wir vorwiegend in Glycerol-Gelatine ein. In vielen Fällen mussten wir zur Kontrolle weitere Präparate herstellen, die wir jedoch direkt für das Studium nur im Wasser oder Glycerol zubereiteten. Die Objekte der Präparate mussten wir nicht färben, weil sich die Endodermiszellen von den Zellen der benachbarten Gewebe nicht nur durch ihre Verdickung, sondern auch oft durch die Farbe der Wand deutlich unterscheiden. Die Präparate wurden bei 200—300facher Vergrösserung untersucht (Mikroskop Meopta-Praha, Marke A 25V, Obj. 20 oder 15, Ok. 20).

Die beigelegten Abbildungen sind Zeichnungen von Paaren zweier benachbarter Wurzelendodermiszellen der untersuchten Taxa. Für die Schemata wurden nach Möglichkeit Beispiele der äussersten Variabilität des Verdickungscharakters der Zellwände gewählt. Im Text zu den Abbildungen sind meistens nur Gattungsnamen angeführt, weil wir den abgebildeten Bau der Endodermiszellen bei den meisten Arten der betreffenden Gattung feststellten. Die Epitheta der Arten führen wir nur dann an, wenn der Bau der Endodermiszellen vom Bau der übrigen Arten der studierten Gattung verschieden war.

Einige Präparate stellte H. PISTULKOVÁ her. Wir danken ihr für ihre Hilfe und fachliche Mitarbeit.

## Eigentliche Beobachtung

Wir verfolgten das angeführte Merkmal sowohl an in unserem Staate ursprünglichen Arten als auch an eingeschleppten oder häufig gezüchteten Arten (hauptsächlich Getreidearten). Die Reihenfolge der Triben der Familie, auch der niedrigeren Taxa und ihre Nomenklatur gleicht im wesentlichen dem System der Gräser des Handbuchs Květena ČSR (*Poaceae*, JIRÁSEK in DOSTÁL et al. 1950). Um Platz zu sparen, sind die Namen der Taxa ohne Namen des Autors angeführt (ohne Autorennamen, bzw. der betreffenden Abkürzungen). Aus demselben Grunde sind auch die Charakteristiken der verschiedenen Typen des Baues der Endodermiszellen möglichst kurz gefasst.

*Oryzaceae*: *Oryza sativa*; *Leersia oryzoides*. Bei beiden Gattungen besteht die Endodermis aus Zellen des U-Typs, die Zellen sind gewöhnlich an der Tangentialinnenwand auffallend verdickt. (Abb. 1 : 1—2).

*Stipeae*: *Stipa capillata*, *S. joannis*, *S. stenophylla*, *S. pulcherrima*, *S. dasyphylla*; *Oryzopsis virescens*. Bei beiden Gattungen besteht die Endodermis aus Zellen des U-Typs, die Zellen sind an der Tangentialinnenwand oft mächtig verdickt. (Abb. 1 : 6—10).

*Brachypodiaceae*: *B. pinnatum*, *B. silvaticum*. Die Endodermis besteht aus Zellen des U-Typs, die auffallende Verdickung der Tangentialinnenwand ist nicht allzuhäufig. (Abb. 1 : 3—5).

*Festuceae*: *Festuca silvatica*, *F. drymeja*, *F. gigantea*, *F. arundinacea*, *F. uechtriziana*, *F. pratensis*, *F. versicolor*, *F. carpatica*, *F. heterophylla*, *F. rubra*, *F. trichophylla*, *F. picta*, *F. amethystina*, *F. tatrae*, *F. ovina*, *F. supina*,

*F. capillata*, *F. pseudovina*, *F. pseudodalmatica*, *F. valesiaca*, *F. sulcata*, *F. durin-*  
*scula*, *F. stricta*, *F. psammophila*, *F. dominii*, *F. vaginata*; *Vulpia myurus*,  
*V. bromoides*, *V. ciliata*, *V. ligustica*; *Bellardiochloa violacea*; *Poa annua*,  
*P. supina*, *P. bulbosa*, *P. alpina*, *P. badensis*, *P. molinerii*, *P. laxa*, *P. granitica*,  
*P. compressa*, *P. nemoralis*, *P. glauca*, *P. riphaea*, *P. palustris*, *P. sterilis*, *P.*  
*chaixii*, *P. remota*, *P. trivialis*, *P. pratensis* s. l., *P. stiriaca*; *Sclerochloa dura*;

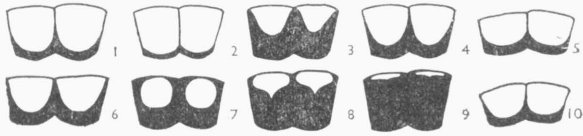


Abb. 1. — 1—2 *Leersia*, 3—5 *Brachypodium*, 6—10 *Stipa*.

mit Endodermiszellen sowohl des U- als auch O-Typs. Der erste Typ ist bei den Gattungen *Festuca*, *Vulpia*, *Glyceria*, *Briza*, *Dactylis* und *Lamarckia*. *Festuca carpatica* zeigt einen beachtenswerten Typ des Baues seiner Endodermis: ihre Zellen sind radial langgestreckt, bei den anderen Arten der Gattung dagegen  $\pm$  quadratisch. Diese Feststellung überrascht nicht, da diese Art z. B. JANKA (1859—60) nach dem Komplex der morphologischen Merkmale in eine eigene Gattung *Amphigenes* einreichte. Bei den Gattungen *Bellardiochloa*, *Sclerochloa* und *Cynosurus* besteht die Endodermis aus Zellen des O-Typs. Bei der Gattung *Cynosurus* (vgl. JIRÁSEK et CHRTEK 1964) ist aber die Tangentialinnenwand der Zellen gewöhnlich deutlich dicker als die äussere. Übergangsformen zwischen dem U- und O-Typ haben wir an Zellen der Gattung *Puccinellia* festgestellt. (Abb. 2 : 1—20).

Die grösste Variabilität im Bau der Endodermiszellen zeigt jedoch die Gattung *Poa*. Bei den meisten Arten herrscht der O-Typ vor (z. B. *P. pratensis*, *P. stiriaca*, *P. annua*, *P. supina*, *P. nemoralis*, *P. sterilis*, *P. glauca*, *P. riphaea*, *P. compressa*, *P. palustris*). Nur bei *P. laxa* haben wir typische U-Zellen gefunden. Bei unseren anderen Arten (z. B. *P. badensis*, *P. molinerii*, *P. alpina*, *P. bulbosa*, *P. granitica*) waren verschiedene Übergangsstufen zwischen O- und U-Zellen vorhanden. Durch den Bau der Wurzelendodermiszellen unterscheidet sich von unseren übrigen Arten besonders *P. chaixii*, deren Zellen deutlich radial langgestreckt sind. Ähnlich ist dies, wie wir feststellen konnten, in den meisten Fällen auch bei der Art *P. remota*. (Abb. 3 : 1—30).

Die Variabilität des Baues der Wurzelendodermiszellen studierte an unseren Arten der Gattung *Poa* VUKOLOV (1928), welcher nach diesem Merkmal innerhalb der Gattung zwei Artengruppen unterschied: Arten mit rundum gleichmässig verdickten und Arten mit ungleichmässig verdickten Endodermiszellwänden. Zur ersten Gruppe gehören *P. pratensis*, *P. nemoralis*, *P. trivialis*, *P. compressa*, *P. palustris*, *P. bulbosa*; zur zweiten die übrigen Arten. Gewisse Unterschiede

*Puccinellia distans*; *Glyceria aquatica*, *G. fluitans*, *G. plicata*, *G. declinata*, *G. nemoralis*; *Briza media*; *Dactylis glomerata* s. l.; *Cynosurus cristatus*, *C. echinatus*; *Lamarckia aurea*.

In dieser Tribus sind Taxa

mit Endodermiszellen sowohl des U- als auch O-Typs. Der erste Typ ist bei den Gattungen *Festuca*, *Vulpia*, *Glyceria*, *Briza*, *Dactylis* und *Lamarckia*. *Festuca carpatica* zeigt einen beachtenswerten Typ des Baues seiner Endodermis: ihre Zellen sind radial langgestreckt, bei den anderen Arten der Gattung dagegen  $\pm$  quadratisch. Diese Feststellung überrascht nicht, da diese Art z. B. JANKA (1859—60) nach dem Komplex der morphologischen Merkmale in eine eigene Gattung *Amphigenes* einreichte.

Bei den Gattungen *Bellardiochloa*, *Sclerochloa* und *Cynosurus* besteht die Endodermis aus Zellen des O-Typs. Bei der Gattung *Cynosurus* (vgl. JIRÁSEK et CHRTEK 1964) ist aber die Tangentialinnenwand der Zellen gewöhnlich deutlich dicker als die äussere. Übergangsformen zwischen dem U- und O-Typ haben wir an Zellen der Gattung *Puccinellia* festgestellt. (Abb. 2 : 1—20).

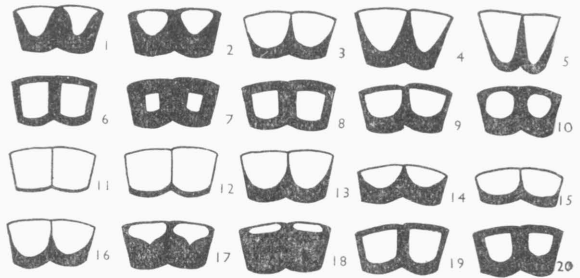


Abb. 2. — 1—3 *Festuca*, 4—5 *Festuca carpatica*, 6—7 *Bellardiochloa*, 8 *Sclerochloa*, 9—10 *Puccinellia*, 11—13 *Glyceria*, 14—15 *Briza*, 16—18 *Dactylis*, 19—20 *Cynosurus*.

zwischen den Studienergebnissen dieses Autors und unseren Beobachtungen kann man vor allem durch die ungleiche Materialmenge des gewerteten Materials erklären.

Den Typ des Baues der Endodermiszellen kann manchmal auch zur Klärung der verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Taxa beitragen. So wurde z. B. bei der Gattung *Poa* die Art *P. riphaea* unrichtig in die Verwandtschaft von *P. laxa* einbezogen. Diese beiden Arten unterscheiden sich jedoch deutlich

auch im Bau der Wurzelendodermiszellen (JIRÁSEK et CHRTEK 1963). Beachtenswert sind von diesem Gesichtspunkte aus auch die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Arten *P. chaixii*, *P. remota* und *P. hybrida* (JIRÁSEK et CHRTEK 1962). Ein bestimmter Bau der Endodermiszellen kann auch einen bestimmten Verwandtschaftsgrad noch zwischen weiteren Arten der Gattung *Poa* begründen, z. B. zwischen den Arten *P. nemoralis*, *P. sterilis*, *P. glauca*, *P. compressa*, weiter zwischen *P. alpina*, *P. badensis*, *P. molinerii* und schliesslich zwischen dem Komplex *P. pratensis* und *P. stiriaca*.

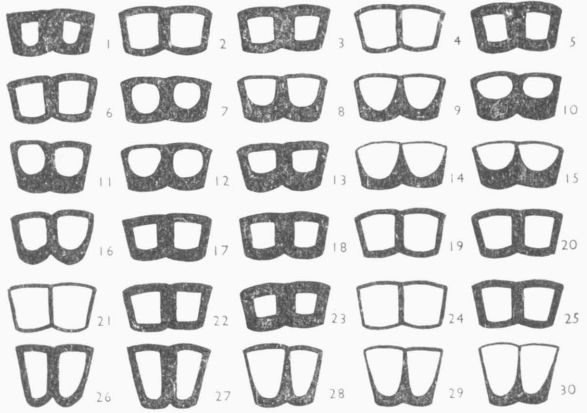


Abb. 3. — 1—2 *Poa pratensis*, 3 *P. stiriaca*, 4—5 *Poa annua*, 6 *P. supina*, 7—8 *P. bulbosa*, 9—11 *P. alpina*, 12 *P. badensis*, 13 *P. molinerii*, 14—15 *P. laxa*, 16 *P. granitica*, 17 *P. compressa*, 18 *P. nemoralis*, 19 *P. riphaea*, 20 *P. glauca*, 21—22 *P. palustris*, 23 *P. sterilis*, 24—25 *P. trivialis*, 26—27 *P. chaixii*, 28—30 *P. remota*.

Der Bau der Endodermiszellen klärt auch bestimmte verwandtschaftliche Beziehungen der Gattung *Bellardiochloa* zu den Gattungen *Poa* und *Festuca*. Bei der Lösung dieses Problems verwendete BUSCHMANN (1952) zur Unterstützung ihrer Anschauung, neben anderen Merkmalen, auch das Merkmal

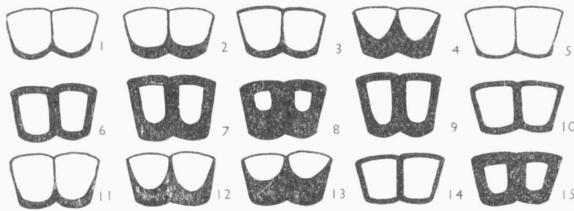


Abb. 4. — 1—5 *Melica*, 6—10 *Sesleria*, 11—13 *Oreochloa*, 14—15 *Beckmannia*.

des Typs des Baues der Wurzelendodermiszellen; das Ergebnis war die Einordnung von *Poa violacea* zur Gattung *Poa*. Auch wenn wir mit dieser Ansicht nicht übereinstimmen — die Gattung *Bellardiochloa* ist durch einen für ihre Begrenzung genügenden Merkmalskomplex gekennzeichnet — so besitzt *Bellardiochloa violacea* viel

nähere Beziehungen zur Gattung *Poa* als zur Gattung *Festuca*. Die Gattung *Bellardiochloa* zeigt den O-Typ der Endodermiszellen, der gerade bei den Arten der Gattung *Poa* sehr oft vorkommt, während wir bei den Arten der Gattung *Festuca* vorläufig nur den U-Typ feststellen konnten.

Man kann daraus schliessen, dass der taxonomische Umfang der Tribus

*Festuceae* nach dem Charakter des Baues der Wurzelendodermiszellen sehr uneinheitlich ist. Die Variabilität dieses Merkmales steht aber im Einklang mit einiger dem ähnlichen Charakter einiger Merkmale des äusseren Baues der Pflanzen

*Seslerieae*: *Sesleria tatrae*, *S. sadleriana*, *S. calcaria*, *S. uliginosa*, *S. heuflyeriana*; *Oreochloa disticha*. Bei der Gattung *Sesleria* zeigt die Endodermis den O-Typ, manchmal ist die Tangentialinnenseite etwas dicker oder

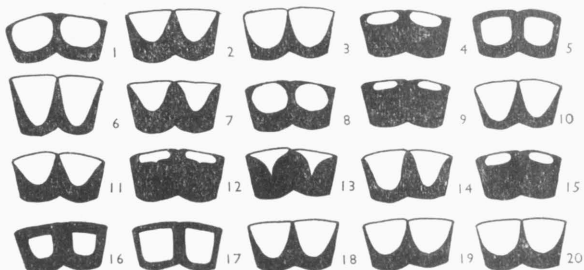


Abb. 5. — 1—4 *Lolium*, 5 *Lepturus*, 6 *Elymus*, 7—10 *Hordelymus*, 11 *Aegilops*, 12—15 *Agropyrum*, 16—17 *Triticum monococcum*, 18—20 *Triticum*.

*picta*, *M. uniflora*. Alle Arten weisen den U-Typ der Endodermiszellen auf (vgl. auch KNÍŽETOVÁ-ŠTĚPÁNKOVÁ 1964). Wir fanden keine Unterschiede zwischen der Untergattungen der Gattung *Melica*, die von einigen Autoren als selbständige Gattungen angesehen werden. (Abb. 4 : 1—5).

*Beckmannieae*: *Beckmannia eruciformis*. Die Endodermis besteht aus O-Zellen. (Abb. 4 : 14—15).

*Lolieae*: *Lolium temulentum*, *L. remotum*, *L. perenne*, *L. multiflorum*. Die Endodermis besteht aus U-Zellen. (Abb. 5 : 1—4).

*Leptureae*: *Lepturus pannonicus*. Die Endodermis besteht aus O-Zellen. (Abb. 5 : 5).

*Hordeae*: *Elymus arenarius*; *Hordeum distichum*, *H. vulgare*, *H. jubatum*, *H. nodosum*, *H. maritimum*, *H. murinum*; *Hordelymus europaeus*; *Agropyrum caninum*, *A. repens*, *A. intermedium*, *A. cristatum*; *Haynaldia villosa*; *Secale cereale*; *Triticum monococcum*, *T. dicoccum*, *T. spelta*, *T. durum*, *T. turgidum*, *T. vulgare*, *T. compactum*, *T. polonicum*; *Aegilops cylindrica*, *A. ovata*.

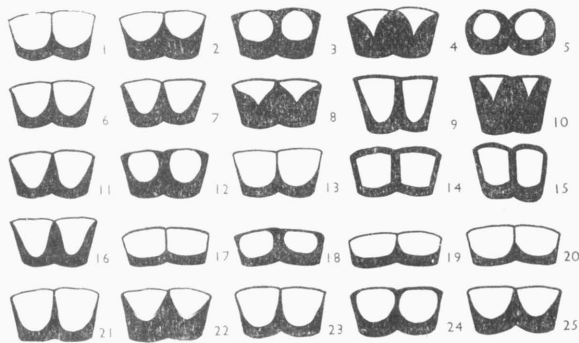


Abb. 6. — 1—5 *Bromus*, 6 *Avena*, 7—10 *Helictotrichon*, 11—12 *Holcus*, 13 *Arrhenatherum*, 14—15 *Deschampsia*, 16 *Avenella*, 17—18 *Aira*, 19 *Corynephorus*, 20 *Ventenata*, 21—22 *Trisetum*, 23—24 *Koeleria*, 25 *Gaudinia*.

Ausser dem Einkorn-Kulturweizen (*Triticum monococcum*), bei dem wir den O-Typ fanden, stellten wir bei allen übrigen Taxa der Tribus die Endodermis aus U-Zellen fest. Ausser der angeführten Ausnahme, die einer weiteren

Beachtung wert ist, ist die Tribus im Bau der Endodermis sehr einheitlich. (Abb. 5 : 6—20).

*Bromea*: *Bromus ramosus*, *B. erectus*, *B. monocladus*, *B. inermis*, *B. sterilis*, *B. tectorum*, *B. villosus*, *B. madritensis*, *B. arvensis*, *B. racemosus*, *B. japonicus*, *B. squarrosus*, *B. briziformis*, *B. secalinus*, *B. commutatus*, *B. mollis*, *B. lepidus*, *B. macrostachys*, *B. unioloides*.

Alle Arten zeigen in ihrer Endodermis den U-Typ der Zellen. In einigen Fällen stellten wir eine auffallend verdickte Tangentialinnen-seite der Zellen fest. (Abb. 6 : 1—5).

*Aveneae*: *Avena strigosa*, *A. fatua*, *A. sativa*, *A. nuda*, *A. sterilis*; *Helictotrichon desertorum*, *H. pubescens*, *H. alpinum*, *H. versicolor*, *H. pratense*, *H. planiculme*; *Arrhenatherum elatius*; *Deschampsia caespitosa*; *Avenella flexuosa*; *Aira elegans*, *A. caryophyllea*, *A. praecox*; *Corynephorus canescens*; *Ventenata dubia*; *Trisetum flavescens*, *T. alpestre*, *T. ciliare*; *Gaudinia fragilis*; *Koeleria glauca*, *K. tristis*, *K. pyramidata*, *K. gracilis*, *K. pseudocristata*; *Holcus lanatus*, *H. mollis*. (Abb. 6 : 6—25).

Bei den meisten Arten konnten wir die Endodermis aus U-Zellen bestehend feststellen. Die Zellen sind oft tangential verlängert, jedoch selten radial langgestreckt (z. B. manchmal bei *Helictotrichon pratense*). Eine Ausnahme in der Tribus bildet nur die Art *Deschampsia caespitosa*, deren Endodermis aus

O-Zellen besteht (die Tangentialinnenwand ist gewöhnlich dicker als die äussere). Dieses Merkmal bestätigt — neben anderen — die Berechtigung der Trennung der 4 Gattungen *Deschampsia* und *Avenella*. Den Bau der Endodermiszellen der Gattung *Deschampsia* s. I. untersuchte auch BUSCHMANN (1948, 1950). Bei der Art *Helictotrichon pratense* stellten wir manchmal noch fest, dass die Tangentialaussenwand der Endodermiszellen etwas dicker

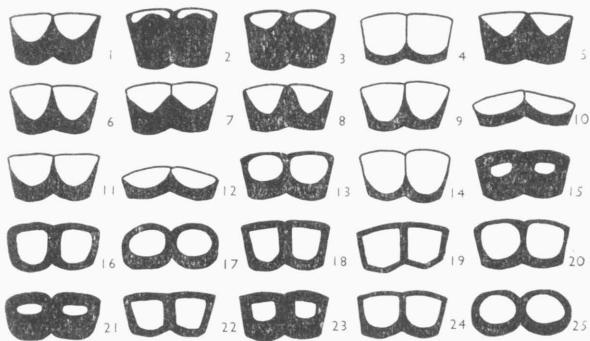


Abb. 7. — 1—2 *Hierochloë australis*, 3—4 *H. odorata*, 5 *Anthoxanthum*, 6—7 *Phalaris*, 8 *Typhoides*, 9—10 *Milium*.

Abb. 8. — 1—3 *Lasiagrostis*, 4—7 *Calamagrostis*, 8—10 *Agrostis*, 11—12 *Lagurus*, 13—14 *Polygogon*, 15—17 *Apera*, 18—21 *Phleum*, 22—25 *Alopecurus*.

als beim normalen U-Typ ist. (Abb. 6 : 6—25).

*Phalarideae*: *Hierochloë odorata*, *H. australis*; *Anthoxanthum odoratum*, *A. aristatum*, *A. alpinum*; *Phalaris coerulescens*, *P. canariensis*, *P. brachystachys*, *P. paradoxa*; *Typhoides arundinacea*. (Abb. 7 : 1—8).

Bei unseren Arten der Gattungen *Hierochloë*, *Anthoxanthum* und *Typhoides* besteht die Endodermis aus U-Zellen, bei der Gattung *Phalaris* aus O-Zellen. Bei den Arten *Hierochloë australis* und *H. odorata* war es sogar möglich, den

Typ des Baues der Endodermiszellen als ein ergänzendes diakritisches Merkmal zu benutzen. Die erste Art zeigt  $\pm$  quadratische, die zweite radial langgestreckte Endodermiszellen. Es wird notwendig sein, diese Feststellung an einem umfangreicheren Material zu beglaubigen. Beachtenswert ist die Beziehung der Gattungen *Phalaris* und *Typhoides*, die durch einige Merkmale verwandt sind, sich aber im Charakter des Baues der Endodermiszellen unterscheiden. Bei der Gattung *Phalaris* sind O-Zellen, bei der Gattung *Typhoides* U-Zellen. (Abb. 7 : 1—8).

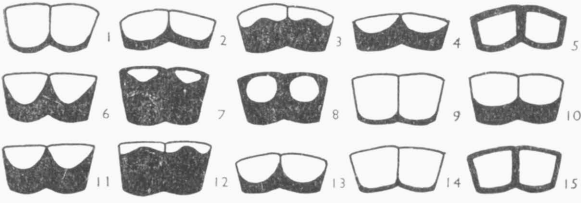


Abb. 9. — 1—4 *Eragrostis*, 5 *Catabrosa*, 6—8 *Molinia*, 9—12 *Cleistogenes*, 13—14 *Heleochoa*, 15 *Coleanthus*.

*Milieae*: *Milium efusum*. Der Bau der Endodermiszellen zeigt einen Übergang zwischen dem U- und O-Typ (es überwiegt aber die Tendenz zum O-Typ); gewöhnlich sind sie

radial langgestreckt. Es scheint, dass der besondere Charakter des Baues der Endodermiszellen die Berechtigung der Selbständigkeit der Tribus *Milieae* unterstützt. (Abb. 7 : 9—10).

*Agrostideae*: *Lasiagrostis calamagrostis*; *Calamagrostis canescens*, *C. villosa*, *C. neglecta*, *C. arundinacea*, *C. varia*, *C. epigeios*, *C. pseudophragmites*; *Agrostis alba*, *A. vulgaris*, *A. canina*, *A. alpina*, *A. rupestris*, *A. nebulosa*; *Apera spica-venti*, *A. interrupta*; *Lagurus ovatus*; *Polypogon monspeliensis*; *Alopecurus agrestis*, *A. pratensis*, *A. geniculatus*, *A. aequalis*; *Phleum pratense*, *P. alpinum*, *P. hirsutum*, *P. paniculatum*, *P. subulatum*.



Abb. 10. — 1—2 *Nardus*, 3—5 *Tragus*, 6—8 *Cynodon*, 9—10 *Phragmites*.

Die Endodermiszellen zeigen entweder den O-Typ oder U-Typ. Den U-Typ konnten wir bei den folgen-

den Gattungen feststellen: *Lasiagrostis*, *Calamagrostis*, *Agrostis*, *Lagurus*, *Polypogon*. Die Gattungen *Apera*, *Alopecurus* und *Phleum* zeigen den O-Typ, aber ziemlich häufig ist die Tangentialinnenwand deutlich dicker als die äussere (vgl. CHRTEK 1963). Der Charakter des Baues der Wurzelendodermiszellen weist eine grosse Unheitlichkeit der Tribus auf. (Abb. 8 : 1—25).

*Eragrostideae*: *Eragrostis megastachya*, *E. minor*, *E. pilosa*; *Catabrosa aquatica*. Bei der Gattung *Eragrostis* besteht die Endodermis aus U-Zellen, bei der Gattung *Catabrosa* dagegen aus O-Zellen. (Abb. 9 : 1—5).

*Molinieae*: *Molinia coerulea*, *M. arundinacea*; *Cleistogenes serotina*. Bei beiden Gattungen fanden wir Endodermiszellen des U-Typs. Vgl. JIRÁSEK 1965. (Abb. 9 : 6—12).

*Sporoboleae*: *Heleochoa alopecuroides*, *H. schoenoides*; *Crypsis aculeata*; *Coleanthus subtilis*. Die Gattungen *Heleochoa* und *Crypsis* zeigen in ihrer Endodermis U-Zellen, die Gattung *Coleanthus* dagegen den O-Typ. (Abb. 9 : 13—15).

*Zoysieae*: *Tragus racemosus* — *Chlorideae*: *Dactyloctenium aegyptium*; *Cynodon dactylon* — *Nardeae*: *Nardus stricta* — *Arundinae*:

*Phragmites communis* — *Panicaceae*: *Panicum miliaceum*, *P. capillare*; *Echinochloa colonum*, *E. crus-galli*; *Digitaria sanguinalis*, *D. ciliaris*, *D. ischaemum*; *Setaria glauca*, *S. verticillata*, *S. viridis*, *S. italica*; *Cenchrus echinatus* — *Danthoniaeae*: *Danthonia provincialis*; *Sieglingia decumbens* — *Andropogoneae*: *Sorgum halepense*, *S. saccharatum*, *S. vulgare*; *Chrysopogon gryllus*; *Bothriochloa ischaemum* — *Tripsaceae*: *Zea mays*. (Abb. 10 : 1—10, Abb. 11 : 1—20).

Bei allen diesen Arten sind die Wurzelendodermiszellen von einheitlichem U-Typ. Häufig sind auch die tangential langgestreckt.

Die Variabilität des Baues der Wurzelendodermiszellen der Gräser.

Eine Variabilität haben wir in der Grösse und Form der Zellen und weiter auch im Charakter ihrer Wände festgestellt.

Grösse der Zellen. Innerhalb der äussersten Grenzen kann man grosse und kleine Zellen unterscheiden. Die Grösse der Endodermiszellen kann man aber als ein geeignetes taxonomisches Kriterium nicht verwenden, weil sich sowohl grosse als auch kleine Zellen in den Wurzeln oft einer und derselben Art finden. Die Masse der Endodermiszellen hängen wahrscheinlich vom Alter der Wurzel, weiter von ihrer Dicke ab, beide jedoch vom Einfluss des Standortes, insbesondere von seinem Feuchtigkeitsgehalt.

Form der Zellen. Man kann drei Haupttypen der Endodermiszellen unterscheiden, wie sie am Wurzelquerschnitt erscheinen. Am häufigsten sind  $\pm$  quadratische, bzw. sechseckige Zellen mit abgerundeten Ecken, weiter  $\pm$  viereckige, und zwar in radialer (gegen die Wurzelmitte) oder tangentialer (entlang des Wurzelumfanges) Richtung langgestreckte Zellen. Wir stellten fest, dass vor allem radial langgestreckte Endodermiszellen im Wurzelbau am Wurzelquerschnitt (im ganzen) sehr auffallend, für einige Taxa stetig und daher für die taxonomisch-diakritische Beurteilung geeignet sind. Einen solchen Bau findet man z. B. an den Wurzeln von *Poa chaixii*, *P. remota*, *Festuca carpatica*, und *Milium effusum*. Derartig gebaute Zellen kommen zwar auch bei vielen weiteren Grastaxa vor, man kann bei ihnen jedoch dieses Merkmal nicht als ein systematisches verwenden, weil ausser dieser Zellenform bei derselben Arten auch häufig  $\pm$  quadratische Zellen vorhanden sind.

Charakter der Verdickung der Endodermiszellwände. Dieses Merkmal ist taxonomisch-diakritisch am bedeutendsten. Man kann zwei Haupttypen der Verdickung der Endodermiszellwände unterscheiden, nämlich einen O- und einen U-Typ. Die Bezeichnung dieses Verdickungstyps stimmt mit der Form der des U und O Buchstabens überein. Manchmal wird der U-Typ in der Literatur auch als C-Typ bezeichnet. Die Zellen des O-Typs zeigen eine rundum  $\pm$  gleichmässig verdickte Zellwand. Gewöhnlich ist die Verdickung der Tangentialinnenwand stärker als der Tangentialausserwand. Einen bestimmten Grad der Verdickung haben wir auch bei den einzelnen Arten festgestellt. Der Grad der Verdickung hängt wahrscheinlich mit dem Alter der Wurzel und dem Charakter des Standortes zusammen. Bei älteren Wurzeln ist die Verdickung meistens mächtiger als bei jungen Wurzeln. Von den Standortsbedingungen scheint die Feuchtigkeit die wichtigste zu sein. Bei den Vertretern der Gräser in der Tschechoslowakei ist der O-Typ weniger häufig als der U-Typ. Es ist nicht ausgeschlossen, dass dieses Verhältnis auch nach beendetem Studium der Merkmale (Endodermiszellen) des ganzen taxonomischen Umfanges der Familie bestehen bleiben wird. Bei unsern Gräsern ist der O-Typ am markantesten bei folgenden Gattungen vertreten: *Bellardiachloa*, *Sclerochloa*, *Sesleria*, *Alopecurus* und *Poa* (viele Arten).

Beim U-Typ ist die verdickte Tangentialinnenwand der Endodermiszellen am auffallendsten und mächtigsten, die Tangentialausserwand ist dagegen am schwächsten ausgebildet. Die Verdickung der Zellwand verläuft von der Tangentialinnenwand auf den Radialwänden in verschiedenen Höhen (gewöhnlich an beiden gleich hoch) und wird allmählich dünner. Die Variabilität des Verdickungsgrades der Tangentialinnenwand ist sehr gross, sie reicht von einer

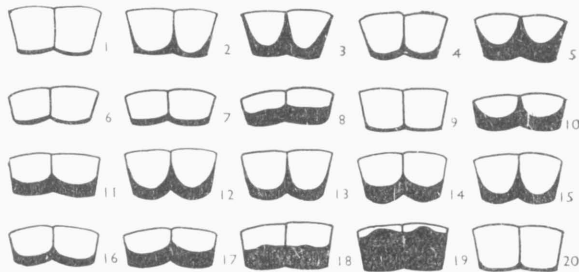


Abb. 11. — 1—3 *Panicum*, 4—5 *Echinochloa*, 6—8 *Digitaria*, 9—11 *Setaria*, 12 *Zea*, 13—14 *Danthonia*, 15 *Sieglingia*, 16—17 *Sorgum*, 18—19 *Chrysopogon*, 20 *Bothriochloa*.



schwachen Verdickung bis zu einer Ausfüllung fast des ganzen Zelleninneren. Verschiedene Verdickungsgrade der Tangentialinnenwand der Endodermiszellen kann man auch in vielen Fällen an einer und derselben Art feststellen, der Zellcharakter derselben Endodermis ist oft beiläufig gleich, der Haupttyp der Verdickung ist aber erhalten.

Bei einigen Taxa zeigen die Endodermiszellen einen Übergang zwischen dem O- und U-Typ. Diese Erscheinung ist bei einigen Arten der Gattung *Poa* sehr auffallend. Die Endodermiszellen haben in diesen Fällen eine auffallend verdickte Tangentialinnenwand, auch die äussere ist, aber nicht im gleichen Masse, verdickt.

Bei vielen Grastaxa, die PRAT (1936) als Beispiele eines panicoiden Typs anführt, beobachteten wir an der Tangentialinnenwand der Endodermiszellen einen nabelförmigen Vorsprung der Wand ins Zelleninnere (sog. Razdorsky's Körperchen oder Schräubchen).

## D i s k u s s i o n

Die gewonnenen Studienergebnisse können beachtenswert erscheinen, sie können jedoch eine Unterlage nur für teilweise Schlussfolgerungen bilden, da wir nur die Möglichkeit hatten, Grastaxa aus der Tschechoslowakei zu untersuchen. Trotzdem ist es aber notwendig zu betonen, dass bestimmte Gattungen oder Arten sich durch die studierten Merkmale unterscheiden oder übereinstimmen. Zur Charakteristik der ganzen Tribus der Familie nach dem studierten Merkmal kann man sich aber vorläufig nicht irgendwie ausführlicher äussern, weil die in der Tschechoslowakei vorkommenden Grasarten nur einen kleinen Teil des ganzen taxonomischen Umfangs der Tribus bilden. Trotzdem kann man an der Endodermis eine grössere oder kleinere Neigung zur Bildung eines bestimmten Zelltyps beobachten, d. h. des O-, bzw. U-Typs, oder eines  $\pm$  Übergangstyps. Bei einigen sehr umfangreichen Triben beobachteten wir eine gewisse Einheitlichkeit, z. B. bei der Tribus *Aveneae*, bei der, ausser der Art *Deschampsia caespitosa*, die Endodermis den U-Typ zeigt, ähnlich bei der Tribus *Hordeae* (ausser *Triticum n onococcum*). Bei anderen Triben besteht dagegen eine grosse Variabilität im Bau der Endodermiszellen (Tribus *Festuceae* und *Agrostideae*). Der Bau der Endodermiszellen macht in diesen Fällen auf die bedeutende taxonomische Mannigfaltigkeit ganzer Gruppen aufmerksam, die durch die Veränderlichkeit auch anderer Merkmale gekennzeichnet ist. Auf diese Tatsache wies bei den Gräsern beispielweise PILGER (ex POTZTAL 1954), und zwar eben bei der Tribus *Agrostideae* hin. Dieser Autor löschte nach einer Analyse des taxonomischen Umfangs diese Tribus und teilte ihre Gattungen nach dem Verwandtschaftsgrad in andere Triben ein, z. B. die Gattung *Lasiagrostis* zur Tribus *Stipeae*, die Gattungen *Alopecurus* und *Phleum* zur Tribus *Phalarideae* und die übrigen Gattungen zur Tribus *Aveneae*.

Die Einheitlichkeit im Charakter der Verdickung der Endodermiszellen ist aber oft für ganze Gattungen kennzeichnend, auch wenn es sich um Gattungen mit einer grossen Artenzahl (z. B. die Gattungen *Festuca* und *Bromus*) handelt. Wir stellten nur vereinzelte Ausnahmen fest. So ist dies beispielweise bei der Gattung *Poa* der Fall, wo wir bisher die grösste Variabilität im Bau der Endodermiszellen feststellten; man findet O-Zellen, und zwar quadratische, rechteckige, radial und tangential langgestreckte, aber auch U-Zellen. Nach dem Endodermiszellentyp kann man z. B. die Gattung *Deschampsia* (O-Zellen) von der Gattung *Avenella* (U-Zellen), die Gattung *Typhoides* (U-Zellen) von der Gattung *Phalaris* (O-Zellen), die Gattung *Sesleria* (O-Zellen) von der Gattung *Oreochloa* (U-Zellen) unterscheiden.

In manchen Fällen kann man auch Arten unterscheiden, so z. B. die Art *Festuca carpatica* (radial langgestreckte U-Zellen) von den übrigen (in der

Tschechoslowakei) wachsenden Arten der Gattung *Festuca* ( $\pm$  quadratische U-Zellen), ähnlich die Art *Hierochloë odorata* von *H. australis* und *Poa chaixii* zusammen mit *P. remota* von unseren übrigen *Poa*-Arten.

Unsere Studienergebnisse konnten wir jedoch nicht zum Vergleich der verwandtschaftlichen Beziehungen der Taxa innerhalb unseres Systems mit dem Klassifizierungssystem der Taxa der Familie *Poaceae* einiger Graminologen der letzten Zeit, z. B. HUBBARD (1954), TAKEOKA (1957), PRAT (1960), POTZTAL in MELCHIOR (1964) u. a. verwenden; dies war vor allem wegen der zu kleinen Materialmenge unmöglich.

### Zusammenfassung

Durch das Studium am Material haben wir festgestellt, dass der Charakter des Baues der Endodermiszellen, wie man ihn am Wurzelquerschnitt beobachten kann, für die Taxonomie der Gräser eine bestimmte Bedeutung hat. Der Charakter der Verdickung der Zellwände ist vor allem entscheidend, d. h. ob es sich um einen O- oder U-Typ handelt. Eine niedrigere taxonomisch-diakritische Bedeutung hat sodann die Form der Zellen. Die Grösse der Endodermiszellen kann man als Unterscheidungsmerkmal nicht verwenden, da sie im Material derselben Art sehr schwankt. Ausser dieser Feststellung konnten wir nach dem gewerteten Merkmal einerseits auf eine Einheitlichkeit, andererseits auf die grosse Ungleichförmigkeit einiger Tribus hinweisen, auch wenn es möglich war, gleichzeitig einen bestimmten Verwandtschaftsgrad zwischen einigen Gattungen oder sogar Arten zu bestimmen.

### Literatur

- BORISSOW G. (1924): Über die eigenartigen Kieselkörper in der Wurzelendodermis bei Andropogon-Arten. — Ber. dtsh. bot. Ges., Berlin-Dahlem, 42 : 366—380.  
— (1925): Rasdorsky's Körperchen beim Ravenna-Gras. — Ber. dtsh. bot. Ges., Berlin-Dahlem, 43 : 178—184.  
BUSCHMANN A. (1948): Charakteristik und systematische Stellung von *Deschampsia setacea* (Hudson) Hackel. — *Phyton*, Horn, 1 : 24—41.  
— (1950): Die makaronesischen *Deschampsia*-Arten. — *Phyton*, Horn, 2 : 276—287.  
— (1952): Ein Beitrag zur systematischen Stellung von *Poa violacea* Bellardi. — *Phyton*, Horn, 4 : 132—136.  
CHRTEK J. (1963): *Phleum subincrassatum* (Griseb.) comb. nova, ein Endemit der Balkanhalbinsel. — *Acta Univ. Carol. Biol.*, Praha, 1963 : 225—232.  
FREIDENFELDT T. (1904): Der anatomische Bau der Wurzel in seinem Zusammenhange mit dem Wassergehalt des Bodens. — *Bibl. Bot.*, Stuttgart, 61 : 1—118.  
HUBBARD C. E. (1954): *Grasses*. Pinguin Books Ltd., — Harmondsworth, Middlesex.  
JANKA V. (1859—1860): Adnotationes in plantas dacicas nonnullasque alias europaeas. — *Linnaea*, Halle a. d. S., 30 : 549—622.  
JIRÁSEK V. (1950): *Poaceae*. In DOSTÁL et al., *Květena ČSR*, p. 1916—2083. — Praha.  
— (1964): Beitrag zur Erkenntnis des histologischen Wurzelbaues der Gräser (*Poaceae*). — *Acta Univ. carol. Biol.*, Praha, Vol. 1964 No. 1 : 61—88.  
— (1965): Über die systematische Einordnung der Gattung *Molinia* Schrank (*Poaceae*). — *Preslia*, Praha. Im Druck.  
JIRÁSEK V. et CHRTEK J. (1962): Systematische Studie über die Arten der Gattung *Corynephorus* Pal.-Beauv. (*Poaceae*). — *Preslia*, Praha, 34 : 374—386.  
— (1962): Einige taxonomische Probleme in der Sektion *Homalopoa* (Dumort.) V. Jirás. der Gattung *Poa* L. — *Nov. bot. Horti bot. Univ. carol. prag.*, Praga, 1962 : 35—40.  
— (1963): *Poa riphaea* (A. et Gr.) Fritsch, ein Endemit des Gesenkes. — *Nov. bot. Horti bot. Univ. carol. prag.*, Praga, 1963 : 20—27.  
— (1964): Zur Frage des taxonomischen Wertes der Gattung *Cynosurus* L. — *Nov. bot. Horti bot. Univ. carol. prag.*, Praga, 1964 : 23—27.  
KIVENHEIMO V. J. (1947): Untersuchungen über die Wurzelsysteme der Samenpflanzen in der Bodenvegetation der Wälder Finnlands. — *Ann. bot. Soc. zool.-bot. fenn.*, Vanamo 22 (2) : 1—180.  
KNÍŽETOVÁ-ŠTĚPÁNKOVÁ L. (1964): *Československé druhy rodu Melica*. 159 p. Diplom-Arbeit (Msr.). Lehrstuhl f. Botanik d. Karls-Universität, Praha.

- KROEMER K. (1903): Wurzelhaut, Hypodermis und Endodermis der Angiospermenwurzel. — *Bibl. Bot.*, Stuttgart, 59 : 1—151.
- METCALFE C. R. (1960): Anatomy of the Monocotyledons I., Gramineae. — Oxford.
- POTZTAL E. (1964): Graminales. In: MELCHIOR H. [red.], A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien. P. 561—579. Berlin.
- PRAT H. (1936): La systématique des Graminées. — *Ann. Sci. nat., Bot. Paris*, 18 : 165—258.  
— (1960): *Revue d'Agrostologie. Vers une classification naturelle des Graminées.* — *Bull. Soc. bot. France*, Paris, 107 : 32—79.
- TAKEOKA T. (1957): Miscellaneous papers on the phylogeny of Poaceae (10). Proposition of a new phylogenetic system of Poaceae. — *J. Jap. Bot.*, Tokyo, 32/9 : 275—287.
- VOLKART A. et KIRCHNER G. (1908): Gramineae. In: KIRCHNER G., LOEW E. et SCHROETER C.: *Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas*, Stuttgart 1/2 : 1—288.
- VUKOLOV V. A. (1928): Srovnávací studie kořenů československých druhů lipnic se zřetelem na její závislost od podmínek stanovištních. — *Sbor. čs. Akad. zeměd., Praha*, 3. odd. A, č. 40 : 265—287.

## Kritika a bibliografie

G. Franke et A. Pfeiffer:

### Der Kakao

Die Neue Brehm-Bücherei, No. 341. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt, 1964. — 122 stran, 15 obr. a 12 tab. Brož. 6,20 MDN

Knižka úpravou i obsahem dobře vybavená, je dílčím výsledkem náročného a dlouhodobého úkolu vědeckých pracovníků ústavu tropického a subtropického zemědělství na universitě Karla Marxe v Lipsku. Chtějí seznamovat široký okruh zájemců vědeckopopulární formou s nejdůležitějšími tropickými a subtropickými užitkovými rostlinami zámořských oblastí, jež donedávna byly nebo dosud jsou ještě koloniemi, a zaplnit tak dosavadní mezeru v odborné literatuře nejen z hlediska botanického a pěstitelského, ale také ekonomického a obchodního a vzbudit v neposlední řadě zájem o hospodářskoobchodní problémy obyvatel těchto oblastí s uplatňováním jejich rostlinného bohatství na světových trzích.

Knižka o kakaovníku (*Theobroma cacao* L. s. l.), skýtajícím semeny z okurkovitých bobulí známé kakaové boby — přírodní surovinu pro získání práškového kakaa, kakaového másla a pak čokolády — nevybočuje z hodnotného průměru vědeckopopulárních spisů dnes už značně rozšířeně a známé knižnice Die Neue Brehm-Bücherei z Lipska. Čtenář získá o této stararé užitkové dřevině, jež pochází sice planými předky z Nového světa, ale která od konce min. století zabrala rozsahem největší plantáže na světě při Guinejském zálivu v Africe (tamní „kakaové“ státy v pořadí podle výše produkce: Ghana, Nigérie, Pobřeží slonoviny, Kamerun), zevrubně a přesně základní informace historické, botanické, pěstitelské i šlechtitelské, dále fyto- i zoopatologické, produkční, ekonomické a obchodní. Rozsah i obsah jednotlivých kapitol je navzájem vyvážen, což svědčí o rozvážném přístupu autorů knižky k problému i o péči při jeho zpracování. Výběr obrázků na křídových přílohách a přehledně upravené tabulky zvyšují přiměřeně snadnou použitelnost spisku. V seznamu literatury, majícím 69 citací, je zachycena podle mého soudu nejen literatura autory použitá, ale zároveň prameny s dalšími základními zdroji nejrůznějších hodnotných informací. Postrádám proto některé prameny, jež autoři nevynechali jistě záměrně, když naopak použili i základního taxonomicko-nomenklatorického kompencia o užitkových rostlinách od R. Mansfelda z nedávné doby (1959). Z neznámějších chybějících autorů uvádím: Reinhardt L. (1911), Sprecher von Bernegg A. (1934), Bois D. (1937), Tobler F. et Ulbricht H. (1945), Chevalier A. (1946), Hill A. F. (1952) a Ciferri R. (1957).

Naše čtenáře může jistě zajímat údaj, že dovoz surových kakaových bobů k nám činil v roce 1959 12 300 tun, o rok později však klesl na 10 400 tun, a dále že v roce 1938 se do ČSk, Bulharska, Polska, Maďarska a SSSR dovezlo celkem 41 000 tun kakaových bobů, zatímco v roce 1961 se ve zmíněných státech socialistického bloku v Evropě zpracovalo už 67 000 tun kakaových bobů, tj. více než o 1/3.

V. Jirásek