

Journal of
FOREST SCIENCE

Volume 46, No. 12, December 2000

PRAGUE 2000
ISSN 1212-4834

CZECH ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES
INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření Ministerstva zemědělství České republiky a pod gescí České akademie zemědělských věd

An international journal published under the authorization by the Ministry of Agriculture and under the direction of the Czech Academy of Agricultural Sciences

Managing Editorial Board – Redakční rada

Chairman – Předseda

Prof. Ing. Vladimír Chalupa, DrSc., Praha

Members – Členové

Prof. Ing. Jiří Bartuněk, DrSc., Brno

Ing. Josef Běle, CSc., Praha

Doc. Ing. Josef Gross, CSc., Praha

Doc. Ing. Jaroslav Koblížek, CSc., Brno

Prof. Ing. Jan Kouba, CSc., Praha

Ing. Vladimír Krečmer, CSc., Praha

Ing. Václav Lochman, CSc., Praha

Ing. František Šach, CSc., Opočno

RNDr. Stanislav Vacek, CSc., Opočno

Advisory Editorial Board – Mezinárodní poradní sbor

Prof. Dr. Don J. Durzan, Davis, California, U.S.A.

Prof. Dr. Lars H. Frivold, Aas, Norway

Prof. Ing. Milan Hladík, CSc., Zvolen, Slovak Republic

Prof. Dr. Andrzej Jaworski, Krakow, Poland

Prof. Dr. Hans Pretzsch, Freising, Germany

Prof. Dr. Franz Schmithüsen, Zurich, Switzerland

Prof. Dr. Dr. h. c. Branislav Sloboda, Göttingen, Germany

Dr. Jack R. Sutherland, Victoria, B.C., Canada

Prof. Dr. Sara von Arnold, Uppsala, Sweden

Prof. Dr. Nikolaj A. Voronkov, Moskva, Russia

Dr. Sven de Vries, Wageningen, Netherlands

Executive Editor – Vedoucí redaktorka

Mgr. Radka Chlebečková, Praha, Czech Republic

Scope: The journal publishes original results of basic and applied research from all fields of forestry related to European forest ecosystems.

Abstracts from the journal are comprised in the databases: Agris, CAB Abstracts, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus.

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year), Volume 46 appearing in 2000.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: Mgr. Radka Chlebečková, executive editor, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 51 06, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: forest@uzpi.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of receipt.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 2000 is 195 USD (Europe), 214 USD (overseas).

Actual information are available at URL address: <http://www.uzpi.cz>

Odborná náplň: Časopis publikuje původní výsledky základního a aplikovaného výzkumu ze všech oborů lesnictví, mající vztah k evropským lesním ekosystémům.

Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: Agris, CAB Abstracts, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus.

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 46 vychází v roce 2000.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: Mgr. Radka Chlebečková, vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 51 06, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: forest@uzpi.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 2000 je 816 Kč.

Aktuální informace najdete na URL adrese: <http://www.uzpi.cz>

IN VITRO PROPAGATION OF MATURE TREES OF PEDUNCULATE OAK (*QUERCUS ROBUR* L.)

IN VITRO ROZMNOŽOVÁNÍ DOSPĚLÝCH STROMŮ DUBU LETNÍHO (*QUERCUS ROBUR* L.)

V. Chalupa

Czech University of Agriculture, Faculty of Forestry, 165 21 Praha-Suchdol

ABSTRACT: Methods of *in vitro* propagation of mature trees of pedunculate oak via somatic embryogenesis and organ cultures are described in the paper. Juvenile explants from epicormic shoots (induced by partial girdling of basal part of trunk) and from stump sprouts were used as initial explants. Shoot multiplication was stimulated on modified BTM and WPM supplemented with low concentration of cytokinin (BA) and auxin (IBA). Produced microshoots were rooted on modified WPM supplemented with auxin (IBA). For induction of embryogenic tissue, multi-stage treatment was required, and development of embryogenic structures was stimulated by lowering of growth regulators concentration in nutrient media. Germination and conversion of somatic embryos to plantlets was promoted by desiccation treatment.

in vitro oak propagation; oak micropropagation; shoot multiplication; somatic embryogenesis; somatic embryo conversion; *Quercus robur* L.

ABSTRAKT: V práci je popsáno rozmnožování dospělých stromů dubu letního (*Quercus robur* L.) metodami *in vitro* pomocí orgánových kultur a somatickou embryogenezi. Jako počáteční explantáty byly použity juvenilní prýty odebrané z pařezových výmladků nebo z kmenových výmladků indukovaných k růstu v bazální části kmene. Nodální segmenty těchto prýtů, které byly pěstovány na modifikovaném médiu BTM a WPM, obsahujícím cytokinin (BA) a auxin (IBA), vytvářely množící se kultury. Mikrořízky odebrané z těchto kultur byly zakořeněny na živných médiích obsahujících nízké koncentrace auxinu (IBA). U listových a internodálních segmentů pěstovaných na živných médiích obsahujících cytokinin (BA, TDZ) a auxin (NAA) bylo stimulováno vytváření kalusových pletiv, u kterých po přesazení na média obsahující nízkou koncentraci růstových fytohormonů bylo stimulováno vytváření embryogenních pletiv. Ze somatických embrií byly regenerovány rostliny, které byly přesazeny do nesterilního substrátu.

in vitro rozmnožování; mikropropagace; množení prýtů; somatická embryogeneze; konverze somatických embrií; *Quercus robur* L.

INTRODUCTION

In vitro propagation of selected mature oak trees can speed up tree improvement programs and will be useful for the gene pool preservation of trees with valuable genetic traits. Breeding of oak species is a slow and difficult process, because the juvenile non-flowering stage lasts a long time. Forest tree improvement programs might be accelerated by application of new biotechnology techniques. *In vitro* propagation of selected trees is a flexible way of breeding and genetic gain may be obtained and utilized in practical forestry without delay.

In vitro propagation of forest trees old enough to demonstrate their superior characteristics is often difficult. The mature phase of trees is characterized by a de-

creasing capacity for vegetative propagation. However, in forest trees that reach considerable age and dimensions, the transition from juvenile to mature phase occurs gradually and different parts of tree are in different degree of maturity. Some parts of tree retain juvenile tissue for a long time. The basal parts of tree often contain tissue with the high degree of juvenility. During the process of tree growth, meristems produce new cells that are as mature as the meristem itself. Buds produced in young seedling may stay dormant for decades and their physiological age does not change. Juvenile tissues may occur naturally (root suckers, stump and epicormic shoots), or may be induced by various treatments. New shoots originated from the juvenile tissue exhibit juvenile characteristics. Micropropagation of mature trees is favoured by the use of ex-

plants taken from the youngest tissue available. Selection of suitable explants from juvenile parts of mature trees is important for successful *in vitro* propagation of mature trees.

Two approaches are possible to solve the problem of mature tree micropropagation. Firstly, the selection of explants from the juvenile part of tree (stump sprouts, or epicormic shoots) is important. Experiments are carried out to find and identify biochemical or genetical markers associated with juvenile and adult phases of tissue. Nuclear and cytoplasmic changes occur in cells during plant maturation. It was observed that tissues of mature trees have different biochemical characteristics from those of juvenile seedlings. Old tissue had often higher levels of polyphenols, peroxidases, abscisic acid.

The second approach is to induce rejuvenation. Natural rejuvenation occurs during sexual process when distinct nuclear and cytoplasmic changes occur. For induction of rejuvenation we need better understanding of processes occurring during the sexual process. Partial rejuvenation was achieved by the use of various horticultural treatments such as repeated grafting into seedlings, serial cutting propagation, hormonal treatments, and pruning or hedging. Partial rejuvenation can be achieved during *in vitro* propagation, by serial subcultures of meristematic tissue on media containing phytohormones. Observations indicate, that the formation of adventitious buds and somatic embryo formation is a rejuvenating process.

For micropropagation of mature oak trees, juvenile parts of trees were often used. Stump and epicormic shoots were used as a source of primary explants for establishment of *in vitro* culture of mature oak trees (Chalupa, 1983, 1984, 1987, 1988, 1993, 1995; Vieitez et al., 1985, 1994; Meier-Dinkel, 1987; Favre, Junker, 1987; San-José et al., 1990). In case that juvenile shoots of selected mature tree were not available, special treatments were applied to induce growth of juvenile shoots.

Our recent experiments were focused on *in vitro* propagation of mature trees of oak using organ cultures and somatic embryogenesis. This study was carried out to investigate the influence of tree age, explant source, genotype, and plant growth regulators on *in vitro* propagation of selected mature trees of oak (*Quercus robur* L.).

MATERIALS AND METHODS

Plant material

Tissue cultures of *Quercus robur* L. were initiated from explants taken from mature trees (45 year-old) growing in two oak stands in central part of Czech Republic (30 km east of Prague). For explant collection 12 trees and 6 stumps (of cut trees) were selected. Epicormic shoots (induced by partial girdling of basal part of trunk) and stump sprouts were used as initial explants. Partial girdling stimulated development of epicormic shoots in

basal part of stem. Tree trunks were partially girdled (30–50 cm above ground) using a pruning saw, by cutting horizontal incision (4–7 cm long), penetrating through the cambium into xylem. Epicormic shoots also developed on increment cores removed from basal part of trunk, and placed on moist mixture of peat and perlite in growth cabinet and kept under high relative humidity, 16 h photoperiod and 25 °C. Developed epicormic shoots were used as a source for culture initiation.

Explants from stump sprouts and epicormic shoots were divided into leaves and nodal segments, and were surface sterilized by immersion in mercuric chloride solution (0.1% HgCl₂) for 20–40 min, followed by three rinses in sterile distilled water. Expanding leaves were cut transversally into halves and the petiolar leaf halves were placed with their abaxial surface on nutrient medium.

Culture media and conditions

The basal media used for experiments were BTM (Chalupa, 1984, 1988), WPM (Lloyd, McCown, 1980), MS (Murashige, Skoog, 1962) and SH (Schenk, Hildebrandt, 1972). The basal media were supplemented with glutamine (100 mg.l⁻¹), casein hydrolysate (100 mg.l⁻¹) and 20–30 g.l⁻¹ sucrose. The media were solidified with 7 g.l⁻¹ Difco Bacto agar and adjusted to pH 5.7 before sterilization by autoclaving at 121 °C for 20 min. Growth regulators and glutamine were filter-sterilized. Growth regulators added to culture medium included 6-benzylaminopurine (BA), thidiazuron (TDZ), 1-naphthaleneacetic acid (NAA), indole-3-butyric acid (IBA). Cultures were grown either in dark or in light in growth cabinets at 24 ± 1 °C with 16 h photoperiod under cool white fluorescent light with a photon flux density of 35 μmol.m⁻².s⁻¹.

The explants were cultured in 100 ml flasks containing 25 ml of nutrient medium. In most cases explants were cultured for six week culture period, and were transferred into fresh medium every three weeks. Shoot multiplication was stimulated by combinations of various concentrations of cytokinin and auxin. The rooting medium for excised microshoots consisted of basal WPM (half strength, 20g.l⁻¹ sucrose) supplemented with 2.46 μM IBA. Rooted plantlets were transplanted into containers and grown in a potting mixture (peat and perlite 1:1, v/v) at high relative humidity under long photoperiod.

RESULTS

In vitro shoot multiplication and rooting

Shoot cultures were initiated from induced epicormic shoots of all selected mature trees and from stump sprouts. Within 2–3 weeks, new shoots developed from axillary buds of nodal segments cultured on BTM or WPM supplemented with a low concentration of cytokinin

I. Effects of explant source, tree age and medium composition on *in vitro* shoot multiplication of *Quercus robur* L. (nutrient media were supplemented with 2.22 μM BA and 0.49 μM IBA)

Explant source		Nutrient medium			
		BTM		WPM	
		number of shoots	mean shoot length (cm)	number of shoots	mean shoot length (cm)
Mature trees	stump sprouts ⁺	2.6 ± 1.3	1.8 ± 0.8	2.5 ± 1.2	1.7 ± 0.7
	induced epicormic shoots ⁺⁺	2.5 ± 1.4	1.7 ± 0.9	2.5 ± 1.3	1.6 ± 0.6
Seedlings	stem shoots ⁺⁺⁺	2.8 ± 1.4	1.9 ± 0.9	2.7 ± 1.3	1.8 ± 0.7

⁺ Based on 6 stumps, mean of four subcultures, mean ± SD

⁺⁺ Based on 12 trees, mean of four subcultures, mean ± SD

⁺⁺⁺ Based on 14 seedlings, mean of four subcultures, mean ± SD

(2.22 μM BA) and auxin (0.49 μM IBA). Shoot cultures derived from stump sprouts and epicormic shoots (Fig. 1) maintained sufficient multiplication coefficient during the experimental period, without a significant decrease in regeneration capacity. Multiplication rates of cultures derived from induced epicormic shoots were not significantly different from those of cultures derived from stump sprouts (Table I). Multiplication coefficients of shoot cultures derived from seedlings were slightly higher than those of mature tree cultures, however, values were not significantly different. Experiments showed that stump sprouts and epicormic shoots arising in basal part of stem possess juvenile characteristics. The results indicate that explants from stump sprouts and from induced epicormic shoots can be successfully used for initiation of shoot cultures and for *in vitro* propagation of mature oak trees.

Microshoots excised from cultures and transferred on modified WPM supplemented with auxin (2.46 μM IBA) started to form adventitious roots within 2–3 weeks. Short dark period (5–7 days) in the beginning of rooting process stimulated initiation and growth of roots. Microshoots of cultures derived from stump sprouts and from induced epicormic shoots in basal part of stem, exhibited good rooting response, indicating a high degree of juvenility (Table II). Rooting behavior of cultures derived from mature oak trees, was influenced by genotype. Significant differences in rooting percentage were recorded among individual genotypes.

II. Effects of explant source and tree age on *in vitro* rooting of microshoots of *Quercus robur* L.

Explant source		Rooting (%)	Mean number of roots
Mature trees	stump sprouts ⁺	84 ± 5.4	2.2 ± 0.3
	induced epicormic shoots ⁺⁺	81 ± 6.1	2.1 ± 0.3
Seedlings	stem shoots ⁺⁺⁺	87 ± 4.7	2.4 ± 0.4

⁺ Based on 6 stumps, 16 shoots per clone, mean ± SD

⁺⁺ Based on 12 trees, 12 shoots per clone, mean ± SD

⁺⁺⁺ Based on 14 seedlings, 12 shoots per clone, mean ± SD



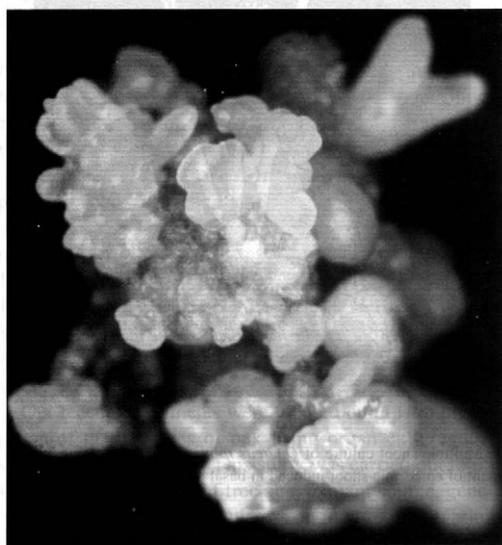
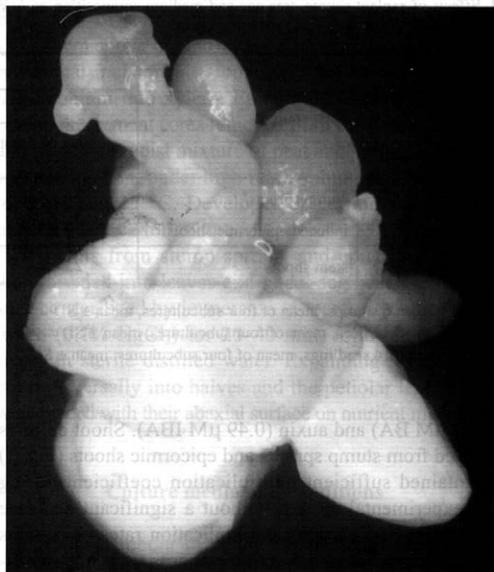
1. Multiple shoot culture of *Quercus robur* produced from nodal segment of epicormic shoot induced in basal part of mature oak tree

Rooted plantlets were transplanted into potting mixture and were grown under high relative humidity and long photoperiod to stimulate shoot growth. Survival rates of micropropagated plants derived from mature trees were high (86–94%). After acclimatization, micropropagated plants were planted outdoors.

Induction of somatic embryogenesis and plant regeneration

Initiation of callus tissue was stimulated in leaf segments and internodal stem segments of stump and epicormic shoots of mature oak trees cultured on WPM, BTM, MS and SH medium, supplemented with low concentrations

of cytokinin (2.2–8.8 μM BA or 0.04–0.9 μM TDZ) and auxin (10.7–21.5 μM NAA). Within 3–4 weeks, callus tissue with nodular formation was produced on petiole leaf segments and on cut surfaces of main leaf veins. Some epidermal cells of leaf segments also produced callus tissue. Internodal stem segments of stump and epicormic shoots of mature oak trees produced callus tissue on the cut surface within 3–4 weeks on tested media containing auxin (10.7–27.0 μM NAA) and cytokinin (2.2–8.8 μM BA or 0.04–0.9 μM TDZ). For induction of embryogenic tissue, multi-stage initiation treatment was required. Development of embryogenic tissue was stimulated by gradual lowering of plant growth regulators in nutrient medium. After transfer of callus cultures on media containing lower concentration of growth regulators or lacking growth regulators, embryogenic structures developed. After 4–5 weeks, the cultures were transferred on nutrient media supplemented with 0.4 μM BA and 0.5 μM NAA and later the cultures were subcultured on medium lacking plant growth regulators. Embryogenic structures developed on the surface of white callus were separated and transferred to proliferation medium (Fig. 2).

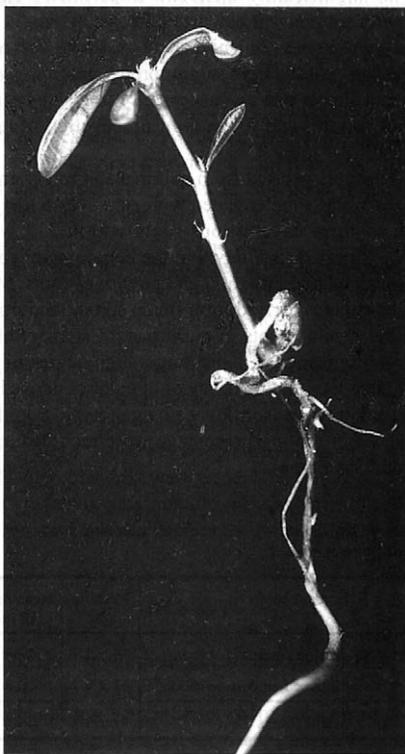


2. Induction of embryogenic tissue and developing somatic embryos in culture derived from epicormic shoot induced in basal part of mature oak tree

The embryogenic cultures produced from leaf and internodal segments were maintained by secondary embryogenesis. Secondary somatic embryogenesis led to the formation of new adventive embryoids. Various stages of embryogenic structures, normal and abnormal, were observed. Embryogenic tissue kept their embryogenic potential for more that one year.

Maturation of somatic embryos was promoted by ABA and elevated osmoticum treatment (Fig. 3). The use of ABA

3. Somatic embryo development in embryogenic culture derived from epicormic shoot of mature oak tree



4. Plantlet regenerated from somatic embryo developed in embryogenic culture initiated from epicormic shoot of mature *Quercus robur*

(7.6–38.0 μM) together with the non-permeating osmoticum (2–5% PEG 4000) promoted maturation, stimulated accumulation of storage proteins and increased the ability of somatic embryos to survive the drying treatment. Germination and conversion of somatic embryos to plantlets was promoted by desiccation treatment. The mature embryos were slowly dried in controlled environments (92–63% RH). Slow drying of somatic embryos increased germination and improved shoot elongation. Conversion of mature somatic embryos to plantlets ranged from 3% to 18%.

Plantlets developed from somatic embryos (Fig. 4) were transplanted into potting mixture and were grown under long day conditions and high relative humidity for 4–6 weeks. The humidity was gradually reduced to normal values and acclimated plants were transferred outdoors.

DISCUSSION

In vitro propagation of oak is an important method for production of large number of trees with valuable genetic traits. One of the main problems of tree micropropagation is a problem of aging. The capacity of trees to be propagated vegetatively decreases with increasing age, and maturity is often associated with the loss of rootability. Our approach to overcome the problem of aging consists in using juvenile parts of mature trees for micropropagation. Selection of explants and methods chosen for oak micropropagation have significant effects on multiplication rates and plant quality. The quality of plants produced by *in vitro* methods has to be as good as those produced by conventional methods. Experiments presented in the paper are a continuation of our previous investigations (Chalupa, 1983, 1984, 1988, 1990, 1993, 1995) focused on possibilities to propagate *in vitro* mature oak trees using juvenile parts of trees as explant sources. Our recent experiments with various sources of plant material indicated that explants taken from stump sprouts and from epicormic shoots induced in basal part of stem, exhibit juvenile characteristics. Organ cultures initiated from these explants showed high shoot multiplication rate and good rooting capacity. The efficiency of shoot multiplication was affected by the medium composition and concentration of external growth regulators. Low concentration of cytokinin (BA) and auxin (IBA) in culture medium stimulated axillary bud elongation and shoot multiplication. Rooting experiments demonstrated the capacity to form roots of cultures derived from mature trees.

Propagation of oak trees via somatic embryogenesis is a promising method for fast clonal propagation of selected superior genotypes. Embryogenic cultures of mature oak trees were established from male catkins of *Quercus robur* (Chalupa, 1985) and *Q. bicolor* (Gingás, 1991). Féraud-Keller, Espagnac (1989) described initiation of embryogenic tissue of *Q. ilex* from leaves of adult trees and Fernandez-Guijarro et al. (1995) initiated somatic

embryos from leaf segments of *Q. suber*. Cuenca et al. (1999) induced somatic embryogenesis using leaf and internodal segments of pedunculate oak seedlings. Our experiments demonstrated the feasibility of somatic embryogenesis induction in mature *Quercus robur* trees. Juvenile shoots induced in basal part of mature trees were used as explant sources for initiation of somatic embryogenesis. For induction of embryogenic tissue, multi-stage initiation treatment was required. Development of embryogenic tissue was stimulated by lowering of growth regulator concentration in nutrient medium. Secondary somatic embryogenesis was efficient method for production of large number of adventive somatic embryos. Germination and conversion of somatic embryos to plantlets was promoted by desiccation treatment.

Acknowledgements

The financial support provided by the Grant Agency of the Czech Republic (grant No. 522/96/K186) is acknowledged.

References

- CHALUPA, V., 1983. Micropropagation of conifer and broad-leaved forest trees. *Commun. Inst. For. Czech.*, 13: 7–39.
- CHALUPA, V., 1984. *In vitro* propagation of oak (*Quercus robur* L.) and linden (*Tilia cordata* Mill.). *Biol. Plant.*, 26: 374–377.
- CHALUPA, V., 1985. *In vitro* propagation of *Larix*, *Picea*, *Quercus*, *Fagus*, and other species using adenine-type cytokinins and thidiazuron. *Commun. Inst. For. Czech.*, 14: 65–90.
- CHALUPA, V., 1987. European hardwoods. In: BONGA, J. M. – DURZAN, D. J. (eds.), *Cell and Tissue Culture in Forestry*, Vol. 3: 224–246. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht.
- CHALUPA, V., 1988. Large scale micropropagation of *Quercus robur* L., using adenine-type cytokinins and thidiazuron to stimulate shoot proliferation. *Biol. Plant.*, 30: 414–421.
- CHALUPA, V., 1990. Plant regeneration by somatic embryogenesis from cultured immature embryos of oak (*Quercus robur* L.) and linden (*Tilia cordata* Mill.). *Plant Cell Rep.*, 9: 398–401.
- CHALUPA, V., 1993. Vegetative propagation of oak (*Quercus robur* and *Q. petraea*) by cutting and tissue culture. *Ann. Sci. For.*, 50, Suppl. 1: 295–307.
- CHALUPA, V., 1995. Somatic embryogenesis in oak (*Quercus* spp.). In: JAIN, S. – GUPTA, P. – NEWTON, R. (eds.), *Somatic embryogenesis in woody plants*, Vol. 2, angiosperms. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands: 67–87.
- CUENCA, B. – SAN-JOSÉ, M. C. – MARTÍNEZ, M. T. – BALLESTER, A. – VIEITEZ, A. M., 1999. Somatic embryogenesis from stem and leaf explants of *Quercus robur* L. *Plant Cell Rep.*, 18: 538–543.
- FAVRE, J. M. – JUNCKER, B., 1987. *In vitro* growth of buds taken from seedlings and adult plant material in *Quercus robur* L. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 8: 49–60.

- FÉRAUD-KELLER, C. – ESPAGNAC, H., 1989. Conditions d'apparition d'une embryogenèse somatique sur des cals issus de la culture de tissus foliaires du chêne vert (*Quercus ilex*). *Can. J. Bot.*, 67: 1066–1070.
- FERNÁNDEZ-GUIJARRO, B. – CELESTINO, C. – TORIBIO, M., 1995. Influence of external factors on secondary embryogenesis and germination in somatic embryos from leaves of *Quercus suber*. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 41: 99–106.
- GINGAS, V. M., 1991. Asexual embryogenesis and plant regeneration from male catkins of *Quercus*. *HortScience*, 26: 1217–1218.
- LLOYD, G. – McCOWN, B., 1980. Commercially feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. *Comb. Proc. Int. Plant. Prop. Soc.*, 30: 421–427.
- MEIER-DINKEL, A., 1987. *In vitro* Vermehrung und Weiterkultur von Stieleiche (*Quercus robur* L.) und Traubeneiche (*Quercus petraea* /Matt/ Liebl.). *Allg. Forst- Jagdzgt*, 158: 199–204.
- MURASHIGE, T. – SKOOG, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.*, 15: 473–497.
- SAN-JOSÉ, M. C. – VIEITEZ, A. M. – BALLESTER, A., 1990. Clonal propagation of juvenile and adult trees of sessile oak by tissue culture techniques. *Silvae Genet.*, 39: 50–55.
- SCHENK, R. H. – HILDEBRANDT, A. C., 1972. Medium and techniques for induction and growth of monocotyledonous and dicotyledonous plant cell cultures. *Can. J. Bot.*, 50: 199–204.
- VIEITEZ, A. M. – SAN-JOSÉ, M. C. – VIEITEZ, E., 1985. *In vitro* plantlet regeneration from juvenile and mature *Quercus robur* L. *J. Hort. Sci.*, 60: 99–106.
- VIEITEZ, A. M. – SÁNCHEZ, M. C. – AMO-MARCO, J. B. – BALLESTER, A., 1994. Forced flushing of branch segments as a method for obtaining reactive explants of mature *Quercus robur* trees for micropropagation. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 37: 287–295.

Received 23 November 1999

IN VITRO ROZMNOŽOVÁNÍ DOSPĚLÝCH STROMŮ DUBU LETNÍHO (*QUERCUS ROBUR* L.)

V. Chalupa

Česká zemědělská univerzita, Lesnická fakulta, 165 21 Praha-Suchdol

Vegetativní rozmnožování dospělých stromů dubu má značný význam pro záchranu odolných genotypů dubu a pro zachování genofondu cenných populací dubu. Při našich pracích byly prováděny experimenty s rozmnožováním dospělých stromů dubu letního metodami *in vitro*, pomocí orgánových kultur a somatickou embryogenezi. K založení explantátových kultur byly použity prýty odebrané z dospělých stromů dubu (věk 45 let) rostoucích ve dvou dubových porostech ve středních Čechách. Jako počáteční explantáty byly použity juvenilní prýty z kmenových výmladků indukované v bazální části kmene nebo pařezové výmladky. Nodální segmenty získané z odebraných prýtů byly po sterilizaci pěstovány na modifikovaném médiu BTM nebo WPM. Nízké koncentrace cytokininu (BA) a auxinu (IBA) v živných médiích stimulovaly vytváření prýtů z axilárních pupenů (tab. I). Bylo dosaženo značného koeficientu množení prýtů na těchto živných médiích. Mikrořízky odebrané z množících se kultur byly zakořeny na modifikovaném WPM obsahujícím nízkou koncentraci auxinu (IBA).

Bylo dosaženo vysokého procenta zakořnění mikrořízků na živném médiu (tab. II). Zakořené prýty byly přesazeny do nesterilní směsi rašeliny a agroperlitu (1 : 1, v/v), kde byly pěstovány po 4–6 týdnů při vysoké relativní vzdušné vlhkosti. Po aklimatizaci byly zakořené sazenice vysazeny na venkovní plochy a byl sledován jejich další růst.

U listových a internodálních segmentů získaných z kmenových nebo pařezových výmladků, které byly po sterilizaci pěstovány na živných médiích obsahujících cytokinin (BA, TDZ) a auxin (NAA), bylo stimulováno vytváření kalusových pletiv. Po přesazení na živná média, která buď obsahovala nízkou koncentraci růstových fytohormonů, nebo neobsahovala žádné fytohormony, bylo stimulováno vytváření embryogenních pletiv a somatických embryí. Klíčení a konverze somatických embryí v rostliny byla stimulována desikací při nižší relativní vzdušné vlhkosti. Rostliny vypěstované ze somatických embryí byly po otužení vysazeny na venkovní plochy.

Contact Address:

Prof. Ing. Vladimír Chalupa, DrSc., Česká zemědělská univerzita, Lesnická fakulta, 165 21 Praha-Suchdol, Česká republika

BEECH GALL MIDGE (*MIKIOLA FAGI* HTG.) AND ITS NATURAL ENEMIES

BEJLOMORKA BUKOVÁ (*MIKIOLA FAGI* HTG.) A JEJÍ PŘIROZENÍ NEPŘÁTELE

J. Urban

Mendel University of Agriculture and Forestry, Faculty of Forestry and Wood Technology, Lesnická 37, 613 00 Brno

ABSTRACT: In 1998 and 1999, there was a mass outbreak of beech midge (*Mikiola fagi* Htg.) reported from many areas of the Czech Republic. The midge gradation was recorded also in the Bohemian-Moravian Upland in the Polníčka Forest District situated at an altitude of about 600 m. This was the locality where the development of the midge and its insect parasitoids was studied on early and late budding 30-year-old beech trees and in an unevenly budding 6-year old beech plantation. The pest winters mainly at a stage of the grown-up larvae (rarely pupae). Protandrous adults hatch towards the end of March and at the beginning of April. They deposit eggs on buds (39%) and twigs (61%) in the close vicinity of the buds, on young cultures and on the ground parts of the crowns of older beech trees. Egg larvae make their way into the scales to the leaf rudiments of the early budding beech trees much easier than into the more compact buds of the late budding beeches. Due to larvae sucking, there are galls of up to 1 mm in height developing on the abaxial face of the leaves from mid-April to the beginning of May, which further grow only on the adaxial face of the leaves into the characteristic single-chamber galls. One gall can house up to 3 growing larvae until mid-July. At the beginning, the male galls (unlike the larvae) exhibit a much slower growth than the female galls. The development in the galls is usually completed only by 3–8% of the midge larvae. Up to 82% of mortality can be attributed to insect parasitoids (particularly to the ectoparasitoids *Torymus cultriventris* Ratz. and *Aprostocetus elongatus* Först., and the endoparasitoid *Omphale lugens* Nees). *T. cultriventris* deposits eggs mainly in June and July, *A. elongatus* by 1–2 weeks later. At the beginning, the larvae of the two species feed in a zoophagous way (*A. elongatus* sometimes also as a hyperparasitoid), later on in a phytophagous or saprophagous way. The both species usually winter in the stage of larvae. *O. lugens* hatches in the 1st half of June and lays eggs mainly into the male larvae of the beech midge. It winters at the stage of the grown-up larvae and pupae. The development of all three species is univoltine. 14–22% of midge larvae are killed by the defensive activity of the plant tissues. The paper also describes the influence of particular factors of mortality on the size and general appearance of the beech midge galls.

Mikiola fagi Htg.; occurrence; development; natural enemies; gall polymorphism

ABSTRAKT: V letech 1998 a 1999 se v mnoha oblastech ČR přemnožila bejломorka buková (*Mikiola fagi* Htg.). Její gradace byla zaznamenána také na Českomoravské vrchovině na poleší Polníčka v nadmořské výšce kolem 600 m. Tam byl studován vývoj bejломorky a jejích hmyzích parazitoidů na časně a pozdně rašících 30letých bucích a nestejněrně rašící šestileté bukové výsadbě. Škůdce zimuje většinou ve stadiu dorostlých larev (zřídka kukel). Protandriční dospělci se líhnou koncem března a začátkem dubna. Vajíčka kladou na pupeny (39 %) a větévky (61 %) poblíž pupenů, a to na mladé kultury a na přizemní části korun starších buků. Vaječné larvy pronikají mezi šupiny k základům listů časně rašících buků snadněji než do kompaktnějších pupenů pozdně rašících buků. Od poloviny dubna do začátku května se sáním larev na abaxiální straně listů vytvářejí 1 mm vysoké háčky, které se dále vyvíjejí jen na adaxiální straně listů v charakteristické jednoduřkové háčky. V téže háčce se až do poloviny července mohou vyvíjet až tři larvy. Samičí háčky (na rozdíl od larev) rostou zpočátku mnohem pomaleji než samičí. Vývoj v háčkách ukončí jen 3–8 % larev bejlo-morky. Na mortalitě se až 82 % podílejí hmyzí parazitoidi (především ektoparazitoidní *Torymus cultriventris* Ratz.

a *Aprostocetus elongatus* Först. a endoparazitoidní *Omphale lugens* Nees). *T. cultriventris* klade vajíčka hlavně v červnu a červenci, *A. elongatus* o jeden až dva týdny později. Larvy obou druhů se zpočátku živí zoofágně (*A. elongatus* někdy i jako hyperparazitoid), později fytofágně či saprofágně. Oba druhy zimují obvykle ve stadiu larev. *O. lugens* se lišne v první polovině června a vajíčka klade hlavně do samčích larev bejломorky. Zimuje ve stadiu dorostlých larev a kukel. Vývoj všech tří druhů je univoltinní. Obrannou činností rostlinných pletiv je zahubeno 14–22 % larev bejломorky. V práci je dále podrobně popsán vliv jednotlivých mortalitních faktorů na velikost a celkový vzhled hálek bejломorky.

Mikiola fagi Htg.; výskyt; vývoj; přirození nepřátelé; polymorfismus hálek

INTRODUCTION

Beech gall midge (*Mikiola fagi* Htg.) belongs to the large family of gall midges (*Cecidomyiidae*, syn. *Itionididae*), represented in the territory of the Czech Republic by 503 species (Skuhrová, 1997). It is one of the biological group of phytophagous midges, similarly as 75% of other family representatives. Larvae of these gall midges grow phytophagously, mainly monophagously in the young vegetative and generative organs of plants. As many as about 90 gall midge species live on the forest tree species (Skuhrová, Skuhrová, 1998).

Similarly as the majority of gall midges which feed on plants, the beech midge is cecidogenic. The gall-forming capacity is missing only in the species that grow in the reproductive plant organs (flowers, seeds and fruits) and in the inquiline species. Galls of the same midge species always appear only on a certain part of the host plant. The shape, size and appearance of the galls formed by particular midge species are so characteristic that they can very often help at a reliable determination of the midge species.

The beech midge is one of 5 species from the family of cecidomyiids which develop on European beech (*Fagus sylvatica* L.). Its larvae live in neat cecidia developing on the adaxial face of young beech leaves. Thanks to these conspicuous and often very numerous new formations it is one of the gall-forming midges and gall-formers at all. It can be most frequently found on young bushy beeches and in the ground parts of the crowns of older solitary standing or marginal beech trees. Its frequent mass outbreaks and high population densities can significantly impair the assimilative capacity of the host species. It is, therefore, justly ranked with the most harmful gall midge species in the forest tree species such as pine midge (*Thecodiplosis brachytera* Schwagr.), larch midge (*Dasineura kellneri* Hensch. = *laricis* F. Löw), and fir gall midge (*Resseliella piceae* Seitn.).

The beech midge is a widely spread European species with its natural range stretching as far as to the Atlas and the Caucasus mountain ranges. It appears almost anywhere where European beech is a common species and is most abundant in the areas of its natural range, i.e. in central Europe and its central mountains, in northern Europe (Denmark and southern Scandinavia) mainly in lowlands, and in southern Europe (Spain, Italy) mainly in mountains. Its occurrence in southern Europe (e.g. in Bulgaria) has also been recorded on eastern beech (*Fagus orientalis*

Lipsky) (Stalev, 1989, 1991). On beech trees in Bulgaria and Caucasus it is said to be represented by the gall midge *Mikiola orientalis* Kieff. Nevertheless, it should be only more precise morphological studies of the adults and larvae that would be decisive for the statement that the found species is actually a separate one (Skuhrová, Skuhrová, 1996). In the Czech Republic, the beech midge can be found above all in the locations of medium and higher altitudes (400–1,100 m) and much less also in lowlands (e.g. in parks on the ornamental forms of beech). Beech gall midge was found in 260 localities in the Czech Republic and is considered one of the very abundant species of the Czech fauna (Skuhrová, Skuhrová, 1998).

Thanks to the above mentioned facts and some other circumstances the beech midge is one of the best studied gall-formers in the numberry with data on its morphology, systematic classification, occurrence, bionomics and harmfulness being available in various entomological and entomological-protection oriented compendia (e.g. Darboux, Houard, 1901; Kieffer, 1913; Wimmer, 1931; Escherich, 1942; Schwerdtfeger, 1944, 1970; Gäbler, 1955; Štákelberg, 1955; Skuhrová, Skuhrová, 1960, 1973, 1998; Brauns, 1964; Buhr, 1964; Skuhrová, 1977, 1986, 1987; Postner, 1982; Álvarez, 1998) and in many other technical and scientific essays (e.g. Büsgen, 1895; Baudyš, 1954, 1956; Wahlgren, 1960; Skrzypczyńska, 1969, 1983; Paclt, 1973; Schnaider, 1974; Džanokmen, 1978; Kostjukov, 1978; Nikolskaja, Zerova, 1978; Trjapicyn, 1978; Segebade, Schaeffer, 1979; Hrubík, 1985; Cwiklinski, Kozioł, 1987; Stalev, 1989, 1991; Schmidt, 1991; Skuhrová, Skuhrová, 1974; Skuhrová, Skuhrová, 1988, 1991, 1993, 1996, etc.). Gall morphology, anatomy and histology were studied in details by e.g. Küster (1911, 1925, 1930) and Ross (1932). Gall-forming process induction and control was dealt with e.g. by Boysen-Jensen (1948, 1952) and Weidner (1957). The chemical composition and physiology of galls were discussed e.g. by Kirst (1974), Kirst, Rapp (1974), Rapp, Kirst (1974) and Brewer, Skuhrová (1989). Some authors mention gall dimorphism (or polymorphism) which is being ascribed to parasitoids or to the larvae of female or male sexes (Molliard, 1926; Vorms-Ravillard, 1935; Coutin, Riom, 1967; Urban, 1999a,b, 2000a,b, etc.).

Beech midge brought an evidence of its great gradation tendencies in 1997–1999 when its simultaneous

mass outbreaks occurred in many areas of the Czech Republic (e.g. in the Orlické Mts., Jeseníky Mts., Moravian-Silesian Beskids, Drahanská Upland and Bohemian-Moravian Upland). The pest gradation in young beech plantations and on low-branching older beeches in the Polnička Forest District (Forest Administration of Dr. R. Kinský, Žďár nad Sázavou) was used to study its incidence and bionomics including the so far little known influence of the male and female larvae and natural enemies on the size and general appearance of the galls. The paper discusses the beech gall midge incidence and development, the incidence and development of its insect parasitoids in the galls on the early and late budding beech trees in the stand and in a young beech plantation.

LOCALITY UNDER STUDY AND METHODS

Systematic investigations were made in 1998 and 1999 in Stand 208E in the Polnička Forest District (Forest Administration in Žďár nad Sázavou). The forest district is situated in the Protected Landscape Area of the Žďárské vrchy Hills at an altitude ranging from 640 to 660 m (fir/beech forest vegetation zone). More details on the area under study see Urban (2000a).

The locality was visited in 2-week intervals in 1998 (in 3-week intervals and shorter as necessary in 1999) from the end of March (snow thaw) to the end of October (end of beech leaf fall). The course of imago swarming and the egg laying procedure were studied in the open in early spring. The hatching of midge adults and larval (pupal) parasitoids was investigated in more detail in the laboratory. The largest set of galls to be investigated (370 pcs) was collected in the open on 9 October 1998. Unfallen midge galls were cut out from the leaves in the laboratory. Groups of unfallen and fallen galls of the same size were placed into the test tubes (50 × 8 mm) and then into the outdoor conditions. From 28 February 1999, the galls were displaced into the laboratory for the hatching of gall midges and parasitoids. Similar investigations were made with galls collected in the open from the time of the culminating summer to the end of the growing season or early in the spring. The course of the hatching of adult midges and their insect parasitoids was monitored in 2-day intervals.

Another survey was to define the intensity of the infestation, the course of gall growth and the course of the midge pre-imaginal development and the development of the beech midge natural insect enemies on the early and late budding low branching 30-year-old marginal beech trees and in the young, very unevenly budding beech plantation of about 6 years. The infestation of the early and late budding beech trees was monitored from the early spring, i.e. from the time of the oviposition and the midge larvae invasion into the unbroken buds. There were two selected beech trees from which the originally unbudding annual shoots were collected in 3-week intervals with the midge eggs and later the shoots with the in-

festated leaves. From 7 August 1999 the sampling was also made from the young beech plantation. Laboratory measurements were made to find out the number of leaf rudiments in the buds and the number of leaves emerged from them including the infestation and size of the leaf blade (according to the location in the buds and the order on the current year shoots). The sets of galls taken from the early and late budding beech trees and from the young beech plantation were analyzed in the laboratory the galls being first torn off the leaves either by merely a certain pressure or by a careful cut running through the narrow neck at the gall base. Each gall was then carefully cut along its length with the scalpel under the microscope and its length, width and gall wall thickness (in the middle of its length) were measured micrometrically. The size of the living or dead midge larvae and parasitoid larvae was then measured by the same method. By combining different traits, particularly those of gall dimensions, gall wall thickness and midge larvae size, the galls with the living (possibly also parasitized) midge larvae collected in July and in later control terms were differentiated into the male and female galls by the sex of the midge larvae. A special attention was paid to the category of galls with the larvae which died due to the ectoparasitoids, endoparasitoids, plant tissue defensive activity, and insect or bird predators.

The data on the swarming of adults, oviposition, embryonal development, penetration of the midge larvae to the leaf rudiments of buds on the early and late budding beech trees etc. will be worked out in more details in a separate paper.

RESULTS AND DISCUSSION

WINTERING, HATCHING AND EGG DEPOSITION

The beech midge winters in galls fallen on the ground. Shortly before the gall fall from the leaves, which starts as soon as towards the end of August and culminates towards the end of September and at the beginning of October at Polnička (Table I), the mature larvae close the narrowed neck at the gall base with a white woven cap. The male larvae grow up on average somewhat earlier than the female larvae, which means that the first capped galls are always the male galls. For example in 1998, there were 77% of male (and only 3% of female) subpopulation capped in their galls from the end of August until the end of September, and the process of gall capping and fall onto the ground was finished in mid-October. The great majority of galls with the mature midge larva get separated from the leaves prior to the proper leaf fall from the tree species. Galls with dead male and female midge larvae that were in the later period of time (in September or even at the beginning of October) infested by insect ectoparasitoids often use to fall from the leaves, too and are usually capped. However, predominant part of the parasitized galls and all galls with the midge

I. Average size (mm) of beech midge (*M. fagi*) galls with live male and female larvae on the early (late) budding beech. Number of galls measured – see Tables III and IV. Polnička, 1999

Date	Male galls			Female galls			Galls – total		
	length	width	wall thickness	length	width	wall thickness	length	width	wall thickness
23 April	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7 May	?	?	?	?	?	?	0.4 (0.1)	0.9 (0.7)	0.1 (0.1)
23 May	?	?	?	?	?	?	3.2 (1.6)	2.1 (1.8)	0.3 (0.2)
6 June	?	?	?	?	?	?	5.5 (3.6)	3.2 (2.5)	0.7 (0.4)
26 June	5.4 (?)	3.0 (?)	0.6 (?)	7.3 (?)	4.7 (?)	1.1 (?)	5.8 (3.9)	3.4 (2.7)	0.7 (0.5)
16 July	5.6 (3.6)	3.0 (2.5)	0.6 (0.5)	7.6 (5.5)	5.6 (3.2)	1.2 (0.8)	6.5 (4.2)	4.2 (2.8)	0.9 (0.6)
7 August	4.9 (4.1)	2.5 (2.8)	0.5 (0.6)	7.2 (–)	4.9 (–)	1.3 (–)	5.8 (4.1)	3.4 (2.8)	0.8 (0.6)
27 August	5.1 (4.5)	3.2 (2.7)	0.6 (0.5)	7.4 (–)	5.3 (–)	1.3 (–)	5.9 (4.5)	4.0 (2.7)	0.9 (0.5)
17 September	6.5 (3.3)	3.4 (1.9)	0.7 (0.4)	9.0 (6.0)	6.2 (5.3)	1.3 (1.7)	7.9 (4.7)	5.0 (3.6)	1.0 (1.0)
19 October	– (–)	– (–)	– (–)	8.3 (–)	5.8 (–)	1.2 (–)	8.3 (–)	5.8 (–)	1.2 (–)

larvae killed due to the defensive activity of the plant tissues never fall down from the leaves.

The midge usually survives the unfavourable winter period in the stage of mature larvae. At Polnička, there were 87% of the midge population as a larva in 1998 (and even 100% in 1999), and only 13% (0% in 1999) as an uncoloured pupa. The higher percentage of the wintering pupae can be anticipated in this area in years with the very warm growing period and naturally also at all places with better climatic conditions (e.g. at lower altitudes exposed to the south). The length of the mature male and female larvae is 4.0 mm and 5.0 mm, resp., the width being 1.2 mm and 1.5 mm, resp.

The midge larvae pupate in the galls usually in March of the coming year (at Polnička as early as about 10 March) and the adult individuals hatch after 2–3 weeks of the stage of pupa. Prior to the hatching, the midge pupae lift off or break through the woven cap by using apices of the cervical armature (sclerotized apices on the head), and slide with their anterior body into the opening in the gall neck, which was left in the base of the gall after its separation from the leaf. After the adult has flown out, the white exuvia of the pupa stick out from the gall for a certain time until torn off by the atmospheric agents.

The hatching of adults exhibits protandry which is rather conspicuous. The first male swarms appeared at

Polnička in 1999 as early as on 25 March when the thickets and young beech stands were covered (with the exception of some 50 cm wide thawed spots around the stem bases) with up to 20 cm snow. The mass swarming of imagoes (85% males and 15% females) was observed on 27 March. At hatching in the laboratory, the total of 351 galls collected on 27 March 1999 brought to life only the midge females. The snow cover in the stands thawed (with minor exceptions) before the end of March and the swarming ceased on about 7 April. Due to different microclimatic conditions (resulting particularly from the uneven snow thaw) and individual development deviations the total time of swarming was prolonged to about 2 weeks.

Rather interesting is the fact that there were no more midge adults hatching in the laboratory from the set of 206 galls brought on 10 April 1999 although the set contained 5 more living (unparasitized and at first sight vital) larvae. The living midge larvae which did not pupate in the coming year out of reasons so far unclear occurred not infrequently also in galls collected from the open on 9 October 1998 (and stored in outdoor conditions until 28 February 1999). At analyzing the galls by cut, there were 3 more galls (0.8% from the total of 370 galls) with the living larvae found as late as on 1 May 1999. If there was a total of 14 adult midges hatched from this set of galls, then the 3 vital larvae which did not pupate repre-

sent 20% of the number of the living midges. The facts intrusively raise a question of a hitherto not evidenced but possible existence of the diapause in part of the beech midge larvae population.

The fertilized female midges deposit eggs not only on the so far enclosed leaf buds as claimed in the hitherto literature, but also on twig sections adjacent to the buds (up to the distance of 2 cm from the bud base). The analysis made at Polnička on 9 April 1999 revealed that there were only 39.2% of eggs localized at the bud base and 60.8% were found on shoots whose diameters ranged between 1.5 and 2.5 mm, either on the smooth bark or on the scars after bud scales, or on the last year's leaves, sometimes also on the long (up to 3 years on the leaves persisting) dead stipules left after the last year's leaves. The eggs are of brownish-red colour, spindly, and their length and width is 0.44 mm and 0.14 mm, respectively. Their deposition on the buds and shoots is usually lengthwise, either individual or in small groups (max. 35). Total numbers of eggs deposited by the female midges range between 276 and 410 (av. 300) (according to Escherich, 1942; Skuhřavá, Skuhřavý, 1960, and other authors it is only 200–300 eggs). The adult midges live just a few days, not taking in any food, just sucking water; after finishing their reproduction, they die soon.

The adult beech midges (females in particular) are far from being good fliers. They fly zig-zag usually only close above the ground and often sit down on the ground or on the ground vegetation. Their dispersion to more distant localities in the neighbourhood is passive and can rather be attributed to air streams than to their active flying. With regard to their limited flying capability the females implement their entire oviposition on young bushy beech trees or on ground parts of crowns of older solitary or marginal beeches (up to max. 5 m above the ground). This is the reason why it is particularly young plantations and thickets to be damaged by the beech midge at its gradations.

GROWTH OF GALLS AND LARVAE WITH UNDISTURBED DEVELOPMENT

The 1st instar larvae hatch from the eggs in 2–3 weeks (in the laboratory conditions as early as in 10 days). Their emergence is signalled by inconspicuous greyish white egg covers (built mainly of chorion) which persist on the tree species for several more days or weeks. The 1st instar larvae are red, with their anterior and posterior narrow and with a slightly dorso-ventral flattening of the body. Their average length and width is 0.38 mm and 0.16 mm, respectively. After a short rest, the larvae start wandering into the bud scales to reach the leaf rudiment.

In 1999, the first larvae at Polnička were hatched in mid-April and the last ones as late as on 3 May. At approximately half of this period of time (on about 23 April), there were 30.9% eggs and 69.1% larvae occurring on the tree species with the larvae being usually hidden in

the buds. At the time of the larvae penetration into the buds, the buds of the early budding (and naturally also the late budding) beeches were still entirely closed and their length ranged from 1.5 cm to 3.5 cm and width from 0.3 cm to 0.4 cm. The bud scales and leaf rudiments had a rather tight mutual contact.

The leaf rudiments in the buds have their future adaxial leaf face turned to the inside of the buds, being folded to the inside along the central leaf vein and – in addition – pleated to the inside in deep folds along the lateral veins. Both external and internal faces of the veins are densely overgrown with grey and tight-fitting fine hairs whose length is about 2.5 mm. This arrangement of the leaf rudiments in the beech buds makes it difficult for the larvae to easily get to the leaf parenchym and this is why the larvae settle down with their anterior in the parenchym tightly adhering to the main or lateral leaf veins.

The stand under study exhibited 2–8 (av. 3.5) leaf rudiments in one bud of the early budding beech, and 2–7 leaf rudiments (av. 4.0) in one bud of the late budding beech. At all times, the outer leaf rudiment in beech overlaps at least to some extent the leaf rudiment located beneath. There are certain gaps developing among the individual leaf rudiments at the beginning of the budding through which the midge larvae can penetrate deeper into the bud. These interspaces are doubtlessly larger in the early opening buds, and, therefore, the larvae settle down on the internal leaf rudiments (at Polnička most frequently between leaf rudiments 2 and 3, sporadically up to leaf rudiment 7). In contrast, the late-budding beech trees show a conspicuous coincidence of the beginning of budding and the hatching of the larvae. It is this coincidence that prevents the larvae to get inside the buds between the leaf rudiments and the reason why the larvae most frequently settle down on leaf rudiment 1 (outer) which is located immediately beneath the bud scales.

It was proven during the investigations made at Polnička that the beech midge deposits the eggs on the early budding beech trees more often than on the late budding beeches. The loosened (although not yet opened) buds of the early budding beeches offer an easier penetration to the larvae which soon settle down at a suitable place and start sucking. The late opening buds have the closely clinging leaf scales and tightly enclosed leaf rudiments (protected with the densely haired veins) which represent a very difficult obstacle for the larvae. A considerable percentage of the larvae will never get into the scales and 5–15% of them die being imprisoned among the scales or in the vein hairs. The leaves on the early budding beech trees were engaged by on average 3-times larger numbers of galls than the late-budding beeches due to the preferred oviposition on the early budding beeches and due to the high mortality of the 1st instar larvae on the late budding beeches.

The gall-forming substance contained in the salivary glands of the sucking larvae stimulates the young meristematic tissues of the leaf rudiments from the abaxial face (i.e. from the future lower face of the leaf) to the acceler-

ated growth and to the multiple cell division. The pathological hypertrophic and hyperplastic response of the cells, which occurs at a distance of 15–20 cells from the place of the incidence of the larva (Skuhrová, Skuhrový, 1960) results in the gradual development of a circular fornix around the larva. The space which surrounds the sucking larva gets larger and the original approximately perpendicular position of the larva towards the leaf changes after a certain time of sucking to a parallel position. Toward the end of April, the edges of this fornix get ever more closer and grow together at the beginning of May. This results in a tiny wartlike protuberance developing on the abaxial face of the young and fast growing leaf, whose height is hardly 1 mm. The protuberance with a whitish to rusty-brownish coloured top nearly stops growing at the beginning of May. From the end of April and at the beginning of May, there is an originally conical and later rather spindle-like outgrowth appearing on the opposite (adaxial) leaf face, which gets fast larger in May and June to reach its final size at the beginning of Autumn.

The young and intensively growing, little differentiated gall tissues get ever more differentiated and the galls harden in the 2nd half of June. There is a thick hard layer of thick-wall polyedric cells with lignified walls developing between the superficial epidermis and the thin internal nutritive layer built of thin-wall parenchymatic cells. The gall is nourished by means of a modified collateral vascular strand which is located between the hard and nourishing layers. A spacious hollow develops in-

side the gall. In terms of their development the single-cell beech midge galls represent one of the most perfect type of the leaf galls and galls in general (Figs. 1 and 2).

It is mentioned in some references that there is always only a single larva developing in the beech midge gall. Nevertheless, the studies conducted in Polníčka indicate that the statement is not entirely precise. There were e.g. only 87.5% galls occupied by a single larva, 9.1% galls with two larvae, and 3.4% galls with three larvae found on the early budding beech observed on 7 May 1999. The larvae in the galls with more than one larva reached the length and width of about 0.53 mm and 0.18 mm, resp. and did not differ in terms of their body size from the individually sucking larvae in any way. However, as early as on 26 June 1999, i.e. not even two months later, the sampling showed 97.2% galls with one larva, 2.8% galls with two larvae, and a zero number of the galls with three larvae. The galls with two larvae were of above-average size as in contrast to the larvae themselves whose size was below-average. While the length and width of the individual larvae was 1.8 mm and 0.8 mm, resp., the larvae living in couples were on average only 1.3 mm long and 0.7 mm wide.

Similarly, the galls on the late budding beech exhibited a lower multiple occupation by the larvae. From mid-July, however, all galls both on the early budding and late budding beeches had only a single larva – even those that had two or three developing larvae at the beginning. It follows, therefore, from the “co-existence” of the larvae in one and the same gall that a greater number of the lar-



1. Female galls of the beech midge (*Mikiola fagi* Htg.) at the lateral leaf veins on the early budding beech. Polníčka, 30 August 1998



2. Female galls of the beech midge (*M. fagi*) at the central and lateral leaf veins in the young plantation. Polníčka, 28 June 1999

vae accelerates the initial growth of the gall and hampers the growth of the larvae. The severe interference and competition which starts to show as early as after a month of the co-existence eventually always results in the elimination of the weaker larvae. This means in final consequences that it is at all times only one midge larva to achieve the final stage of its development in one gall.

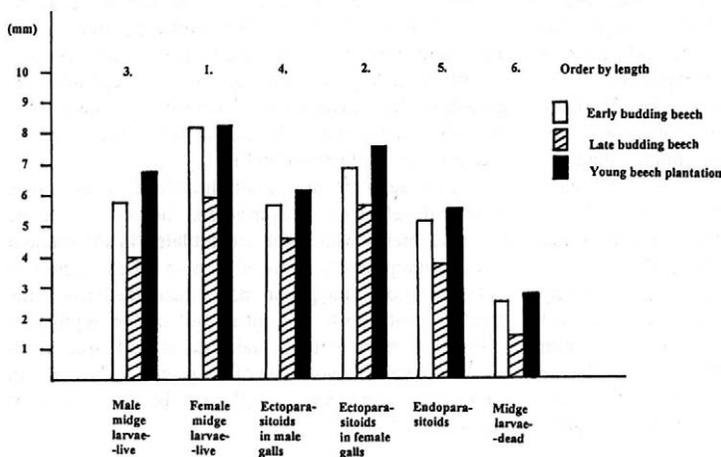
The beech midge galls develop on the adaxial face of the leaf blade, usually at places closely adjacent to the main or lateral leaf veins. There were on average 40.4% of galls at the main veins and 58.8% of galls at the lateral veins with 0.8% of galls located entirely out of the veins in the stand under study. It is interesting that with the increasing leaf size the average number of galls at the main leaf veins was markedly increasing and the number of galls at the secondary veins decreasing (Urban, 2000a).

The mature midge galls with the grown-up larvae are 3.3–12 mm long and 1.9–6.5 mm wide with wall thickness ranging between 0.4–1.7 mm. Their usual shape is oval, with the pointed, spindle-like or conical end. Their surface is smooth, dull to sheeny. Their colour is usually light-green, later often yellow or reddish (particularly on the sun-exposed side). The big-bellied galls get seated on the leaf blade with their narrow base and the conical galls with their unnarrow base. The grown-up galls with the living midge larvae get separated from the leaves towards the end of summer and at the beginning of autumn with the place of separation being the gall base, i.e. the place where the gall is connected to the leaf. The process of gall fall from the leaves begins as early as in mid-August and ends in mid-October. Prior to the gall fall, the midge larva would enclose the neck-like gall opening with the woven cap whose diameter is on average 1.3 mm in the male galls and about 1.7 mm in the female galls.

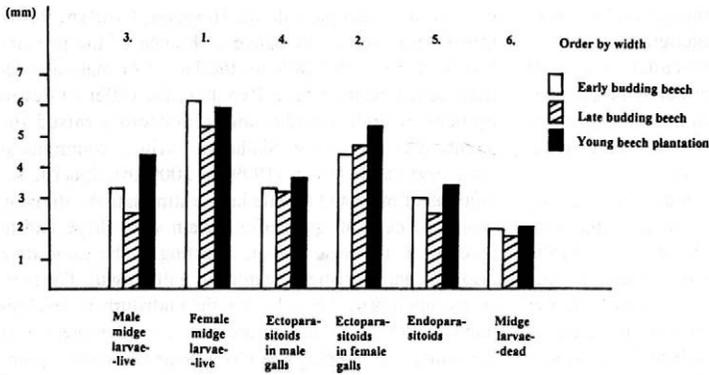
The beech midge galls vary in terms of their size and appearance. Some authors (e.g. Molliard, 1926; Vorms-Ravillard, 1935; Dziurzyński, 1961, in Coutin, Riom, 1967, etc.) mention, therefore, gall dimorphism which is being attributed mainly to the influ-

ence of the insect parasitoids. However, Coutin, Riom (1967) provided an evidence in France of the primary modification of the galls by the larvae of male and female sexes. In the Czech Republic, the different development of androecidia and gynoecidia raised the attention of Skuhravý, Skuhravá (written communication, 1998) and Urban (1999a,b, 2000a,b). Specific secretions of male and female larvae stimulate the division tissues to develop galls of a certain size, shape and to a certain extent also colour, affecting at the same time also the characteristic dynamics of gall growth. The metric parameters of the galls with the undisturbed development of the midge larvae are to a considerable extent depending on phenological, physiological and other properties of the host tree species including their ecological environment. Differences between the male and female galls become evident as late as in the second half of June.

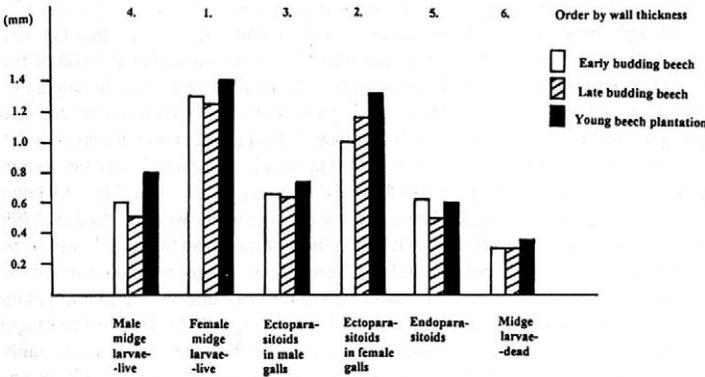
Research results from Polnička indicate that the size and wall thickness of the male galls after the end of the growth are considerably smaller than in the female galls. In 1998, the male galls on the early budding beech were 5–8 (av. 6.7) mm long, 3–5.5 (av. 4.2) mm wide and 0.8–1.1 (av. 1.0) mm thick. The female galls were 7.5–12 (av. 9) mm long, 5.0–6.4 (av. 5.8) mm wide and 1.0–1.7 (av. 1.4) mm thick. The same metric characters were studied in 1999 during the whole period of gall growth on both the early- and late-budding beech trees, and for a certain time of the growing period also in the very unevenly budding young beech plantation (Table I, Figs. 3–5). Due to the midge larvae mortality that reached 97% and was caused mainly by the insect parasitoids, the size of the galls with the undisturbed development could not be defined precisely enough. The very first look at Table I and Figs. 3–5 indicates apparent differences in the gall wall size and thickness in the androecidia and gynoecidia found on the early and late-budding beeches. In contrast to the galls on the early budding beech (and the galls in the young beech plantation), both the male and female galls on the late budding beech were on average considerably smaller and



3. Average length (mm) of the beech midge (*M. fagi*) galls after the end of growth (by their contents). Polnička, 1999



4. Average width (mm) of the beech midge (*M. fagi*) galls after the end of growth (by their contents). Polnička, 1999



5. Average wall thickness (mm) of the beech midge (*M. fagi*) galls at the half of their length after the end of growth (by their contents). Polnička, 1999

their walls thinner. The greatest average size and wall thickness were recorded in the galls from the young beech plantation.

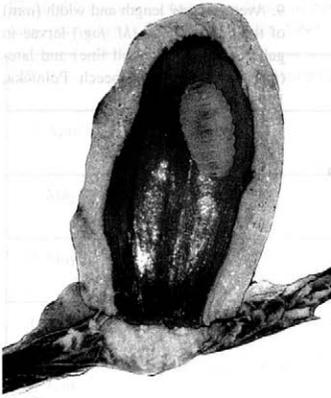
Not negligible are also the differences in the shape and colour of the male and female galls. The male galls are usually more conical, i.e. widest in their lower third or at the base. The female galls are usually more big bellied, i.e. widest at approximately the half of their body length. While the male galls are usually of an inconspicuous light-greenish colour, the female galls often get yellow or red from July, particularly on their sun-exposed side.

Very interesting is the growth dynamics of the male and female galls when the growth of the male galls is generally slower (particularly at the beginning) than the growth of the female galls. The growth of the female galls which is at the beginning very rapid (especially the increment of their width and wall thickness) nearly comes to an end toward the end of July (Urban, 2000a,b).

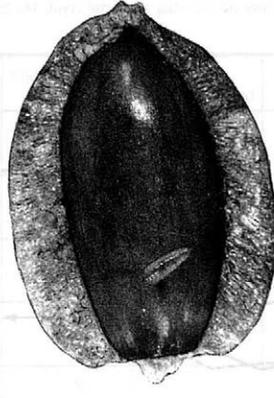
The size of the grown-up male and female galls is closely connected with the size of the mature male and female midge larvae. The mature male larvae are 3.4–4.5 mm long and 1.0–1.5 mm wide while the mature female larvae are 4.5–5.5 mm long and 1.3–1.8 mm wide. In contrast to the female larvae, the male larvae (unlike the galls) grow

at the beginning much faster and get mature on average somewhat earlier (Figs. 6–8). For example, in mid-July 1998 the male larvae in galls on the early budding beech reached 45% (40% in 1999) of the length and 60% (56% in 1999) of the width of the grown-up larvae. At this time, the female larvae reached only 30% (26% in 1999) of the length and 35% (32% in 1999) of the width of the grown-up larvae (Table II). The growth of the female larvae accelerates in the 2nd half of the growing period so that the average size of the male and female larvae gets equal as early as in August and in the course of September the growth of the female larvae is considerably faster than that of the male larvae. The growth of the larvae without regard to sex is illustrated in Fig. 9.

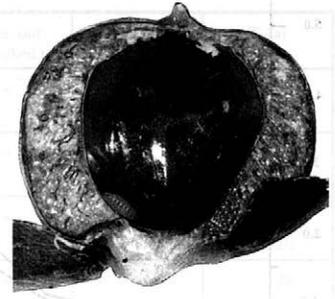
The larvae in the galls moult three times in the course of their development. Nevertheless, they do not secrete any excrements which get accumulated in the hindgut and are unrepeatedly removed as a so called meconium as late as prior to the pupation. As mentioned above, the great majority up to the entire gall midge population (87–100%) in the natural conditions of the Polnička forest district winters at a stage of the grown-up larvae with only a minimum percentage (0–13%) being at a stage of the pupae.



6. Lengthwise section of the male beech midge (*M. fagi*) gall on the early budding beech with the midge larva of 1.9 mm in length. Polnička, 28 June 1999



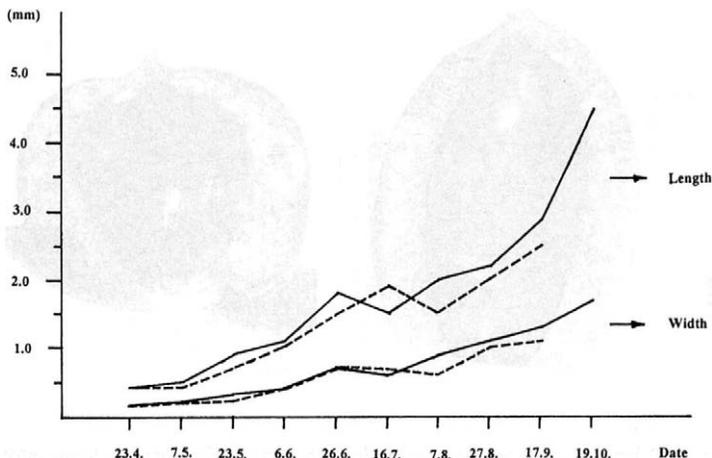
7. Lengthwise section of the female beech midge (*M. fagi*) gall on the early budding beech with the midge larva of 0.9 mm in length. Polnička, 26 June 1999



8. Lengthwise section of the female beech midge (*M. fagi*) gall in the young plantation with the midge larva of 0.9 mm in length. Polnička, 28 June 1999

II. Average size (mm) of the live beech midge (*M. fagi*) male and female larvae in galls on the early (late) budding beech. Number of galls measured – see Tables III and IV. Polnička, 1999

Date	Male galls		Female galls		Galls – total	
	length	width	length	width	length	width
9 April	–	–	–	–	–	–
23 April	?	?	?	?	0.38	0.16
7 May	?	?	?	?	0.5 (0.4)	0.2 (0.2)
23 May	?	?	?	?	0.9 (0.7)	0.3 (0.2)
6 June	?	?	?	?	1.1 (1.0)	0.4 (0.4)
26 June	1.8 (?)	0.8 (?)	1.5 (?)	0.6 (?)	1.8 (1.5)	0.7 (0.7)
16 July	1.6 (2.2)	0.7 (0.8)	1.3 (1.4)	0.5 (0.5)	1.5 (1.9)	0.6 (0.7)
7 August	2.0 (1.5)	0.8 (0.6)	2.0 (–)	0.9 (–)	2.0 (1.5)	0.9 (0.6)
27 August	2.1 (2.0)	1.0 (1.0)	2.4 (–)	1.1 (–)	2.2 (2.0)	1.0 (1.0)
17 September	2.6 (1.8)	1.1 (0.9)	3.1 (3.2)	1.4 (1.4)	2.9 (2.5)	1.3 (1.1)
19 October	– (–)	– (–)	4.5 (–)	1.7 (–)	4.5 (–)	1.7 (–)



9. Average body length and width (mm) of the beech midge (*M. fagi*) larvae in galls on the early- (full line) and late- (dashed line) budding beech. Polnička, 1999

BEECH GALL MIDGE MORTALITY FACTORS AND THEIR GENERAL IMPACT ON THE SURVIVAL OF THE LARVAE IN GALLS

The preceding chapter pointed out the not negligible percentage of the 1st instar beech midge larvae which die soon after hatching on the buds or inside them when trying to penetrate to the leaf rudiments (particularly on the late budding beech trees).

In the midge galls there are very numerous insect parasitoids, or hyperparasitoids and phytophagous inquilines. A comprehensive list of 32 insect species brought up from galls collected in different corners of Europe mentions Fulmek (1968). In the course of the last 30 years, the species spectrum of the insects dwelling in the beech midge galls got further extended (e.g. Graham, Graham, 1994; Askew, Lampe, 1998, etc.). In the former Czechoslovak Republic, Skuhrová, Skuhrový (1960) brought up the following species from galls: *Torymus cultriventris* Ratz., *T. fagi* Hoffm., *T. fulgens* F., *T. hederarum* Walk. (= *speciosus* Boh.) (family *Torymidae*), *Aprostocetus elongatus* Först. (family *Eulophidae*), and *Eumacropus saxoseni* Ratz. (family *Pteromalidae*). It is also *Aprostocetus luteus* Ratz. that occurs in the galls of this beech midge in the Czech Republic, which is morphologically related to the species *A. elongatus* Först. *Torymus cultriventris* Ratz., *Aprostocetus elongatus* Först., *Omphale lugens* Nees (= *coacta* Ratz.) (family *Eulophidae*) and *Eupelmus urozonus* Dalm. (family *Eupelmidae*) (all determined by Dr. Z. Bouček, London) were brought up in 1998 and 1999 from galls collected at Polnička.

The principal influence of parasitoids *T. cultriventris* and *A. elongatus* on the suppression of beech midge population density is mentioned already by Büsgen (1895) according to whom the adult beech midges hatch from hardly 20% of the galls due to the parasitism. The fact is corroborated e.g. by Skuhrová, Skuhrový (1960), Skuhrový, Skuhrová (1998), Cwikliński, Koziol

(1987) and other authors. In 1998, the insect parasitoids at Polnička killed about 80% of larvae (seldom pupae) of the midge in galls on the early budding beech. The mortality rate was shared by ectoparasitoids and endoparasitoids at approximately an identical share (Urban, 2000a). As many as 82% galls on the early budding beech were parasitized in 1999 (19% ectoparasitoids, 63% endoparasitoids – Table III). 74% of galls on the late budding beech were occupied by 22% ectoparasitoids and 52% endoparasitoids (Table IV). The occupation of the galls in the young beech plantation amounted to 75% (51% ectoparasitoids and 24% endoparasitoids – Table V).

A much smaller portion of the beech midge larvae die due to the defensive activity of the plant tissues. At Polnička, there were nearly 10% of the midge larvae population in the galls on the early budding beech killed by the activity in 1998. In 1999, there were about 14, 22 and 15% of larvae killed due to the defensive activity of the plant tissues in the galls on the early budding beech, on the late budding beech and in the young beech plantation, respectively (Tables III–V).

The beech midge larvae can be severely decimated by frosts reaching below -20°C (Stalov, 1991). The galls are being pecked up by grosbeak (Salač, 1924), and particularly by great tit (*Parus major* L.) (Turček, 1951, in Skuhrová, Skuhrový, 1960). Sporadically, the galls are eaten out also by insect predators. Tables III–V document that the birds and insects attacked at Polnička about 1% of the galls on the early budding beech and in the young beech plantation in 1999, and about 2% of the galls on the late budding beech. A somewhat higher percentage of these galls on the late budding beech can probably be related to the conclusively thinner walls of these galls.

The collaboration of the natural enemies (incl. the defensive activity of the plant tissues) results in the fact that the greatest deal of the beech midge population dies in the galls. At Polnička, there were only about 6% of

III. Health condition of the population of beech midge (*M. fagi*) larvae in galls on the early budding beech. The percentage of particular gall categories given in brackets. Polnička, 1999

Date	Live larvae	Ectoparasitoids	Endoparasitoids	Dead and unparasitized	Eaten out and pecked up	Fallen	Total
23 April	154 (100.0)	–	–	–	–	–	154 (100.0)
7 May	104 (100.0)	–	–	–	–	–	104 (100.0)
23 May	36 (81.8)	–	–	8 (18.2)	–	–	44 (100.0)
6 June	74 (75.5)	3 (3.1)	–	21 (21.4)	–	–	98 (100.0)
26 June	49 (45.4)	12 (11.1)	32 (29.6)	13 (12.0)	2 (1.9)	–	108 (100.0)
16 July	20 (8.2)	34 (14.1)	147 (60.8)	41 (16.9)	–	–	242 (100.0)
7 August	16 (5.1)	52 (16.4)	211 (66.5)	38 (12.0)	–	–	317 (100.0)
27 August	14 (3.3)	66 (15.8)	261 (62.5)	61 (14.6)	1 (0.2)	15 (3.6)	418 (100.0)
17 September	9 (2.2)	45 (11.1)	285 (70.6)	60 (14.9)	2 (0.5)	3 (0.7)	404 (100.0)
19 October	3 (0.3)	56 (18.8)	185 (62.8)	41 (13.8)	3 (1.0)	10 (3.3)	298 (100.0)
Total	479 (21.9)	268 (12.3)	1,121 (51.2)	283 (12.9)	8 (0.4)	28 (1.3)	2,187 (100.0)

the midge larvae that accomplished their development in the galls on the early budding beech in 1998. In 1999, there were only about 3, 4 and 8% of the beech midge larvae surviving until the autumn in the galls on the early budding beech, late budding beech and in the young beech plantation, respectively (Tables III–V, Fig. 10). The findings indicate that the natural resistance of the environment was least exhibited in the galls from the young beech plantation. In this plantation, the beech midge appeared about a year later due to the remoteness of the plantation from the regular beech stands its abundance reaching the least values. An earlier break in the gradation of the beech gall midge can, therefore, be expected rather in the stand portion with the early and late-budding beech trees.

THE CHALCID *TORYMUS CULTRIVENTRIS* RATZ. AND ITS DEVELOPMENT

Together with *Aprostocetus* (= *Hyperteles*) *elongatus* Först. the chalcid *T. cultriventris* is one of the most important ectoparasitoids of the beech midge larvae. The chalcid *T. cultriventris* is also known from the galls of *Harti-*

giola annulipes Htg. (Fulmek, 1968; Nikolskaja, Zerova, 1978, etc.), which is the second most abundant gall-forming midge on beech.

The chalcid winters in galls, mainly in the stage of the mature larvae. The majority of galls occupied by the chalcid stick firmly to the shed leaves. Only a small portion of the galls fall down from the leaves in the autumn or during the winter time. In the falling parasitized galls, the beech midge larva was killed only towards the end of the growing period and the hole in the gall base developed after its separation from the leaf was closed with a cap woven by the midge larva prior to the gall fall. *T. cultriventris* larvae hatched from eggs deposited at the end of the growing season wintered at the early stages of development (sometimes even at a stage of the egg) and finished their development mainly on the dead beech midge larvae as late as after wintering. The galls firmly attached to the leaves are being left by the adult chalcids through a tiny circular aperture in the gall wall. The galls fallen from the leaves are being left by the adult chalcids via the aperture in the woven cap.

The first eggs of *T. cultriventris* in the beech midge galls on the early budding beech were found as early as at the beginning of June with the first larvae being ob-

IV. Health condition of the population of beech midge (*M. fagi*) larvae in galls on the late budding beech. The percentage of particular gall categories given in brackets. Polnička, 1999

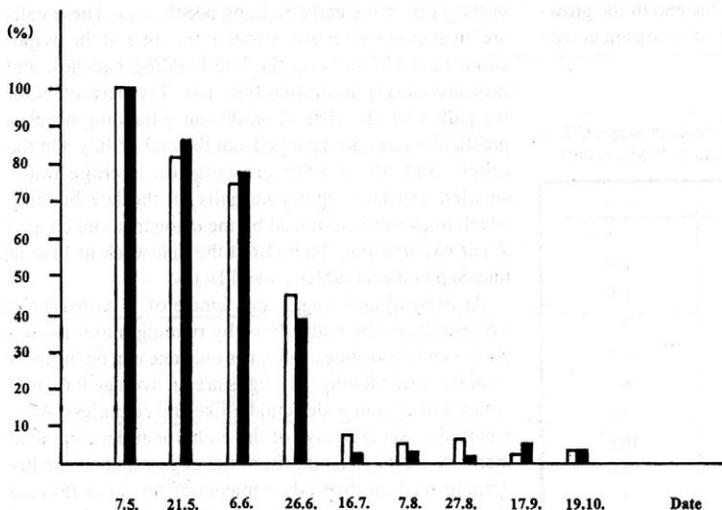
Date	Live larvae	Ectoparasitoids	Endoparasitoids	Dead and unparasitized	Eaten out and pecked up	Fallen	Total
23 April	69 (100.0)	–	–	–	–	–	69 (100.0)
7 May	75 (100.0)	–	–	–	–	–	75 (100.0)
23 May	32 (86.5)	–	–	5 (13.5)	–	–	37 (100.0)
6 June	24 (77.4)	–	–	7 (22.6)	–	–	31 (100.0)
26 June	14 (38.9)	–	12 (33.3)	8 (22.2)	2 (5.6)	–	36 (100.0)
16 July	3 (2.9)	9 (8.7)	61 (58.6)	29 (27.9)	2 (1.9)	–	104 (100.0)
7 August	5 (3.5)	16 (11.3)	82 (57.8)	35 (24.6)	4 (2.8)	–	142 (100.0)
27 August	2 (1.2)	24 (14.5)	87 (52.4)	48 (28.9)	4 (2.4)	1 (0.6)	166 (100.0)
17 September	2 (1.2)	40 (23.8)	81 (48.2)	36 (21.4)	2 (1.2)	7 (4.2)	168 (100.0)
19 October	–	33 (22.1)	83 (55.7)	27 (18.1)	1 (0.7)	5 (3.4)	149 (100.0)
Total	226 (23.1)	122 (12.5)	406 (41.6)	195 (20.0)	15 (1.5)	13 (1.3)	977 (100.0)

V. Health condition of the population of beech midge (*M. fagi*) larvae in galls in the young beech plantation. Polnička, 1999

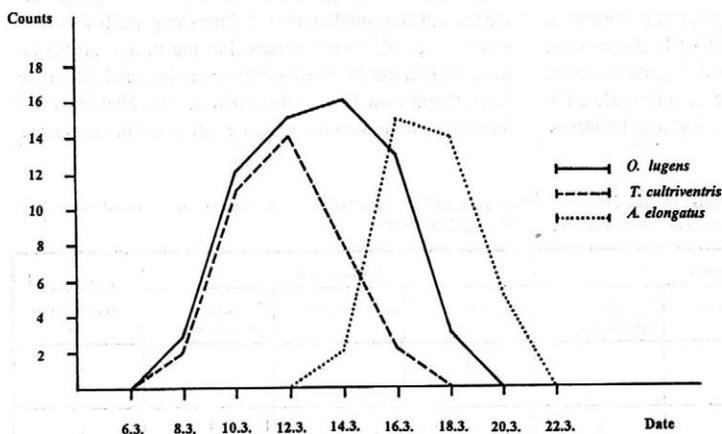
Date	Live larvae	Ectoparasitoids	Endoparasitoids	Dead and unparasitized	Eaten out and pecked up	Fallen	Total
7 August	44 (38.6)	36 (31.6)	25 (21.9)	8 (7.0)	1 (0.9)	–	114 (100.0)
27 August	47 (38.2)	27 (22.0)	30 (24.4)	18 (14.6)	–	1 (0.8)	123 (100.0)
17 September	27 (21.8)	33 (26.6)	37 (29.8)	23 (18.6)	–	4 (3.2)	124 (100.0)
19 October	3 (2.7)	56 (51.4)	26 (23.9)	16 (14.7)	1 (0.9)	7 (6.4)	109 (100.0)
Total	121 (25.8)	152 (32.3)	118 (25.1)	65 (13.8)	2 (0.4)	12 (2.6)	470 (100.0)

served about 10 June. The chalcids settle in the galls mainly at the end of June and in July (much less also in August and September). The main hatching period of the adults lasts about 10 days in the laboratory (Figs. 11 and 12), and much longer in the open. After the main hatching period in the 2nd half of March, there were additional 3 imagoes hatched from 197 galls brought from

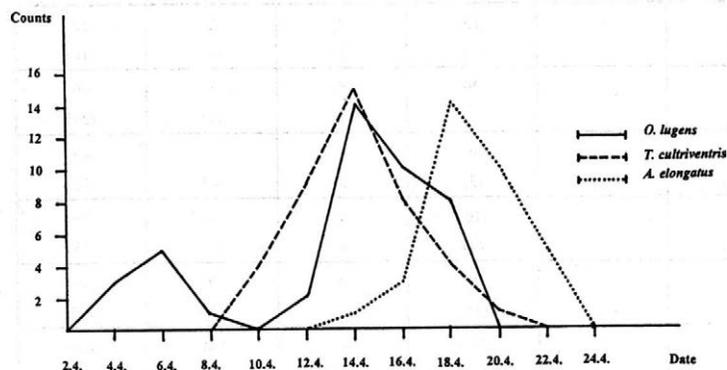
Polnička on 9 October 1998 and kept in outdoor conditions until 28 February 1999 – as late as in September 1999. Of 351 galls brought to the laboratory on 27 March 1999 a small portion (1/6) of the chalcid larvae pupated and hatched as late as in the period from May to August 1999. The findings correspond very well with a rather frequent occurrence of small *T. cultriventris* larvae (or eggs) in



10. Percentage of the beech midge (*M. fagi*) galls with a live larva on the early- (light columns) and late- (dark columns) budding beech. Polnička, 1999



11. Hatching of the insect parasitoids from the beech midge (*M. fagi*) galls brought from Polnička on 9 October 1998. The galls were placed outdoors until 29 February 1999 and then in the laboratory



12. Hatching of the insect parasitoids from the beech midge (*M. fagi*) galls brought in the laboratory from Polnička on 27 March 1999

the galls of the beech midge towards the end of the growing season. The chalcid hatching is of a conspicuously diurnal course (Table VI).

VI. Diurnal hatching of adult parasitoids of the beech gall midge (*M. fagi*) in the laboratory from galls collected at Polnička on 27 March 1999

Time of day (hrs)	Hatched adults	(%)
up to 07.00	4	3.4
07.00–08.00	7	6.0
08.00–09.00	10	8.6
09.00–10.00	11	9.5
10.00–11.00	16	13.8
11.00–12.00	19	16.4
12.00–13.00	21	18.1
13.00–14.00	12	10.4
14.00–15.00	7	6.0
15.00–16.00	6	5.2
16.00–17.00	3	2.6
Total	116	100.0

The females of *T. cultriventr* deposit eggs into both male and female galls (Tables VII and VIII). At the time of the oviposition, the size of the midge galls achieves approximately an average size of the mature male galls (Table IX, Figs. 3–5). First to be attacked are the larvae

in the galls on the early budding beech trees. These galls are on average obviously larger at the time of the oviposition than the galls on the late budding beeches, and they are usually more lignified, too. The percentage of the galls with the chalcid on the early budding beeches practically does not change from the end of July. On the other hand, the slower growing, on average much smaller, and later lignifying galls on the late budding beech trees were colonized by the ectoparasitoid chalcid *T. cultriventr* only later (from the 2nd week in June to mid-September) (Tables III and IV).

At depositing the eggs, the female of *T. cultriventr* first paralyzes the midge larva by running into it its ovipositor and depositing at all times only one egg on the larva or in its close vicinity. The eggs are on average 0.62 mm long and 0.17 mm wide, spindle-like and colourless. After a period of several days of the embryonal development, there are larvae hatching from the eggs which at the beginning feed on the body contents of the larva flowing out through its skin that was injured by the chalcid's mouth organs. When the larva is properly sucked out, there is only its skin left which darkens after some time. At the time of occurrence of the first young larvae of the chalcid *T. cultriventr* (i.e. in the 1st half of June), the midge larvae are still very small (only 1–1.5 mm long and 0.4–0.6 mm wide – Fig. 9), which means that the midge larvae are soon sucked out by these early occurring chalcid larvae. Then (from mid-July at the earliest), the chalcid larvae feed in a phytophagous way, i.e. on plant juices spring-

VII. The number and percentage of the beech midge (*M. fagi*) male and female galls with the larvae of *T. cultriventr* and *A. elongatus* on the early (late) budding beech. Total number of galls measured – see Tables III and IV. Polnička, 1999

Date	Male galls			Female galls			Galls with ectoparasitoids total
	<i>Torymus</i>	<i>Aprostocetus</i>	<i>Torymus</i> + <i>Aprostocetus</i>	<i>Torymus</i>	<i>Aprostocetus</i>	<i>Torymus</i> + <i>Aprostocetus</i>	
6 June	–	–	–	3	–	–	3 (–)
26 June	7	–	–	4	1	–	12 (–)
16 July	14 (6)	–	–	9 (1)	6 (–)	5 (2)	34 (9)
7 August	30 (10)	2 (2)	–	15 (3)	3 (1)	2 (–)	52 (16)
27 August	31 (16)	3 (1)	–	26 (5)	5 (1)	1 (1)	66 (24)
17 September	32 (31)	2 (3)	– (1)	6 (2)	4 (3)	1 (–)	45 (40)
19 October	28 (21)	6 (2)	–	13 (4)	9 (6)	–	56 (33)
Total	142 (84)	13 (8)	– (1)	76 (15)	28 (11)	9 (3)	268 (122)
Percentage	53.0 (68.8)	4.9 (6.6)	– (0.8)	28.3 (12.3)	10.4 (9.0)	3.4 (2.5)	100.0 (100.0)

VIII. The number and percentage of the beech midge (*M. fagi*) male and female galls with the larvae of *T. cultriventris* and *A. elongatus* in the young beech plantation. Total number of galls – see Table V. Polnička, 1999

Date	Male galls			Female galls			Galls with ectoparasitoids total
	<i>Torymus</i>	<i>Aprostocetus</i>	<i>Torymus</i> + <i>Aprostocetus</i>	<i>Torymus</i>	<i>Aprostocetus</i>	<i>Torymus</i> + <i>Aprostocetus</i>	
7 August	10	6	–	13	5	2	36
27 August	11	1	1	8	4	2	27
17 September	16	2	–	8	7	–	33
19 October	20	–	–	24	12	–	56
Total	57	9	1	53	28	4	152
Percentage	37.5	5.9	0.7	34.9	18.4	2.6	100.0

IX. Average size (mm) of the beech midge (*M. fagi*) male and female galls with ectoparasitoids on the early (late) budding beech. Number of galls measured – see Tables I and II. Polnička, 1999

Date	Male galls			Female galls			Galls – total		
	length	width	wall thickness	length	width	wall thickness	length	width	wall thickness
6 June	–	–	–	8.3 (–)	5.7 (–)	1.4 (–)	8.3 (–)	5.7 (–)	1.4 (–)
26 June	5.9 (–)	3.3 (–)	0.6 (–)	6.8 (–)	4.7 (–)	1.0 (–)	6.2 (–)	3.9 (–)	0.8 (–)
16 July	6.1 (5.0)	3.5 (3.6)	0.7 (0.7)	7.0 (5.4)	4.5 (4.3)	1.0 (0.9)	6.7 (5.1)	4.1 (3.8)	0.9 (0.8)
7 August	6.2 (4.9)	3.6 (3.3)	0.7 (0.6)	7.1 (7.4)	4.7 (5.5)	1.1 (1.2)	6.5 (5.5)	4.0 (3.9)	0.9 (0.8)
27 August	5.5 (4.4)	3.2 (3.1)	0.6 (0.6)	6.9 (5.6)	4.2 (4.6)	1.0 (1.1)	6.2 (4.8)	3.7 (3.5)	0.8 (0.7)
17 September	5.6 (4.4)	3.3 (3.2)	0.6 (0.6)	6.7 (5.1)	4.4 (4.5)	1.0 (1.1)	5.9 (4.5)	3.6 (3.4)	0.7 (0.7)
19 October	6.0 (4.6)	3.5 (3.2)	0.7 (0.6)	7.1 (6.5)	4.4 (5.2)	1.0 (1.3)	6.4 (5.2)	3.8 (3.8)	0.8 (0.8)

ing out from the cells of the internal nutritive gall layer. The chalcid larvae hatched from the later deposited eggs feed on the animal food for a longer time.

The larvae of *T. cultriventris* develop in the beech midge galls from mid-June to mid-October. Their average length and width in the galls on the early- and late-budding beech trees at the beginning of autumn was 1.9 and 0.65 mm, respectively (Table X, Fig. 13). The larvae in the galls in the young beech plantation exhibited on average larger sizes their length and width in mid-October being on average 2.5 and 0.9 mm, respectively (Table XI).

The development of the chalcid is obligatorily univoltine. As mentioned above, the minor part of the chalcid adults hatched at Polnička (and in the laboratory) from the last-year galls as late as towards the end of the growing season. There were larvae hatched from by them deposited eggs usually in the same year, which further fed on the paralyzed midge larvae and wintered as egg larvae or eggs. In the next year, they showed a necrophagous or

saprophytic development in the slowly decomposing galls. It is probable that there are pupae and adults hatching in the 2nd half of the growing season from these late developing larvae, which deposit eggs towards the end of summer and at the beginning of autumn. In the laboratory, the *T. cultriventris* adults lived for 6–14 days.

THE CHALCID *APROSTOCETUS ELONGATUS* FÖRST. AND ITS DEVELOPMENT

According to Kostjukov (1978), *A. elongatus* develops only in the galls of the beech midge. The research at Polnička revealed that the adults of *A. elongatus* hatch a week or two later than the adults of *T. cultriventris*. They deposit eggs into the so far unparasitized galls, less often into galls infested by chalcid *T. cultriventris* – mainly in July (Table VII). There is always only one egg deposited in a beech midge gall. Larvae hatch from eggs soon

X. Body size (mm) of the chalcid *T. cultriventris* larvae in beech midge (*M. fagi*) galls on the early (late) budding beech. Number of larvae measured – see Tables IX and X. Polnička, 1999

Date	Male larvae		Female larvae		Larvae – total	
	length	width	length	width	length	width
6 June	–	–	?	?	?	?
					(–)	(–)
26 June	0.5	0.15	0.5	0.15	0.5	0.15
					(–)	(–)
16 July	0.6 (0.6)	0.2 (0.2)	0.6 (0.5)	0.2 (0.2)	0.6 (0.6)	0.2 (0.2)
7 August	1.0 (0.7)	0.4 (0.2)	0.9 (0.6)	0.3 (0.2)	1.0 (0.7)	0.4 (0.2)
27 August	0.9 (1.1)	0.3 (0.4)	1.2 (0.8)	0.4 (0.3)	1.0 (1.0)	0.3 (0.4)
17 September	1.8 (1.6)	0.6 (0.5)	2.1 (1.8)	0.7 (0.6)	1.8 (1.6)	0.6 (0.6)
19 October	2.1 (1.8)	0.9 (0.6)	1.9 (1.8)	0.7 (0.7)	2.0 (1.8)	0.8 (0.6)

XI. Body size (mm) of the chalcids *T. cultriventris* (*A. elongatus*) in galls of the beech midge (*M. fagi*) in the young beech plantation. Polnička, 1999

Date	Male larvae		Female larvae		Larvae – total	
	length	width	length	width	length	width
7 August	0.9 (0.6)	0.3 (0.3)	1.1 (0.7)	0.4 (0.3)	1.0 (0.7)	0.4 (0.3)
27 August	1.1 (0.6)	0.4 (0.2)	1.5 (0.8)	0.5 (0.3)	1.3 (0.8)	0.4 (0.3)
17 September	2.1 (2.0)	0.7 (0.8)	2.7 (1.8)	0.9 (0.7)	2.3 (1.8)	0.8 (0.7)
19 October	2.4 (–)	0.8 (–)	2.6 (2.1)	1.0 (0.9)	2.5 (2.1)	0.9 (0.9)

XII. Body size (mm) of the chalcid *A. elongatus* larvae in beech midge (*M. fagi*) galls on the early (late) budding beech. Number of larvae measured – see Tables IX and X. Polnička, 1999

Date	Male galls		Female galls		Galls – total	
	length	width	length	width	length	width
26 June	–	–	0.5	0.2	0.5 (–)	0.2 (–)
16 July	–	–	0.6 (0.7)	0.2 (0.2)	0.6 (0.7)	0.2 (0.2)
7 August	0.6 (0.7)	0.2 (0.2)	0.6 (0.7)	0.2 (0.2)	0.6 (0.7)	0.2 (0.2)
27 August	0.9 (0.8)	0.3 (0.2)	0.7 (1.2)	0.2 (0.3)	0.8 (1.1)	0.3 (0.3)
17 September	1.6 (0.5)	0.6 (0.2)	0.6 (1.1)	0.2 (0.3)	0.9 (0.8)	0.3 (0.3)
19 October	1.7 (2.0)	0.7 (0.7)	1.9 (1.8)	0.8 (0.7)	1.8 (1.9)	0.8 (0.7)

being similarly as the larvae of *T. cultriventris* zoophagous at an early stage of their development since they feed on the body contents of the beech midge larva, oozing through its mechanically damaged skin. The co-existence of the *A. elongatus* larvae and *T. cultriventris* larvae in one gall is not permanently possible. In this duel, it is always the *A. elongatus* larvae (without regard to their size) that win, kill the chalcid larvae and suck them up. The statement of Kostjukov (1978) that *A. elongatus* is a phytophagous inquiline is, therefore, not precise.

In mid-October, the *A. elongatus* larvae in galls on the early and late budding beeches reached an average length of 1.9 mm and width of 0.75 mm (Table XII, Fig. 14). The *A. elongatus* larvae in galls in the young beech plantation reached an average length of 2.1 mm and width 0.9 mm (Table XI). The results suggest that it was also the development of the *A. elongatus* larvae that was best in the galls in the young beech plantation. In other words, it is both the larvae of *T. cultriventris* and the larvae of *A. elongatus* that do best in larger galls with a greater average thickness of the gall wall.

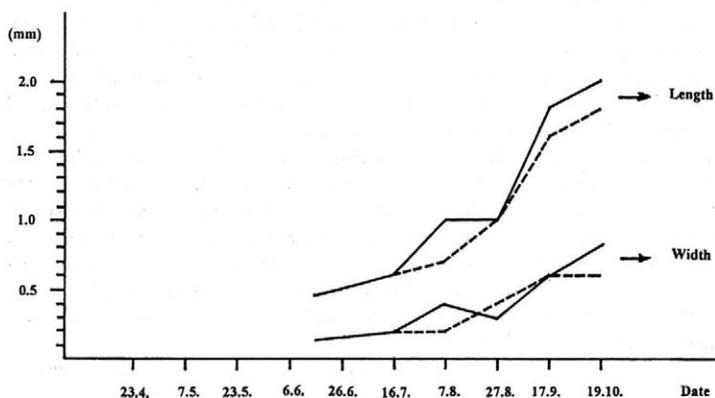
A. elongatus winters at a stage of the half-mature or mature larvae in the galls. The galls with *A. elongatus*

stick firm to the leaves, even after having fallen on the ground. The larvae accomplish their development in spring of the next year and pupate in the galls. Only exceptionally, the larvae pupate in the same year. On 26 August 1999, there were e.g. *A. elongatus* pupae found in 3 beech midge galls, from which imagoes hatched in the laboratory as early as at the beginning of September 1999. However, any further fate of these pupae or imagoes in the nature is not known.

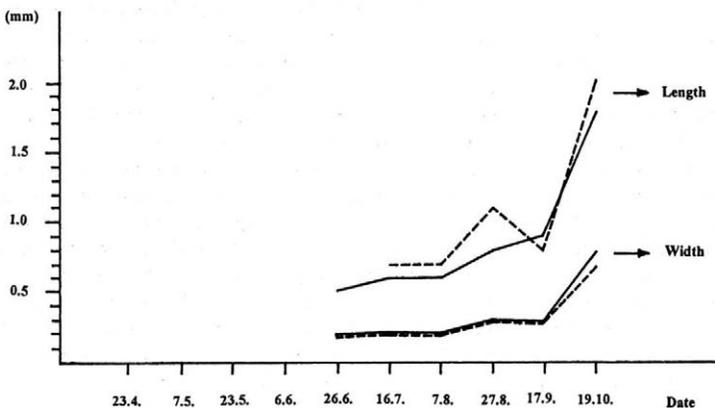
THE INFLUENCE OF INSECT ECTOPARASITIDS ON THE GROWTH OF GALLS

The formation of galls is induced only by the live (and mainly young) larvae of the beech midge. When the larva dies, the production of the gall-forming secretion ends and the gall stops growing (Nolte, 1954; Godan, 1955, etc.). The larvae of insect parasitoids and inquilines do not have the capacity of generating growth metabolites.

The study of the influence of the ectoparasitoid chalcids *T. cultriventris* and *A. elongatus* on the size and general



13. Average body length and width (mm) of the chalcid *T. cultriventris* larvae in the beech midge (*M. fagi*) galls on the early- (full line) and late- (dashed line) budding beech. Polnička, 1999



14. Average body length and width (mm) of the chalcid *A. elongatus* in the beech midge (*M. fagi*) galls on the early- (full line) and late- (dashed line) budding beech. Polnička, 1999

appearance of the beech midge galls conducted at Polnička in 1998 and 1999 indicated that the both chalcids take up both male and female galls of the beech midge (Tables VII and VIII). It follows that *T. cultriventris* prefers at the oviposition the male galls while *A. elongatus* prefers the female galls. At the time of the gall colonization by ectoparasitoids in 1999, the male galls of the beech midge on the early budding beech were on average 6.1 mm long and 3.5 mm wide, the thickness of their gall wall being on average 0.7 mm. At the same time, the female galls were on average 7.0 mm long, 4.5 mm wide and their gall wall was 1.0 mm thick. These sizes of the parasitized galls did not change until the end of the growing season (Table IX, Figs. 3–5). The size of the mature galls with the live beech midge male larva was identical as the size of the male galls engaged by the ectoparasitoids. The mature galls with the live beech midge female larva were clearly larger than the galls with the ectoparasitoids. At the time of the oviposition by ectoparasitoid females, the female galls reached larger average sizes than the male galls. It follows that the galls with the ectoparasitoids were conclusively smaller than the galls with the live larvae.

At the time of beech midge larvae death due to the ectoparasitoids, the male galls on the late budding beech were on average 5.0 mm long and 3.4 mm wide, their gall wall being on average 0.6 mm thick. At the same time, the female galls were on average 5.4 mm long, 4.5 mm wide and the thickness of their wall was 1.0 mm. Neither the size of the galls on the late budding beech recorded any changes from the death of the beech midge larvae until the end of the growing season. Results from the young beech plantation were similar with only one exception: both male and female galls with both disturbed and undisturbed development of the beech midge reached greater average sizes than those on the early and late budding beeches (Table IX, Figs. 3–5). In terms of their shape, the parasitized galls resembled either the male galls or the female galls (depending on the sex and on the developmental cycle of the dead beech midge larva).

THE CHALCID *OMPHALE LUGENS* NEEES AND ITS DEVELOPMENT

O. lugens is the primary endoparasitoid of the beech midge larvae (Trjapicyn, 1978). Cwiklinski, Koziol (1987) take it for the most important natural enemy of the gall midge in Poland. Also in the Polnička Forest District the chalcid *O. lugens* showed a considerable share in the control of the beech midge larvae. In 1998, it infested about 40% of galls on the freshly budding beech. In 1999, it took up 63, 56, and 24% of galls on the early budding beech, late budding beech and in the young beech plantation, respectively (Tables III–V).

Larvae of the chalcid *O. lugens* usually winter at a stage of the mature larva or pupa. At the end of 1998, there were 36% of larvae and 63% of pupae of the chalcid in the locality under study in the beech midge galls on the

early budding beech; 1% of the galls were left by the chalcid *O. lugens* imagoes. In 1999, there were 44% of chalcid larvae and 56% of chalcid pupae to start wintering in the galls on the early budding beech. In the same year, there were 30% of chalcid larvae and 68% of chalcid pupae wintering in the galls on the late budding beech (2% of the galls were left by the chalcid imagoes), and 38% of chalcid larvae and 62% of chalcid pupae wintering in the galls in the young beech plantation. The chalcid *O. lugens* will accomplish its development in spring of the next year with adult chalcids hatching as early as in the 1st half of June. In the laboratory conditions, the *O. lugens* imagoes hatched at approximately the same time as imagoes of *T. cultriventris* (Figs. 11 and 12).

Soon after hatching and copulation, the *O. lugens* females start depositing eggs into the body of male and female beech midge larvae. There is always only one egg to be deposited into one larva. At the time of the oviposition at Polnička in 1999, the beech midge galls on the early budding beech were on average 5.0 mm long, 3.0 mm wide with the gall wall thickness being about 0.5 mm. At the time of the oviposition, the beech midge larvae were approximately 1.5 mm long and 0.7 mm wide. The galls with the eggs of this endoparasitoid on the late budding beech were on average only 3.5 mm long and 2.2 mm wide with the walls thick about 0.4 mm. At the time of the chalcid attack, the beech midge larvae were about 1.3 mm long and 0.6 mm wide. In the 2nd half of June, there were the chalcid larvae occurring in the beech midge larvae on the early budding beech, whose average length and width was 0.5 mm and 0.27 mm, respectively. As early as in mid-July, the chalcid larvae in the galls on the early budding beech reached the average length and width of 1.9 mm and 0.8 mm, respectively. In mid-July, the chalcid larvae in the galls on the late budding beech were on average 1.7 mm long and 0.8 mm wide. The first pupae of the chalcid *O. lugens* began to appear in the dead beech midge larvae as early as toward the end of July 1999.

Unlike the females of *T. cultriventris* and *A. elongatus*, the females of *O. lugens* do not kill their victim at depositing their eggs. The parasitized beech midge larvae continue living at least some three weeks more being nimble and taking in food. During this period, their average size – e.g. in the galls on the early budding beech – increased from the length of 1.5–2.7 mm and from the width of 0.5–0.9 mm. The average size of the galls with the endoparasitoids, however, did not essentially change from the end of June to the end of the year. In 1999, these galls on the early budding beech were on average 5.2 mm long and 3.2 mm wide after the end of their growth with the gall wall thickness being about 0.6 mm. As compared with the galls on the early budding beech, the galls with the endoparasitoids on the late budding beech were of a lesser average size (Fig. 15). The relatively greatest average size among the galls with the endoparasitoid chalcid *O. lugens* was exhibited by the galls in the young beech plantation (Table XIII, Figs. 3–5).



15. Beech midge (*M. fagi*) galls on the early budding beech. The majority of the galls is engaged by the chalcid *Omphale lugens* Nees. Polnička, 26 June 1999

The research results indicate that *O. lugens* attacks the beech midge larvae at the same time (or even several days earlier) as *T. cultriventris*. Regarding its very small size (1.6–2.6 mm), the females deposit eggs primarily into the male beech midge galls which are much smaller at that time in comparison with the female galls and their

walls are considerably thinner. The male beech midge galls are, therefore, better accessible for the oviposition than the female galls. In addition, the male larvae reach a greater average size at the time of the oviposition thus providing a sufficient amount of food and a sufficient space for the development of *O. lugens*.

The whitish colour of the killed beech midge gradually gets yellow with the growth of the *O. lugens* larva, and its skin hardens in the 2nd half of July. The parasitized beech midge larvae are characteristic of a rather firm fixation of their ventral part of the body to the internal wall of the gall and of a parallel orientation to the longitudinal gall axis with their heads facing the gall base. The maturing and mature larvae, pupae and young imagoes are placed in the body covers of the midge always with their head facing the front part of the midge. The colouring of the pupae (or imagoes) of the chalcid can be also seen through a slightly transparent skin of the dead beech midge larvae. The beech midge galls containing *O. lugens* are rather characteristic by their very frequent local browning of the internal yellow-greenish gall wall.

One beech midge gall contains nearly at all times only one beech midge larva parasitized by *O. lugens*. A gall with two larvae with the parasitoid was found on 17 September 1999. The beech midge larvae (more precisely their body integuments) were 2.8 mm long and 0.9 mm wide. Inside the larvae, there were normally developed and coloured chalcid pupae. It is mentioned in the above chapter *The growth of beech midge galls and larvae with undisturbed development* that there was at all times only one beech midge larva in the beech midge galls at Polnička due to the competition and interference. Since the chalcid *O. lugens* attacks the beech midge as early as in the 1st half of June, the occurrence of the two parasitized beech midge larvae in one gall is not surprising.

XIII. Average size (mm) of the beech midge (*M. fagi*) galls with the endoparasitoid *O. lugens*. Average size (mm) of the beech midge larvae killed by the endoparasitoid in brackets. Number of larvae measured – see Tables I– III. Polnička, 1999

Date	Early budding beech			Late budding beech			Young beech plantation		
	length	width	wall thickness	length	width	wall thickness	length	width	wall thickness
6 June	–	–	–	–	–	–	?	?	?
26 June	5.4 (2.1)	3.1 (0.8)	0.6	3.9 (1.8)	2.4 (0.8)	0.5	?	?	?
16 July	5.7 (2.7)	3.4 (0.9)	0.7	4.0 (2.4)	2.7 (0.9)	0.5	?	?	?
7 August	5.6 (2.5)	3.2 (0.9)	0.7	3.7 (2.4)	2.6 (0.9)	0.5	5.7 (2.8)	3.3 (1.0)	0.6
27 August	5.2 (2.7)	2.9 (0.9)	0.6	3.7 (2.5)	2.5 (0.9)	0.5	5.9 (2.7)	3.5 (1.0)	0.6
17 September	5.3 (2.7)	2.9 (0.9)	0.6	4.0 (2.4)	2.6 (0.9)	0.5	5.4 (2.7)	3.2 (0.9)	0.6
19 October	5.2 (2.7)	3.1 (0.9)	0.6	3.8 (2.4)	2.5 (0.9)	0.5	5.5 (2.7)	3.4 (0.9)	0.6

An interesting finding was made at Polnička on 17 September 1999. There was a normally developed coloured pupa of the chalcid *O. lugens* found in one beech midge gall in a dead beech midge larva (1.6 mm long and 0.6 mm wide) on the late budding beech. The gall also contained a mature larva of *T. cultriventris* whose length was 2.0 mm and width amounted to 0.7 mm. A similar case of the joint occurrence of the endoparasitoid and ectoparasitoid in one gall was found also on 19 October 1999. These sporadic observations, too, provide a good evidence to the mainly phytophagous feeding of *T. cultriventris* which does not exclude its co-existence with the endoparasitoid chalcid *O. lugens*.

The developmental cycle of *O. lugens* is obligatorily univoltine. The adult chalcids hatch from the wintering larvae and pupae only in the next year's spring. Only a negligible portion of the pupae (about 0.5% at Polnička) hatch in the same year (in the 2nd half of September) and leave the galls through a tiny circular hole of 0.4–0.6 mm in diameter, eaten out in the gall wall or base (in contrast to the major part of the ectoparasitoids which build their leaving holes usually through the wall of galls near their apical part).

The galls with the beech midge larva killed by the parasitoid chalcid *O. lugens* are not attached to the leaves in the autumn as firmly as the great majority of the galls with the ectoparasitoids. A small percentage of these galls (10–20% at Polnička) get separated from the leaves as early as at the time of leaf fall from the trees. Nevertheless, a great majority of the galls with the endoparasitoid keep on the leaves through the winter time. After the galls got separated from the leaves, there is an oval aperture of about 1.1 mm in diameter developing on their base. The apertures in the galls remain opened and the larvae (pupae) of the chalcid *O. lugens* are protected from adverse conditions only by the walls of the opened gall and by the hardened skin of the dead midge. As mentioned above, it is particularly all galls with the living beech midge larvae, which separate from the leaves in the autumn (and usually fall from the leaves before the regular leaf fall) in addition to the smaller

part of the galls with *O. lugens* and the galls with the eggs or small larvae of *T. cultriventris*. The process of the fall of galls with the endoparasitoids (less frequently also with the ectoparasitoids) is continuous and lasts during the whole winter and the next spring (Fig. 16).

THE INFLUENCE OF PLANT TISSUE DEFENSIVE ACTIVITY ON THE MORTALITY OF THE BEECH MIDGE LARVAE

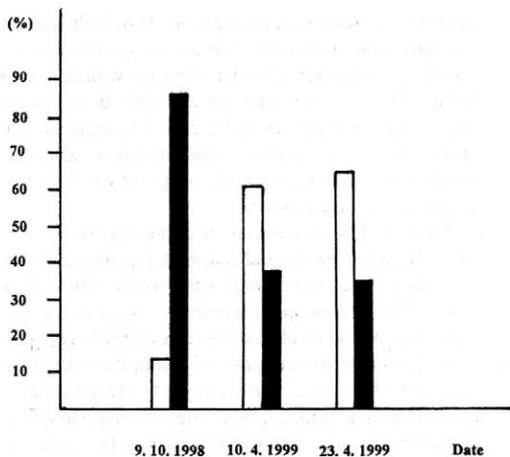
A considerable percentage of the beech midge larvae die due to the defensive reactions of the plant tissues. The defensive activity of the plant tissues was the reason why nearly 10% of the larvae were killed in the galls on the early budding beech at Polnička in 1998 (about 15% in 1999 – Table III). In 1999, about 22% of larvae (Table IV) died in the galls on the late budding beech due to the same reason, and some 15% of larvae (Table V) in the galls in the young beech plantation. The highest natural mortality of the unparasitized larvae was, therefore, found in the galls on the late budding beech but neither here it can be considered a factor with the conclusive reflection into the population dynamics and gradology of the beech gall midge.

The defensive activity of the plant tissues affects above all the larvae at the youngest developmental stage. Since the dead larvae are incapable of inducing any further formation of the gall, these galls reach only very small sizes (Table XIV, Figs. 3–5). Their average length on the early budding beech was e.g. 3.0 mm (1.5 mm on the late budding beech), and average width 2.0 mm (1.7 mm on the late budding beech). Minimum (0.3 mm/0.4 mm) was also the average thickness of the gall wall. Due to the defensive activity of the plant tissues of the host tree species the galls with the dead beech midge larvae have a greenish colour during the whole growing season and never fall from the leaves (not even in winter or in the next spring).

Other factors of mortality (bird and insect predators) did not show any significant impact on the health condition of the beech midge larvae population in the Polnička

XIV. Average size (mm) of the beech midge (*M. fagi*) galls with the dead unparasitized midge larva. Numbers of galls measured – see Tables I–III. Polnička, 1999

Date	Early budding beech			Late budding beech			Young beech plantation		
	length	width	wall thickness	length	width	wall thickness	length	width	wall thickness
7 May	–	–	–	–	–	–	?	?	?
23 May	1.4	1.6	0.2	1.2	1.7	0.2	?	?	?
6 June	2.5	1.8	0.3	1.0	1.2	0.2	?	?	?
26 June	2.1	1.6	0.2	1.1	1.5	0.3	?	?	?
16 July	2.1	2.0	0.3	1.9	2.0	0.3	?	?	?
7 August	2.7	2.2	0.3	1.5	1.7	0.3	3.1	2.3	0.4
27 August	2.5	2.0	0.3	1.6	1.7	0.3	2.7	2.1	0.3
17 September	1.9	1.7	0.2	1.4	1.7	0.3	2.8	2.0	0.4
19 October	3.0	2.2	0.4	1.3	1.7	0.3	3.0	2.3	0.3



16. The percentage of the beech midge (*M. fagi*) galls fallen from the leaves (light columns) and unfallen from the leaves (dark columns). Polnička

locality and they are, therefore, not discussed in detail (Tables III–V).

SUMMARY

Beech gall midge (*Mikiola fagi* Htg.) is one of the most abundant gall-forming representatives from the family of gall midges (*Cecidomyiidae*) and one of the most abundant gall-forming species at all. Its galls occur on the adaxial face of beech leaves and their incidence is sometimes so massive that it can significantly reduce the assimilative area in the host tree species. In 1998 and 1999, the beech midge exhibited exceptional mass outbreaks in many regions of the Czech Republic. The midge gradation in young beech plantations and ground parts of crowns of older beech trees in the Polnička Forest District (Forest Administration of Dr. R. Kinský, Žďár nad Sázavou) was used to study the occurrence and bionomy of the pest. The main goal of the research was to study the development of the beech gall midge and its insect parasitoids including the growth of galls on the early- and late-budding, low branching beech trees of 30 years of age, and in a young (about 6 years old) beech plantation with uneven budding. At field surveys made in 2-week intervals in 1998 (in 3-week intervals in 1999) during the growing season, sets of current year shoots with the beech midge eggs and galls were collected from the early- and late-budding beeches and from the young beech plantation in order to be analyzed in the laboratory. The galls were collected outside the main growing season in order to study the hatching of adult midges and their parasitoids.

The main results of the research are as follows:

1. The beech gall midge winters as a mature larva (87–100%), very seldom as an uncoloured pupa. As early as about 10 March of the next year the larvae pu-

pate in the galls and the adults hatch after 2–3 weeks of the pupal stage (from 25 March). The hatching lasts for about 2 weeks and exhibits the protandry of at least two days. A certain percentage (about 20% in the laboratory) of the vital larvae do not hatch after the wintering a probable reason being their diapause.

2. The females deposit eggs on buds (39%) and on twigs (61%) at a distance of up to max. 2 cm from the buds. The average natality is 330 eggs. Covered are usually young plantations and the ground parts of crowns of older beech trees to the height of up to 5 m.
3. The larvae hatch from the eggs in 2–3 weeks (in 10 days in the laboratory), which – after a short rest – wander amongst the bud scales to the leaf rudiments. At the time of the larvae penetration into the buds (from mid-April to the beginning of May) the buds are still unbroken. In the early breaking buds which are much looser the larvae settle down most frequently on the 2nd and 3rd leaf rudiments (sporadically up to the 7th). At penetrating the more compact late breaking buds, some 25% of the larvae die and the rest would settle down most frequently on the 1st leaf rudiment (outer). The arrangement of leaf rudiments in the bud makes the access of the larvae to the leaf parenchym difficult and this is the reason why the larvae settle down with their anterior body on the abaxial face of the leaf rudiments in the parenchym closely adjacent to the main and lateral leaf veins.
4. Galls of 1 mm in size come into existence by the larvae sucking on the abaxial face of the leaf rudiments which do not further develop from the beginning of May. Instead, there are initially conical and later mainly spindle-like galls developing on the adaxial face of the young leaves from the end of April and the beginning of May, which grow fast during May and June and develop into conspicuous one-cell galls.
5. At the beginning, there might be more larvae developing in one gall. An example can be 7 May 1999 when 87.5% of galls were engaged by one larva, 9.1% of galls by two larvae and 3.4% of galls by three larvae. The growing competition and interference result in the elimination of weaker larvae in the 2nd half of June and the 1st half of July and thus there is as a rule only one midge larva developing in one gall from mid-July.
6. The mature male galls with a live midge larva on the early- and late-budding beech as well as in the young beech plantation are on average smaller than the female galls both in terms of their actual size and in terms of the gall wall thickness. As compared with the galls on the early budding beech and with the galls in the young plantation the androecidia and gynoecidia on the late budding beech had the size and the gall wall thickness even lesser.
7. Differences can also be seen in the growth dynamics of the male and female larvae and galls. At the beginning, the male galls develop much slower than the female galls. The growth of the female galls is very fast at the beginning, but almost ceases toward the end of

July. The male larvae (unlike the galls) grow much faster at the beginning than the female larvae. The size of the two sexes gets equal in August and the female larvae conspicuously overgrow the male larvae in the course of September. The mature male larvae are on average 4 mm long and 1.3 mm wide while the female larvae are on average 5 mm long and 1.6 mm wide.

8. Due to the high mortality, there were only about 6% of larvae which accomplished their development in the galls on the early budding beech in 1998. In 1999, it was about 3, 4 and 8% of beech gall midge larvae that survived until the autumn in the galls on the early- and late-budding beech, and in the galls in the young beech plantation, respectively. The insect parasitoids (particularly the ectoparasitoid chalcid *Torymus cultriventris* Ratz. from the family of *Torymidae*, and the chalcid *Aprostocetus elongatus* Först. from the family of *Eulophyidae*, and the endoparasitoid chalcid *Omphale lugens* Nees from the family of *Eulophidae*) were responsible for 78–82% of the mortality. The male galls on the early and late-budding beech exhibited at about ten times greater number of *T. cultriventris* (six times greater in the young beech plantation) than that of *A. elongatus*. The female galls on the early and late-budding beech exhibited approximately the same numbers in both species; yet, the abundance of *T. cultriventris* in the young plantation was 2-times greater.

9. The chalcid *T. cultriventris* winters in the galls, usually as a mature larva, sporadically as a young larva or egg. It deposits eggs from the beginning of June to the end of July (less frequently even later). The eggs are first placed into larger and earlier lignifying galls on the early budding beech trees and then – some 3 weeks later – into much smaller and later lignifying galls on the late budding beeches. At the beginning, the larvae feed on the body contents of the beech gall midge larvae which at that time reach an average length of 1.5 mm and width of 0.5 mm. Later on (from mid-July at the earliest) their nutrition is phytophagous or saprophagous and their development univoltine. The greater part of the parasitized galls does not separate from the shed leaves. The only galls to separate from the leaves are not that much abundant galls with the chalcid which, however, fall from the leaves as late as toward the end of the growing season.

10. The chalcid *A. elongatus* winters in the galls at a stage of the half-mature to mature larvae. Its adults hatch 1–2 weeks later than those of *T. cultriventris*. They deposit eggs into the unparasitized galls, less frequently also into the galls engaged by *T. cultriventris*. The larvae first feed in a phytophagous way that become saprophagous after the wintering. Similarly as in *T. cultriventris*, the largest larvae can be found in galls in the young plantation. Their development is univoltine. The parasitized galls usually stick firmly to the shed leaves.

11. The chalcid *T. cultriventris* prefers the male galls at depositing eggs, *A. elongatus* does not differ between

the male and female galls, engaging them both at about the same rate. The galls with the ectoparasitoids are on average always smaller than the galls with the living larvae. The size of the parasitized galls does not get larger after the midge larvae have died. In terms of their shape, the galls resemble the male or female galls (depending on the sex and on the stage of development of the dead midge larvae).

12. The chalcid *O. lugens* took up about 63, 56 and 24% of galls on the early- and late-budding beech and in the young beech plantation, respectively. About 40% of the chalcid population winter at a stage of the mature larvae and some 60% winter at a stage of the pupae. The adult chalcids hatch as early as in the 1st half of June and deposit eggs particularly into the much better accessible male midge larvae whose average length at that time is 1.4 mm and width 0.65 mm. In contrast to *T. cultriventris* and *A. elongatus*, the females do not kill the beech midge larvae during the oviposition. The larvae continue living for at least 3 weeks, their length and width before the time of their death increasing up to 2.7 mm and 0.9 mm, respectively. However, the average size of the galls does not change from the end of June. The galls with *O. lugens* are on average smaller than those with the ectoparasitoids. These galls reach the relatively smallest size on the late budding beech and the largest size in the young plantation. Their development is obligatorily univoltine. The galls are far from sticking to the leaves as firmly as the majority of the galls with the ectoparasitoids and 10 to 20% of them fall from the leaves in the autumn.
13. A considerable percentage of the beech midge larvae (at the youngest stage of development in particular) die due to the defensive activity of the plant tissues. In 1999, there were e.g. some 14% of larvae killed due to this reason in the galls on the early budding beech, 22% of larvae in the galls on the late budding beech, and some 15% of larvae in the galls in the young plantation. Regarding the early death of the midge larvae, the galls are very small.
14. Other mortality factors such as bird and insect predators did not significantly affect the health condition of the beech gall midge larvae (pupae) studied at Polnička.

Acknowledgement

I would like to express my gratitude to the Ministry of Agriculture of CR for the support provided to the Project. I also thank Doc. Ing. Vladislav Martinek, CSc. for a painstaking reading of the manuscript and valuable comments.

References

- ÁLVAREZ, A. J., 1998. XXVI. Orden *Diptera*. In: VICENTE, C. D. L. et al., *Entomología agroforestal*. Madrid, Ediciones Agrotécnicas: 889–936.

- ASKEW, R. R. – LAMPE, K. H., 1998. Species of *Pteromalidae* (*Hym.*, *Chalcidoidea*) parasitic in galls of *Cecidomyiidae* (*Dipt.*) on *Fagus* leaves. *Ent. mon. Mag.*, 133: 1604–1607, 53–56.
- BAUDYŠ, E., 1954. Zooecidie z oblasti Slezska a přilehlých částí Moravy (Zooecidia from Silesia and adjacent regions of Moravia). Praha, SPN: 288.
- BAUDYŠ, E., 1956. Pátý příspěvek k rozšíření hálek na Slovensku (The fifth contribution to the dispersal of galls in Slovakia). Bratislava, Vydav. SAV: 39.
- BOYSEN-JENSEN, P., 1948. Formation of galls by *Mikiola fagi*. *Physiol. Plant.*, 1: 95–108.
- BOYSEN-JENSEN, P., 1952. Untersuchungen über die Bildung der Galle von *Mikiola fagi*. *Dansk Biol. Med.*, 18: 1–19.
- BRAUNS, A., 1964. Taschenbuch der Waldinsekten. Jena, VEB G. Fischer Verlag: 817.
- BREWER, J. W. – SKUHRAVÝ, V., 1989. Survey of major foliar chemicals in insect-induced galls. *Cecidologia Intern.*, 10: 65–74.
- BUHR, H., 1964. Bestimmungstabellen der Gallen (Zoo- und Phytocécidien) an Pflanzen Mittel- und Nordeuropas. Bd. 1. Jena, G. Fischer Verlag: 761.
- BÜSGEN, M., 1895. Zur Biologie der Buchengalle *Hormomyia fagi*. *Forstl. Nat. Z.*, 4: 10.
- COUTIN, R. – RIOM, J., 1967. Dimorphisme des galles provoquées par *Mikiola fagi* Hartig (*Dipt.*, *Cécid.*) sur *Fagus sylvatica* L. *Androcécidie et gynocécidie*. C.R. Acad. Sc. (Paris), Sér. D, 265: 975–978.
- CWIKLINSKI, L. – KOZIOL, M., 1987. Garnusznica bukowa (*Mikiola fagi* Hartig) – malo znany szkodnik buka. *Łas Polski*, 21: 8–9.
- DARBOUX, G. – HOUARD, C., 1901. Catalogue systématique des zoocécidies de l'Europe et du bassin méditerranéen. Labor. d'évolution des êtres organisés. *Bull. Sci. France et Belg.*, 34: 544.
- DŽANOKMEN, K. A., 1978. 5th Sem. *Pteromalidae* – pteromalidy. In: MEDVEDEV, G. S. et al., *Opređitel nasekomych evropejskoj časti SSSR*. Tom. III. *Perepončatokrylye*. Part 2. Leningrad, Izdat. Nauka: 57–228.
- ESCHERICH, K., 1942. Die Forstinsekten Mitteleuropas. Fünfter Bd. Berlin, Verlag P. Parey: 746.
- FULMEK, L., 1968. Parasitinsekten der Insektengallen Europas. *Beitr. Ent.*, 18: 719–952.
- GÄBLER, H., 1955. Forstschutz gegen Tiere. Radebeul, Berlin, Neumann Verlag: 368.
- GODAN, D., 1955. Beitrag zur stofflichen Beeinflussung des Gallengewebes durch Gallmücken-larven. *Mitt. Dtsch. ent. Gesell.*, 14: 8–11.
- GRAHAM, M. W. R. – GRAHAM, M. W. R., 1994. New European species of *Torymus* Dalman (*Hym.*, *Chalcidoidea*). *Ent. mon. Mag.*, 130: 1556–1559.
- HRUBK, P., 1985. Najrozšírenejšie hálkotvorné druhy hmyzu v mestskej zeleni (The most common gall-forming insect species in urban greenery). *Záhradníctvo*, 8: 379–380.
- KIEFFER, J. J., 1913. *Diptera*, Fam. *Cecidomyiidae*. In: WYTS-MAN, P. et al., *Genera Insectorum*, 152: 346.
- KIRST, G. O., 1974. Zur Physiologie der Galle von *Mikiola fagi* Htg. auf Blättern von *Fagus sylvatica* L. Teil 3. *Biochem. Physiol. Pflanzen*, 165: 457–466.
- KIRST, G. O. – RAPP, H., 1974. Zur Physiologie der Galle von *Mikiola fagi* Htg. auf Blättern von *Fagus sylvatica* L. Teil 2. *Biochem. Physiol. Pflanzen*, 165: 445–455.
- KOSTJUKOV, V. V., 1978. Podsem. 5. *Tetrastichinae*. In: MEDVEDEV, G. S. et al., *Opređitel nasekomych evropejskoj časti SSSR*. Tom III. *Perepončatokrylye*. Part 2. Leningrad, Izdat. Nauka: 430–467.
- KÜSTER, E., 1911. Die Gallen der Pflanzen. Leipzig, Hirzel: 437.
- KÜSTER, E., 1925. Pathologische Pflanzenanatomie. 3. Aufl. Jena, Fischer: 558.
- KÜSTER, E., 1930. Anatomie der Gallen. In: LINSBAUER, K. et al., *Handbuch der Pflanzenanatomie*. Bd. 5. Berlin, Borntraeger: 197.
- MOLLIARD, M., 1926. Dimorphisme déterminé chez la galle de *Mikiola fagi* Htg. par un parasite secondaire. C.R. Acad. Sci. (Paris), 183: 624–626.
- NIKOLSKAJA, M. N. – ZEROVA, M. D., 1978. 9. Sem. *Torymidae* (*Callimomidae*) – torymidy. In: MEDVEDEV, G. S. et al., *Opređitel nasekomych evropejskoj časti SSSR*. Tom III. *Perepončatokrylye*. Part 2. Leningrad, Izdat. Nauka: 358–374.
- NOLTE, H. W., 1954. Zur Frage der stoffischen Beeinflussung der Pflanzen bei Befall durch Schadinsekten. *Dtsch. Ent. tag. in Hamburg*: 139–146.
- PACLT, J., 1973. Erste Untersuchungen über die Anfälligkeit der Buche gegen die Gallenerzeuger. *Cbl. ges. Forstwes.*, 90: 186–192.
- POSTNER, M., 1982. Familienreihe *Mycetophiliformia*. In: SCHWENKE, W. et al., *Die Forstschädlinge Europas*. IV. Bd. Hautflügler und Zweiflügler. Hamburg, Berlin, Verlag P. Parey: 291–357.
- RAPP, H. – KIRST, G. O., 1974. Zur Physiologie der Galle von *Mikiola fagi* Htg. auf Blättern von *Fagus sylvatica* L. Teil 1. *Biochem. Physiol. Pflanzen*, Bd. 165: 437–444.
- ROSS, H., 1932. Praktikum der Gallenkunde (Cecidologie). In: SCHOENICHEN, W. et al., *Biol. Studienbücher*, Berlin, 12: 312.
- SALAČ, F., 1924. Ochrana lesa I (Forest Protection I). Písek, J. Borovička: 275.
- SCHMIDT, O., 1991. Insekten an Buchen – Beobachtungen in den letzten Jahren aus Bayern. *Forst u. Holz*, 46: 309–311.
- SCHNAIDER, Z., 1974. Szkodniki drzew i krzewów liściastych zarejestrowane w Górnoślaskim Okregu Przemysłowym w latach 1965–1971. *Prace IBL*, 463–467: 61–95.
- SCHWERDTFEGER, F., 1944. Die Waldkrankheiten. Berlin, P. Parey: 479.
- SCHWERDTFEGER, F., 1970. Die Waldkrankheiten. Berlin, P. Parey: 509.
- SEGEBADE, R. – SCHAEFFER, M., 1979. Zur Ökologie der Arthropodenfauna einer Stadtlandschaft und ihrer Umgebung. II. Pflanzengallen und Pflanzenminen. *Anz. Schädl.-Kde Pfl.-Umweltschutz*, 52: 117–121.
- SKRZYPCZYŃSKA, M., 1969. Materiały do znajomości zooecidii Lasku wolskiego pod Krakowem. *Acta zool. cracov.*, 15: 375–391.
- SKRZYPCZYŃSKA, M., 1983. Wstępne badania gęstości populacji gatunków wywołujących wyrośla i miny na liściach buka pospolitego – *Fagus sylvatica* L. w Polsce. *Pol. Pis. Ent.*, 53: 425–429.

- SKUHRAVÁ, M., 1977. 21. čeled' – Bejlomorkoviti: *Cecidomyiidae* (21. Family – Cecidomyiids: *Cecidomyiidae*). In: DOSKOČIL, J. et al., Klíč zvířeny ČSSR. Díl V. Praha, ČSAV: 116–143.
- SKUHRAVÁ, M., 1986. Family *Cecidomyiidae*. In: Catalogue of Palaearctic *Diptera*. Vol. 4. Budapest, Akadémiai Kiadó: 72–297.
- SKUHRAVÁ, M., 1987. Analysis of areas of distribution of some Palaearctic gall midge species (*Cecidomyiidae*, *Diptera*). *Cecidologia Intern.*, 8: 1–48.
- SKUHRAVÁ, M., 1997. *Cecidomyiidae*. In: CHVÁLA, M. (ed.), Check-list of *Diptera* (*Insecta*) of the Czech and Slovak Republics. Karolinum, Charles Univ. Prague: 25–30.
- SKUHRAVÁ, M. – SKUHRAVÝ, V., 1960. Bejlomorky (Gall midges). Praha, SZN: 271.
- SKUHRAVÁ, M. – SKUHRAVÝ, V., 1973. Gallmücken und ihre Gallen auf Wildpflanzen. Die neue Brehm-Bücherei. Wittenberg, Ziemsen Verlag: 118.
- SKUHRAVÁ, M. – SKUHRAVÝ, V., 1974. Bejlomorky lesních dřevin východního Slovenska (*Diptera*, *Cecidomyiidae*) (Gall midges of the forest tree species in eastern Slovakia [*Diptera*, *Cecidomyiidae*]). *Lesnictví*, 20: 159–165.
- SKUHRAVÝ, V. – SKUHRAVÁ, M., 1988. Bejlomorky lesních dřevin (Gall midges of the forest tree species). *Lesn. Práce*, 67: 81–85.
- SKUHRAVÝ, V. – SKUHRAVÁ, M., 1991. Bejlomorka buková indikátorem znečištěného ovzduší? (Beech gall midge – an indicator of air-pollution?) *Chránené územia Slovenska*, 17: 49–50.
- SKUHRAVÝ, V. – SKUHRAVÁ, M., 1993. Zur Verbreitung und Schädlichkeit der Gallmücken (*Cecidomyiidae*, *Diptera*) an Waldbäumen in Mitteleuropa. *Anz. Schädl.-Kde Pfl.-Umweltschutz*, 66: 134–140.
- SKUHRAVÝ, V. – SKUHRAVÁ, M., 1996. Betrachtung der Gallmücken (*Diptera*, *Cecidomyiidae*) an dominanten Forstgehölzen Eurasiens nach ihrem Schädlichkeitsgrad mit einigen besonderen taxonomischen Problemen. *Anz. Schädl.-Kde Pfl.-Umweltschutz*, 69: 56–58.
- SKUHRAVÝ, V. – SKUHRAVÁ, M., 1998. Bejlomorky lesních stromů a keřů (Gall midges of forest trees and bushes). *Pisek, Matice lesnická, spol. s r.o.*: 174.
- STALEV, Z., 1989. Galoobrazovašči vrediteli po listata na iztočnja buk. *Gorsko Stop.*, 45: 22–23.
- STALEV, Z., 1991. Pltnost na galoobrazovašči vrediteli po listata na iztočnja buk (*Fagus orientalis* Lipsky) (Density of gall-forming pests on leaves of beech – *Fagus orientalis*). *Nauka za Gorata*, 28: 43–48.
- ŠTAKELBERG, A. A., 1955. 3. Sem. *Cecidomyiidae* (= *Itonidae*) – gallicity. In: PAVLOVSKIJ, E. N. et al., Vrediteli lesa, I. Moskva, Leningrad, Izd. AN SSSR: 384–421.
- TRJAPICYN, V. A., 1978. Podsem. 4. *Entedontinae*. In: MEDVEDEV, G. S. et al., Opređitelit nasekomych evropejskoj časti SSSR. Tom III. Perepončatokytye. Part 2. Leningrad, Izdat. Nauka: 404–430.
- URBAN, J., 1999a. K výskytu, vývoji a škodlivosti bejlomorky bukové (*Mikiola fagi*) (Towards the occurrence, development and harmfulness of beech gall midge [*Mikiola fagi*]). *Zahradnictví*, 5/6: 11–14.
- URBAN, J., 1999b. Bejlomorka buková (Beech gall midge). *Lesn. Práce*, 78: 368–370.
- URBAN, J., 2000a. K bionomii a polymorfismu hálek bejlomorky bukové (*Mikiola fagi* Htg.) (*Diptera*, *Cecidomyiidae*) (To the bionomy and polymorphism of beech midge [*Mikiola fagi* Htg.] [*Diptera*, *Cecidomyiidae*] galls). *J. For. Sci.*, 46: 18–30.
- URBAN, J., 2000b. Vliv doby rašení buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) na vývoj larev a tvorbu hálek bejlomorky bukové (*Mikiola fagi* Htg.) (Effect of the time of beech [*Fagus sylvatica* L.] flushing on the development of larvae and formation of gall in *Mikiola fagi* Htg.). *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun. (Brno)*, 48: 97–117.
- VORMS-RAVILLARD, A., 1935. Modification anatomique des galles arrêtées dans leur développement. Paris, Thèse: 131.
- WAHLGREN, E., 1960. Cecidologiska anteckningar. XII. *Ent. tidskr.*, 81: 11–21.
- WEIDNER, H., 1957. Neuere Anschauungen über die Entstehung der Gallen durch die Einwirkung von Insekten. *Z. Pfl.-Krankh.*, 64: 287–309.
- WIMMER, A., 1931. Muší rody v Československé republice (Fly genera in the Czechoslovak Republic). Praha, Höfer, Klouček: 379.

Received 24 February 2000

BEJLOMORKA BUKOVÁ (*MIKIOLA FAGI* HTG.) A JEJÍ PŘIROZENÍ NEPŘÁTELE

J. Urban

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Lesnická a dřevařská fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno

Bejlomorka buková (*Mikiola fagi* Htg.) patří v České republice k nejhojnějším hálkotvorným zástupcům čeledi bejlomorkovitých (*Cecidomyiidae*) a nejhojnějším hálkotvorným vůbec. Její háčky se vyskytují na adaxiální straně listů buku, a to někdy v tak vysokých počtech, že

výrazně snižují asimilační plochu hostitelských dřevin. V letech 1998 a 1999 došlo k mimořádně rozsáhlému přemnožení této bejlomorky v mnoha oblastech ČR. Jejích přemnožení na mladých bukových kulturách a přizemních částech korun starších buků na polosi v Polníčce (Správa

lesního hospodářství Dr. R. Kinského ve Žďáru nad Sázavou) bylo využito ke studiu výskytu a bionomie. Hlavním cílem šetření bylo prozkoumat vývoj bejломorky a hmyzích parazitoidů včetně růstu hálek na časné a pozdně rašících nízko zavětvených 30letých bucích a v mladé (asi šestileté) nestejněměrné rašící bukové výsadbě. Při terénních kontrolách, prováděných v roce 1998 ve dvou-týdenních (v roce 1999 ve třítydenních) intervalech během vegetační sezony, byly z časné a pozdně rašících okrajových buků a mladé výsadby odebrány soubory letorostů s vajíčky a hálkami bejломorky k laboratorním analýzám. V mimovegetačním období byly odebrány háčky ke sledování líhnutí dospělců a jejich parazitoidů.

Získali jsme tyto hlavní výsledky:

1. Bejломorka buková zimuje z 87–100 % jako dorostlá larva, zřídka jako nevybarvená kukla. Již kolem 10. března následujícího roku se larva v hálkách zakuklí a po dvou až třech týdnech kuklového stadia (od 25. března) se líhnou dospělci. Líhnutí trvá kolem dvou týdnů a projevuje se v něm minimálně dvoudenní protandrie. Část (v laboratoři kolem 20 %) vitálních larv se po přezimování nelíhne a pravděpodobně diapauzuje.
2. Samičky kladou vajíčka z 39 % na pupeny a ze 61 % na větévky (do vzdálenosti maximálně 2 cm od pupenů). Průměrná natalita je 330 vajíček. Bývají pokladeny mladé kultury a přibližně čtvrtinu korun starších buků do výšky maximálně 5 m.
3. Za dva až tři týdny (v laboratoři za 10 dnů) se z vajíček líhnou larvy, které po krátkém odpočinku putují mezi šupiny pupenů k základům listů. V době pronikání larev do pupenů (od poloviny dubna do začátku května) jsou pupeny ještě nevyrašené. V rozvolněnějších časné rašících pupenech se larvy usazují nejčastěji na druhém a třetím (sporadicky až na sedmém) listovém základu. Při pronikání do kompaktnějších pozdně rašících pupenů kolem 25 % larev hyne a zbytek se usazuje nejčastěji na prvním (vnějším) listovém základu. Uspořádání listových základů v pupenu komplikuje larvám přístup k listovému parenchymu, a proto se larvy svou přídí usazují na abaxiální straně listových základů v parenchymu těsně přiléhajícímu k hlavním a bočním listovým žilkám.
4. Sáním larev na abaxiální straně listových základů vznikají 1 mm velké háčky, které se od začátku května dále nevyvíjejí. Zato na adaxiální straně mladých listů se od konce dubna a začátku května začínou vytvářet zprvu kuželovité, později většinou vřetenovité háčky, které se v květnu a červnu rychle zvětšují v nápadné jednodomírkové háčky.
5. Ve stejné hálce se může zpočátku vyvíjet více larev – např. 7. 5. 1999 bylo 87,5 % hálek obsazeno jednou, 9,1 % dvěma a 3,4 % třemi larvami. Narůstající kompetice a interference vede ve druhé polovině června a v první polovině července k eliminaci slabších larev, takže od poloviny července se v hálkách vyvíjí vždy jen jedna larva bejломorky.
6. Dorostlé samčí háčky s živou bejломorkou na časné a pozdně rašících bucích i v mladé výsadbě mají v prů-

měru menší velikost i tloušťku háčkové stěny než háčky samičí. Androecidie i gynoecidie byly na pozdně rašícím buku proti hálkám na časné rašícím buku a hálkám v mladé výsadbě v průměru podstatně menší a tenkostěnnější.

7. Rozdílná je i dynamika růstu samičích a samičích hálek i larev. Samčí háčky rostou hlavně zpočátku mnohem pomaleji než samičí. Růst samičích hálek je zpočátku velmi rychlý, koncem července však v podstatě ustává. Samčí larvy (na rozdíl od hálek) rostou zpočátku rychleji než larvy samičí. V srpnu se velikost larev obou pohlaví vyrovnává a během září samičí larvy výrazně předrůstají larvy samčí. Dorostlé samčí larvy jsou průměrně 4 mm dlouhé a 1,3 mm široké, kdežto larvy samičí jsou průměrně 5 mm dlouhé a 1,6 mm široké.
8. V roce 1998 v důsledku vysoké mortality dokončilo svůj vývoj v hálkách na časné rašícím buku kolem 6 % larev. V roce 1999 v hálkách na časné rašícím buku přežilo do podzimu kolem 3 % larev, v hálkách na pozdně rašícím buku kolem 4 % larev a v hálkách v mladé výsadbě kolem 8 % larev bejломorky. Na této mortalitě se 78–82 % podíleli hmyzí parazitoidi (především ekto-parazitoidní krásenka *Torymus cultriventris* Ratz. z čeledi *Torymidae* a leskatka *Aprostocetus elongatus* Först. z čeledi *Eulophidae* a endoparazitoidní leskatka *Omphale lugens* Nees z čeledi *Eulophidae*). V samičích hálkách na časné i pozdně rašícím buku byl *T. cultriventris* zhruba desetkrát (v mladé výsadbě šestkrát) hojnější než *A. elongatus*. V samičích hálkách na časné i pozdně rašícím buku byly oba druhy zhruba stejně početné, ale v mladé výsadbě byl *T. cultriventris* dvakrát hojnější.
9. Krásenka *T. cultriventris* zimuje v hálkách, a to většinou jako dorostlá larva, řidčeji mladá larva či vajíčko. Vajíčka klade od začátku června do konce července (řidčeji i později). Nejdříve je umístěje do větších a dřívě dřevnatějších hálek na časné rašících bucích. Do mnohem drobnějších a později dřevnatějších hálek na pozdně rašících bucích klade asi o tři týdny později. Larvy se zpočátku živí tělním obsahem larev bejломorky, které v té době dosahují průměrné délky 1,5 mm a šířky 0,5 mm. Později (nejdříve od poloviny července) se živí fytofágně, případně saporfágně. Vývoj je univoltinní. Většina parazitovaných hálek se z listů opadlých na zem neodděluje. Z listů opadávajících pouze nepřilís hojně háčky obsazené krásenkou až koncem vegetační doby.
10. Leskatka *A. elongatus* zimuje v hálkách ve stadiu polooodrostlých až dorostlých larev. Dospělci se líhnou o jeden až dva týdny později než *T. cultriventris*. Vajíčka kladou do neparazitovaných hálek, řidčeji do hálek obsazených *T. cultriventris*. Larvy se živí nejdříve zoofágně (larvami bejломorky nebo *T. cultriventris*), později fytofágně, po přezimování saporfágně. Podobně jako u *T. cultriventris* největších velikostí dosahují larvy v hálkách v mladé výsadbě. Vývoj je univoltinní. Parazitované háčky většinou pevně drží na opadlých listech.

11. *T. cultriventris* dává při kladení přednost hálkám samčím, *A. elongatus* obsazuje háčky obou pohlaví zhruba stejně intenzivně. Háčky s ektoparazitoidy jsou v průměru vždy menší než háčky s živými larvami. Velikost parazitovaných háček se po úhynu larvy bejломorky dále nezvětšuje. Tvarově se tyto háčky podobají háčkům samčím nebo samičím (v závislosti na pohlaví a vývojovém stupni uhynulé larvy bejломorky).

12. Lesknatka *O. lugens* obsadila na časné rašicím buku kolem 63 % háček, na pozdně rašicím buku kolem 56 % háček a v mladé výsadbě kolem 24 % háček. Kolem 40 % populace lesknatky zimuje ve stadiu dorostlých larev a kolem 60 % ve stadiu kukel. Dospělci se lihnou již v první polovině června a vajíčka kladou především do mnohem přístupnějších samčích larev bejломorky, které v té době dosahují průměrné délky 1,4 mm a šířky 0,65 mm. Na rozdíl od *T. cultriventris* a *A. elongatus* samičky při kladení larvy bejломorky nezabíjejí. Ty ještě minimálně tři týdny žijí a jejich délka se do doby úhynu zvětší na 2,7 mm a šířka na

0,9 mm. Průměrná velikost háček se však od konce června nemění. Háčky s *O. lugens* jsou v průměru menší než háčky s ektoparazitoidy. Tyto háčky dosahují relativně nejmenších rozměrů na pozdně rašicím buku a největších rozměrů na mladé výsadbě. Vývoj je obligatorně univoltinní. Háčky na listech nedrží zdaleka tak pevně jako většina háček s ektoparazitoidy a 10–20 % jich z listů na podzim opadává.

13. Značná část larev bejломorky bukové (především nejmladšího vývojového stupně) hyne vlivem obranné činnosti rostlinných pletiv – např. v roce 1999 bylo touto příčinou v háčkách zahubeno na časné rašicím buku kolem 14 % larev, v háčkách na pozdně rašicím buku kolem 22 % larev a v háčkách v mladé výsadbě kolem 15 % larev. Vzhledem k časnému úhynu larev bejломorky dosahují tyto háčky velmi malých rozměrů.

14. Ostatní faktory mortality, např. ptačí a hmyzí predátoři, v Polníčce významněji neovlivňovali zdravotní stav larev (kukel) bejломorky bukové.

Contact Address:

Prof. RNDr. Ing. Jaroslav Urban, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Lesnická a dřevařská fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno, Česká republika

Změna publikačního jazyka

ve vědeckých časopisech

České akademie zemědělských věd

Na základě doporučení Vydavatelské rady ČAZV budou od 1. 1. 2001 v časopisu *Journal of Forest Science* publikovány všechny příspěvky **pouze v angličtině**.

A change of publication language

in Scientific Journals of the Czech Academy

of Agricultural Sciences

As recommended by Board of Publishers of the Czech Academy of Agricultural Sciences all papers in *Journal of Forest Science* will be published **solely in English** since 1st January 2001.

HODNOCENÍ MEZINÁRODNÍHO OBCHODU S LESNICKÝMI A DŘEVAŘSKÝMI VÝROBKY ČESKÉ REPUBLIKY VE VZTAHU K ZEMÍM EVROPSKÉ UNIE

EVALUATION OF INTERNATIONAL TRADE IN FOREST AND WOOD PRODUCTS OF THE CZECH REPUBLIC IN RELATION TO THE COUNTRIES OF EUROPEAN UNION

J. Bartuněk, M. Novotný

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Lesnická a dřevařská fakulta, Lesnická 3, 613 00 Brno

ABSTRACT: The analysis of imports and exports of forest and wood products was based on a comparison of the Czech Republic and European Union in the sectors of production, consumption and international trade as well as the relations between the Czech Republic and the countries of European Union in 1996 and 1998 were analyzed. The analysis provided data on the volume and trends of international trade in these products and information on their competitiveness in foreign markets.

export engagement; import and export prices; comparative advantages; commodity aggregates; import and export dynamics; per kilogram prices; foreign trade outlets

ABSTRAKT: Analýza importu a exportu lesnických a dřevařských výrobků se uskutečnila jednak porovnáním České republiky a Evropské unie ve výrobě, spotřebě a mezinárodní směně v období 1993–1996, jednak rozborem vztahů mezi Českou republikou a zeměmi Evropské unie za roky 1996 a 1998. Výsledkem analýzy jsou poznatky o úrovni a tendencích mezinárodního obchodu s těmito výrobky a informace o jejich konkurenceschopnosti na zahraničních trzích.

exportní angažovanost; dovozní a vývozní ceny; komparativní výhody; komoditní agregáty; dynamika dovozu a vývozu; kilogramové ceny; orientace zahraničního obchodu

ÚVOD

Česká republika se řadí mezi země usilující o členství v Evropské unii. Kandidátským zemím – a tedy i České republice – stanovila Evropská unie řadu podmínek, které musí před přijetím splnit. Kromě legislativních a metrologických změn patří mezi nejzávažnější z nich zvýšení úrovně národních ekonomik. Jde o velmi náročný úkol, k jehož splnění může významnou měrou přispět úspěšnost výrobků určité kandidátské země na zahraničních trzích.

Za účelem ověření takové úspěšnosti u lesnických a dřevařských výrobků ČR jsme uskutečnili analýzu mezinárodního obchodu s nimi ve vztahu k zemím EU. Touto analýzou jsme získali rámcový přehled o jeho tendenci

a úrovni a zjistili míru konkurenceschopnosti ČR u těchto komodit.

METODIKA

Pro analýzu jsme měli k dispozici jednak data z mezinárodní statistiky FAO o lesnických a dřevařských výrobcích za období 1992–1996, jednak statistické údaje podle Celního sazebníku ČR za rok 1996 a 1998. Připomínáme, že do dřevařských výrobků statistika FAO zahrnuje i výrobky celulózovo-papírenského průmyslu; proto jsme tyto výrobky zahrnuli do hodnocení i my.

Konstatujeme, že údaje v obou statistikách se od sebe liší, a to jak v počtu sledovaných komodit, tak i v jejich

vymezeních. Ve statistice FAO je evidováno celkem 55 komodit. V tomto souboru jsou zahrnuty jednak jednotlivé komodity, jednak jejich agregáty. Např. statistická položka „průmyslová kulatina“ (industrial roundwood) je agregát, který zahrnuje veškeré surové průmyslové dříví jehličnaté i listnaté, tj. pilařskou kulatinu, dýhárenskou kulatinu, vlákninové dříví a ostatní průmyslové dříví, odpad a zbytky dřeva a v případě obchodu i štěpky a třísky. Složky tohoto agregátu jsou pak dále uváděny ještě jako jednotlivé komodity. Celní sazebník ČR rozlišuje celkem 57 komoditních agregátů, které zahrnují 415 jednotlivých komodit. Statistika FAO podchycuje ve sledovaných zemích vždy celý objem jejich mezinárodního obchodu, kdežto v celní statistice ČR jsme vyhledali pouze komodity a objem vzájemného obchodu mezi ČR a zeměmi EU.

Protože jsou obě statistiky rozdílné, analyzovali jsme údaje každé z nich samostatně. Pro analýzu jsme si pak vybrali vždy jen určité komodity jako reprezentanty mezinárodní směny. Tyto reprezentanty jsme volili podle jejich náročnosti na ekonomické faktory a podle velikosti objemu jejich dovozu či vývozu z hlediska celkového objemu dovozu či vývozu lesnických a dřevařských výrobků ČR.

U vybraných reprezentantů jsme celkovou úroveň zahraničního obchodu charakterizovali procentuálním podílem vývozu z objemu výroby, vyjádřeném v technických jednotkách, procentuálním podílem dovozu z objemu spotřeby, vyjádřeném v technických jednotkách, dynamikou vývozu, dynamikou dovozu a velikostí výroby a spotřeby i velikostí vývozu a dovozu na tisíc obyvatel. Údaje o počtu obyvatel v ČR a v zemích EU jsme převzali z Ilustrovaného atlasu světa pro nové století a uvádíme je v poznámce k tab. IX.

Dynamiku vývozu a dynamiku dovozu vybraných komodit jsme vyjádřili pomocí řetězových poměrných ukazatelů vývoje (PUV) počítaných z objemu vyvážených či dovážených komodit v technických jednotkách (t. j.) podle vzorce (Egermayer et al., 1958):

$$PUV = \frac{k^{i+1}}{k^i} \quad (1)$$

kde: k^{i+1} – objem komodity v $i + 1$ roce v t. j.,
 k^i – objem komodity v i -tém roce v t. j.

Hodnoty PUV se pohybují od 0 do $+\infty$. Hodnota PUV v mezích $0 < 1$ znamená pokles ve vývoji hodnocené veličiny. Hodnota PUV = 1 představuje její stagnaci a hodnota v mezích 1 až $+\infty$ vyjadřuje pozitivní vývoj hodnocené veličiny.

U jednotlivých poměrných ukazatelů vývoje jsme stanovili jejich odchylky (d) od aritmetického průměru celého souboru PUV. Odchylky jsme vyjádřili v absolutní hodnotě a z nich vypočítali průměrnou odchylku, která vyjadřuje intenzitu měnlivosti dynamiky vývoje analyzovaného jevu.

Hodnotovou stránku vývozu a dovozu ČR a zemí EU jsme posuzovali pomocí cen za jednu měrnou jednotku dané komodity a podle ukazatelů reálných směnných relací (terms of trade – TT). Ukazatele TT jsme počítali podle vzorce (Kubišta et al., 1999):

$$TT = \frac{P_{ex}}{P_{im}} \cdot 100 \quad (2)$$

kde: P_{ex} – cenový index vývozu,
 P_{im} – cenový index dovozu.

K ověřování statistické významnosti zjištěných rozdílů analyzovaných ukazatelů jsme používali Studentova t -testu (Anděl, 1978). K doplnění hodnocení relací jednotlivých cen vybraných komodit mezi EU a ČR jsme využili jejich vzájemného regresního vztahu. Ten jsme stanovili podle vzorců uvedených v odborné literatuře (Anděl, 1978; Egermayer et al., 1958).

Při hodnocení typu obchodu mezi dvěma partnery rozeznává teorie mezinárodního obchodu tzv. jednosměrný obchod a tzv. obousměrný obchod. V rámci jednosměrného obchodu převládá na celkovém obratu obchodu – při vývozu nebo při dovozu – mezi dvěma partnery produkce jednoho odvětví (oboru). V rámci obousměrného obchodu se mezi partnery vyměňují – při vývozu i při dovozu – výrobky stejného odvětví (oboru).

Z celní statistiky, kterou jsme pro analýzu měli k dispozici, vyplývá, že v případě obchodu s lesnickými a dřevařskými výrobky mezi ČR a zeměmi EU jde o obchod obousměrný. Ke stanovení intenzity této obousměrnosti jsme pak použili tzv. Grubel-Lloydův index (GLI) počítaný podle vzorce (Nešvera, 1999):

$$GLI = 1 - \frac{|X_i - M_i|}{(X_i + M_i)} \quad (3)$$

kde: X_i – vývoz produktů odvětví (i),
 M_i – dovoz produktů odvětví (i).

Hodnoty tohoto indexu se pohybují od 0 do 1. V případě, že $GLI = 0$, jde výhradně o meziodvětvový obchod, v případě, že $GLI = 1$, jde o obchod založený výhradně na vnitrodvětvové směně.

Další významnou stránkou naší analýzy bylo zjišťování konkurenceschopnosti lesnických a dřevařských výrobků v porovnání se zeměmi EU. Podle Plchové (Kubišta et al., 1999) je tato ekonomická kategorie mnohoznačná. Obsahuje totiž jak faktory kvantitativní (měřitelné), tak faktory kvalitativní (neměřitelné buď vůbec, nebo jen obtížně). Podle autorky existuje řada definic konkurenceschopnosti, ale žádná z nich není všeobecně přijata. Jedna z definic, ze které jsme ve své analýze vyšli, je následující definice českých autorů – Čapka, Hájka a Mertlíka (in Plchová, 1999): „Mezinárodní konkurenceschopnost se chápe schopnost země proniknout se svým obchodovatelným zbožím a službami na zahraniční trhy a z takové mezinárodní směny získávat komparativní výhody.“

Komparativní výhodou se zde rozumí komparativní úspora, která vzniká tím, že ve vývozu země jsou shromážděny výrobky, jejichž hodnotový vztah k hodnotě mezinárodní je příznivější než u výrobků, které naplňují dovoz této země.

Konkurenceschopnost výrobků lze hodnotit ukazateli, založenými buď na bázi zdrojů, nebo na bázi výstupů. Ve své analýze jsme zvolili hodnocení na bázi výstupů jednak pomocí tzv. ukazatele relativně komparativních výhod (relative comparative advantage – RCA), jednak pomocí cen za měrnou jednotku, v níž se vyjadřuje výrobek. V našem případě to byly tuny, m³ a kilogramy. Pro výpočet RCA jsme použili vzorec (Nešvera, 1999):

$$RCA_i = (X_i - M_i) / (X_i + M_i) \quad (4)$$

kde: X_i – vývoz komodity (i),

M_i – dovoz komodity (i).

Hodnota tohoto ukazatele se pohybuje v mezích od -1 do +1. Kladná hodnota vypovídá o komparativní výhodě v obchodu s komoditou (i) dané země, zatímco záporná hodnota o komparativní výhodě partnerských zemí v obchodu s touto komoditou.

Protože jsme v naší analýze usilovali o rámcový pohled na tendenci a úroveň mezinárodního obchodu ČR s lesnickými a dřevařskými výrobky a na jejich konkurenceschopnost ve vztahu k zemím EU jako celku, vytvořili jsme si z údajů jednotlivých zemí EU také agregátní údaje za EU jako celek.

Na závěr metodiky ještě poznamenáváme, že obě statistiky neposkytovaly zcela identické údaje, takže jsme je nemohli vyhodnocovat zcela stejným způsobem.

VÝSLEDKY ANALÝZY STATISTIKY FAO

Jako reprezentativní komodity, příp. jejich agregáty pro analýzu statistiky FAO jsme volili: palivové dříví a dřevěné uhlí, průmyslovou kulatinu, dřevní odpad, jehličnaté řezivo a pražce, listnaté řezivo a pražce, dýhové tabule, překližky, dřevotřískové desky, dřevovláknité desky, sulfátovou buničinu nebělenou a bělenou, sulfátovou buničinu nebělenou a bělenou, novinový papír, tiskový a psací papír, sanitární papír a papír pro domácnost.

Z hlediska nároků na ekonomické faktory (kapitál, energie, kvalifikovanost práce, náročnost na vědecko-výzkumný potenciál, přírodní zdroje, životní prostředí) jsme tyto reprezentativní komodity rozdělili do tří kategorií:

- I. kategorie: palivové dříví + dřevěné uhlí, průmyslová kulatina, jehličnaté řezivo + pražce, listnaté řezivo + pražce, dřevní odpad;
- II. kategorie: dýhové tabule, překližky, dřevotřískové desky, dřevovláknité desky;
- III. kategorie: sulfátová buničina, sulfátová buničina, novinový papír, tiskový a psací papír, sanitární papír a papír pro domácnost.

Procentuální podíly vývozu vybraných komodit, vy počítané z velikosti objemu jejich výroby vyjádřené v t. j., uvádíme v tab. I.

I. Podíly vývozu z objemu výroby – Proportions of exports out of production volume

Komodita ¹	Rok ¹⁶							
	1993		1994		1995		1996	
	ČR	EU	ČR	EU	ČR	EU	ČR	EU
	(%)							
1. Palivové dříví a dřevěné uhlí ²	10,9	1,8	15,3	2,3	26,6	2,3	25,2	2,3
2. Průmyslová kulatina ³	17,4	9,0	21,3	9,4	24,0	7,5	26,3	7,6
3. Dřevní odpad ⁴	41,4	13,2	48,8	14,7	49,3	9,7	49,7	10,0
4. Jehličnaté řezivo a pražce ⁵	28,4	43,7	40,0	44,3	47,0	42,7	43,0	44,3
5. Listnaté řezivo a pražce ⁶	12,5	22,4	11,3	21,0	13,3	21,7	8,5	22,5
6. Dýhové tabule ⁷	15,4	26,0	50,0	29,6	167,7	37,9	112,5	34,5
7. Překližky ⁸	92,0	57,9	72,4	61,3	39,0	56,6	74,1	57,1
8. Dřevotřískové desky ⁹	17,0	25,9	41,0	27,4	39,2	26,8	41,7	29,1
9. Dřevovláknité desky ¹⁰	15,7	59,0	50,4	62,2	56,2	53,2	52,2	59,2
10. Sulfátová buničina ¹¹	38,5	32,8	76,5	34,4	69,2	29,9	87,2	35,6
11. Sulfátová buničina ¹²	13,8	35,3	10,6	40,5	15,5	30,9	17,5	37,0
12. Novinový papír ¹³	47,5	61,2	66,3	61,1	59,6	55,3	61,4	58,7
13. Tiskový a psací papír ¹⁴	87,3	63,7	40,0	66,5	41,6	67,8	33,0	60,4
14. Sanitární papír a papír pro domácnost ¹⁵	–	17,3	31,2	16,4	22,2	17,8	25,0	18,9

¹commodity, ²fuelwood and charcoal, ³industrial roundwood, ⁴wood waste, ⁵coniferous sawnwood + cross-ties, ⁶non-coniferous sawnwood + cross-ties, ⁷veneered boards, ⁸plywood, ⁹particle boards, ¹⁰fiberboards, ¹¹sulfite pulp, ¹²sulfate pulp, ¹³newsprint, ¹⁴printing and writing paper, ¹⁵sanitary tissue and household paper, ¹⁶year

V tab. II jsou průměry procentuálních podílů vývozu z tab. I a jejich variační koeficienty, které vyjadřují měnlivost hodnot v souborech, z nichž byly počítány aritmetické průměry.

Z variačních koeficientů v tab. II vyplývá větší časová nerovnoměrnost vývozu komodit vzhledem k objemu výroby u ČR proti vývozu těchto komodit u EU. Hodnoty aritmetických průměrů vývozu svědčí pak o větších podílech vývozu ČR u ekonomicky méně náročných

komodit (kategorie I. a II.) než u vývozu EU. Rozdíly mezi vývozem ČR a EU jsou u jednotlivých komodit někdy značné. Jejich statistickou významnost jsme zjišťovali pomocí Studentova *t*-testu. Ten prokázal její existenci na hranici 99 % u komodit č. 1, 2, 3, 5 a 11, na hranici 90 % u komodity č. 10, na hranici 80 % u komodit č. 6 a 9 a na hranici 50 % u komodit č. 4, 7, 8 a 13. Rozdíly ve vývozu mezi ČR a EU u komodit č. 12 a 14 se ukázaly jako statisticky zcela nevýznamné.

II. Průměry podílů vývozu z objemu výroby za období 1993–1996 – Means of the proportions of exports out of production volume for 1993–1996

Komodita ¹	Aritmetický průměr ¹⁶		Variační koeficient ¹⁷	
	ČR	EU	ČR	EU
	(%)			
1. Palivové dříví a dřevěné uhlí ²	19,50	2,25	33,9	12,8
2. Průmyslová kulatina ³	22,25	8,48	14,9	8,9
3. Dřevní odpad ⁴	47,30	11,90	7,2	17,8
4. Jehličnaté řezivo a pražce ⁵	39,60	43,75	17,5	1,5
5. Listnaté řezivo a pražce ⁶	11,40	21,90	16,0	2,8
6. Dýhové tabule ⁷	86,40	32,00	67,6	14,2
7. Překližky ⁸	69,38	58,22	27,6	1,8
8. Dřevotřískové desky ⁹	34,72	27,30	29,6	4,3
9. Dřevovláknité desky ¹⁰	43,65	58,40	37,3	5,6
10. Sulfitová buničina ¹¹	67,85	33,18	26,7	6,4
11. Sulfitová buničina ¹²	14,35	35,92	17,6	9,6
12. Novinový papír ¹³	58,70	59,08	11,8	4,1
13. Tiskový a psací papír ¹⁴	50,48	64,60	42,6	4,4
14. Sanitární papír a papír pro domácnost ¹⁵	19,60	17,60	17,6	5,1

For 1–15 see Table I, ¹⁶arithmetic mean, ¹⁷coefficient of variation

III. Podíly dovozu z objemu spotřeby – Proportions of imports out of consumption volume

Komodita ¹	Rok ¹⁶							
	1993		1994		1995		1996	
	ČR	EU	ČR	EU	ČR	EU	ČR	EU
	(%)							
1. Palivové dříví a dřevěné uhlí ²	–	6,3	1,2	5,3	3,4	5,6	3,6	6,3
2. Průmyslová kulatina ³	3,2	15,6	3,0	18,2	3,6	20,7	2,3	17,6
3. Dřevní odpad ⁴	2,0	12,6	1,0	13,1	1,6	10,1	0,7	10,4
4. Jehličnaté řezivo a pražce ⁵	2,1	45,9	12,2	47,7	5,5	41,5	5,6	42,8
5. Listnaté řezivo a pražce ⁶	1,3	51,8	35,0	48,7	39,1	49,0	38,5	45,3
6. Dýhové tabule ⁷	35,3	38,7	66,7	46,4	142,8	46,8	105,9	42,9
7. Překližky ⁸	63,2	78,8	41,7	80,3	29,8	77,2	62,7	78,0
8. Dřevotřískové desky ⁹	7,6	26,0	21,0	23,2	18,3	25,2	13,5	25,4
9. Dřevovláknité desky ¹⁰	2,6	58,2	17,5	60,2	29,0	52,3	30,1	56,7
10. Sulfitová buničina ¹¹	4,8	45,7	23,6	48,6	12,5	38,9	27,0	43,0
11. Sulfitová buničina ¹²	27,5	49,3	33,3	50,5	31,8	48,5	35,0	52,1
12. Novinový papír ¹³	50,8	63,0	43,1	63,8	21,7	57,6	13,3	60,1
13. Tiskový a psací papír ¹⁴	92,1	56,9	57,0	59,1	59,1	59,9	54,8	51,2
14. Sanitární papír a papír pro domácnost ¹⁵	–	18,2	8,3	14,7	22,2	16,4	25,0	17,3

For 1–16 see Table I

Obdobně jako procentuální podíly vývozu vybraných komodit, počítané z objemu jejich výroby a vyjádřené v technických jednotkách, jsme analyzovali i procentuální podíly dovozu těchto komodit, počítané z objemu jejich spotřeby a vyjádřené v technických jednotkách. V tab. III uvádíme jednotlivé podíly těchto dovozů a v tab. IV aritmetické průměry a variační koeficienty těchto podílů za období 1993–1996 získané stejným metodickým postupem jako u vývozu komodit.

Z variačních koeficientů v tab. IV opět vyplývá větší nerovnoměrnost dovozu analyzovaných komodit u ČR proti dovozu stejných komodit u EU. Téměř u všech komodit – kromě tiskového a psacího papíru – je jejich dovoz v relaci ke spotřebě větší u EU než u ČR.

Statistickou významnost zjištěných rozdílů u jednotlivých komodit jsme opět testovali Studentovým *t*-testem. Ten prokázal její existenci na hranici 99 % u komodit č. 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10 a 11, na hranici 98 % u komodit č. 7 a 12, na hranici 90 % u komodity č. 5, na hranici 80 % u komodity č. 6 a na hranici 50 % u komodity č. 13. Rozdíl u komodity č. 14 se ukázal jako statisticky zcela nevýznamný. Ve srovnání s vývozem jsou rozdíly v dovozu hodnocených komodit mezi ČR a EU přesvědčivější.

Dynamiku vývozu a dynamiku dovozu analyzovaných komodit jsme vyjádřili pomocí řetězových poměrných ukazatelů vývoje počítaných z objemu vyvážených či dovážených komodit, vyjádřené v technických jednotkách. V tab. V uvádíme tyto ukazatele u dovozu komodit za období 1994–1996 a jejich aritmetické průměry.

Z tab. V vyplývá, že u dovozu byla dynamika jeho vývoje v hodnoceném období mnohem větší u komodit ČR než u komodit EU. Zvláště k extrémnímu nárůstu dovozu do ČR došlo u jehličnatého a listnatého řeziva.

Z celkového počtu poměrných ukazatelů vývoje u ČR signalizuje 25 ukazatelů (tj. 60 %) progresivní vývoj v dovozu, zatímco 14 ukazatelů (tj. 35 %) vývoj negativní. V jednom případě byla zaznamenána jeho stagnace. Progresivní hodnoty z celkového počtu 42 ukazatelů u EU byly zaznamenány v 21 případech, (tj. v 50 %), negativní ve 20 případech (tj. ve 47,6 %) a stagnace v jednom případě.

Velkou vypovídací schopnost o dynamice vývoje at' už u dovozu, či u vývozu mají odchylky jednotlivých hodnot poměrných ukazatelů vývoje (d_i) od jejich aritmetického průměru. Jejich hodnoty u dovozu uvádíme v tab. VI spolu s průměry jejich absolutních hodnot ($|\bar{d}_i|$).

Z tab. VI vyplývá, že extrémní hodnoty průměrů ($|\bar{d}_i|$) se pohybují u dovozu do ČR od 0,07 PUV u sulfátové buničiny do hodnoty 54,11 PUV u jehličnatého řeziva a pražců. Obdobné extrémní hodnoty u EU jsou 0,02 PUV u dřevovláknitých desek a 0,33 PUV u sulfitové buničiny. Aritmetický průměr absolutních hodnot ($|\bar{d}_i|$) za celý soubor dovozu analyzovaných komodit byl 5,46 PUV u ČR a 0,12 PUV u EU. Všechny tyto uváděné hodnoty jednoznačně potvrzují mnohonásobnost měnlivosti dovozu v čase u ČR proti poměrně malé měnlivosti dovozu u EU.

Stejným způsobem jako u dovozu jsme hodnotili i dynamiku vývozu. V tab. VII uvádíme poměrné ukazatele jeho vývoje (PUV) rovněž za období 1994–1996 spolu s jeho aritmetickými průměry.

Z tab. VII je vidět, že v hodnoceném období došlo k progresivnímu vývoji vývozu u analyzovaných komodit u ČR v 29 případech (tj. v 70 %), k jeho degeneraci v 11 případech (tj. ve 28 %) a v jednom případě ke stagnaci. Obdobné údaje za vývoz u EU jsou 31 případů (tj. 74 %), 11 případů (tj. 26 %) a žádný případ stagnace.

IV. Průměry podílů dovozu z objemu spotřeby za období 1993–1996 – Means of the proportions of imports out of consumption volume for 1993–1996

Komodita ¹	Aritmetický průměr ¹⁶		Variační koeficient ¹⁷	
	ČR	EU	ČR	EU
	(%)			
1. Palivové dříví a dřevěné uhlí ²	2,73	5,88	39,8	7,4
2. Průmyslová kulatina ³	3,02	18,02	15,6	10,1
3. Dřevní odpad ⁴	1,32	11,55	38,4	11,4
4. Jehličnaté řezivo a pražce ⁵	6,35	44,48	57,6	5,5
5. Listnaté řezivo a pražce ⁶	28,48	48,70	55,4	4,7
6. Dýhové tabule ⁷	87,45	43,70	46,2	7,5
7. Překlížky ⁸	49,35	78,58	28,8	1,5
8. Dřevotřískové desky ⁹	15,10	24,95	33,7	4,2
9. Dřevovláknité desky ¹⁰	19,80	56,85	56,0	5,1
10. Sulfátová buničina ¹¹	16,90	41,68	52,9	3,7
11. Sulfátová buničina ¹²	31,90	50,10	8,7	2,7
12. Novinový papír ¹³	32,22	61,12	47,4	4,0
13. Tiskový a psací papír ¹⁴	65,75	56,78	23,2	6,0
14. Sanitární papír a papír pro domácnost ¹⁵	13,88	16,65	73,5	7,8

For 1–17 see Table II

Komodita ¹	Rok ¹⁶						Aritmetické průměry ¹⁷	
	1994		1995		1996		ČR	EU
	ČR	EU	ČR	EU	ČR	EU		
Poměrné ukazatele vývoje ¹⁸ (PUV)								
1. Palivové dříví a dřevěné uhlí ²	–	0,84	2,12	1,03	1,12	1,13	1,62	1,00
2. Průmyslová kulatina ³	1,03	1,33	1,23	1,05	0,65	0,80	0,97	1,06
3. Dřevní odpad ⁴	0,50	1,09	1,68	0,77	0,40	1,02	0,86	0,96
4. Jehličnaté řezivo a pražce ⁵	122,50	1,18	0,41	0,83	1,08	1,02	41,33	1,01
5. Listnaté řezivo a pražce ⁶	36,67	0,99	1,36	1,02	1,03	0,81	13,02	0,94
6. Dýhové tabule ⁷	1,33	1,39	2,50	0,87	0,91	0,80	1,58	1,02
7. Překličky ⁸	1,25	1,06	1,33	0,98	1,86	1,02	1,48	1,02
8. Dřevotřískové desky ⁹	2,47	0,92	0,95	1,15	0,84	0,96	1,42	1,01
9. Dřevovláknité desky ¹⁰	5,00	1,13	2,00	1,12	1,40	1,08	2,80	1,11
10. Sulfitová buničina ¹¹	1,54	0,92	0,58	0,93	1,00	1,00	1,04	0,95
11. Sulfátová buničina ¹²	1,09	1,10	0,90	0,99	1,01	1,03	1,00	1,04
12. Novinový papír ¹³	0,69	1,10	0,45	0,93	0,60	0,97	0,58	1,00
13. Tiskový a psací papír ¹⁴	1,37	1,12	1,16	0,99	1,16	0,86	1,23	0,99
14. Sanitární papír a papír pro domácnost ¹⁵	–	0,86	4,01	1,12	0,75	1,08	2,38	1,02

For 1–16 see Table I, ¹⁷arithmetic means, ¹⁸relative trend indexes (RTI)

VI. Odchyly poměrných ukazatelů vývoje (PUV) dovozu od jejich aritmetického průměru (d_i) a průměry jejich absolutních hodnot ($|\bar{d}_i|$) – Deviations of relative trend indexes (RTI) of imports from their arithmetic means (d_i) and means of their absolute values ($|\bar{d}_i|$)

Komodita ¹	Rok ¹⁶						Aritmetický průměr absolutní hodnoty ¹⁷	
	1994		1995		1996		ČR	EU
	ČR	EU	ČR	EU	ČR	EU		
d_i							$ \bar{d}_i $	
1. Palivové dříví a dřevěné uhlí ²	–	-0,16	0,50	0,03	-0,50	0,13	0,50	0,11
2. Průmyslová kulatina ³	0,06	0,27	0,26	-0,01	-0,32	-0,26	0,21	0,18
3. Dřevní odpad ⁴	-0,36	0,13	0,82	-0,19	-0,46	0,06	0,55	0,13
4. Jehličnaté řezivo a pražce ⁵	81,17	0,17	-40,92	-0,18	-40,25	0,01	54,11	0,12
5. Listnaté řezivo a pražce ⁶	23,65	0,05	-11,66	0,08	-11,99	-0,13	15,77	0,09
6. Dýhové tabule ⁷	-0,25	0,37	0,92	-0,15	-0,67	-0,22	0,61	0,25
7. Překličky ⁸	-0,23	0,04	-0,15	-0,04	0,38	0,00	0,25	0,03
8. Dřevotřískové desky ⁹	1,05	-0,09	-0,47	0,14	-0,58	-0,05	0,70	0,09
9. Dřevovláknité desky ¹⁰	2,20	0,02	-0,80	0,01	-1,40	-0,03	1,47	0,02
10. Sulfitová buničina ¹¹	0,50	-0,03	-0,46	-0,02	-0,04	0,05	0,33	0,33
11. Sulfátová buničina ¹²	0,09	0,06	-0,10	-0,05	0,01	-0,01	0,07	0,04
12. Novinový papír ¹³	0,11	0,10	-0,13	-0,07	0,02	-0,03	0,09	0,07
13. Tiskový a psací papír ¹⁴	0,14	0,13	-0,07	0,00	-0,07	-0,13	0,09	0,09
14. Sanitární papír a papír pro domácnost ¹⁵	–	-0,16	1,63	0,10	-1,63	0,06	1,63	0,11

For 1–16 see Table I, ¹⁷arithmetic mean of absolute value

Odchyly jednotlivých hodnot poměrných ukazatelů vývoje (PUV) u vývozu a aritmetické průměry jejich absolutních hodnot uvádíme v tab. VIII.

Extremní hodnoty průměrů absolutních hodnot ve vývozu ČR jsou 0,02 PUV u sanitárního papíru a papíru pro domácnost a 1,09 PUV u dýhových tabulí. Obdobné

extremní hodnoty průměrů absolutních hodnot u vývozu EU jsou 0,01 PUV u sanitárního papíru a papíru pro domácnost a 0,17 PUV u palivového dříví a dřevěného uhlí. Aritmetický průměr absolutních hodnot ($|\bar{d}_i|$) za celý soubor vývozu analyzovaných komodit je 0,38 PUV u ČR a 0,08 PUV u EU.

Komodita ¹	Rok ¹⁶						Aritmetické průměry ¹⁷	
	1994		1995		1996		ČR	EU
	ČR	EU	ČR	EU	ČR	EU		
	Poměrné ukazatele vývoje ¹⁸ (PUV)							
1. Palivové dříví a dřevěné uhlí ²	1,57	1,32	1,45	1,14	1,00	0,86	1,34	1,11
2. Průmyslová kulatina ³	1,41	1,17	1,13	0,88	1,21	0,89	1,25	0,98
3. Dřevní odpad ⁴	1,42	1,18	1,01	0,69	1,02	1,01	1,15	0,96
4. Jehličnaté řezivo a pražce ⁵	1,49	1,12	1,29	1,01	0,91	1,02	1,23	1,05
5. Listnaté řezivo a pražce ⁶	0,81	1,01	1,37	1,06	0,64	0,99	0,94	1,02
6. Dýhové tabule ⁷	2,00	1,21	3,76	1,23	0,60	0,92	2,12	1,12
7. Překližky ⁸	0,80	1,11	0,54	0,97	2,11	1,01	1,15	1,03
8. Dřevotřískové desky ⁹	2,58	1,12	1,04	1,02	1,36	1,07	1,66	1,07
9. Dřevovláknité desky ¹⁰	3,43	1,19	1,31	1,06	1,11	1,14	1,95	1,13
10. Sulfitová buničina ¹¹	1,31	1,09	0,88	0,87	1,20	1,10	1,13	1,02
11. Sulfátová buničina ¹²	0,61	1,06	1,50	0,88	1,04	1,15	1,05	1,03
12. Novinový papír ¹³	2,04	1,06	0,93	0,95	1,17	1,02	1,38	1,01
13. Tiskový a psací papír ¹⁴	1,16	1,16	1,12	1,02	0,96	0,88	1,08	1,02
14. Sanitární papír a papír pro domácnost ¹⁵	–	1,05	0,80	1,08	0,76	1,08	0,78	1,07

For 1–18 see Table V

VIII. Odchyly poměrných ukazatelů vývoje (PUV) vývozu od jejich aritmetického průměru (d_i) a průměry jejich absolutních hodnot ($|\bar{d}_i|$) – Deviations of relative trend indexes (RTI) of exports from their arithmetic means (d_i) and means of their absolute values ($|\bar{d}_i|$)

Komodita ¹	Rok ¹⁶						Aritmetický průměr absolutní hodnoty ¹⁷	
	1994		1995		1996		ČR	EU
	ČR	EU	ČR	EU	ČR	EU		
	d_i						$ \bar{d}_i $	
1. Palivové dříví a dřevěné uhlí ²	0,23	0,22	0,11	0,03	–0,34	–0,25	0,23	0,17
2. Průmyslová kulatina ³	0,16	0,19	–0,12	–0,10	–0,04	–0,09	0,11	0,13
3. Dřevní odpad ⁴	0,27	0,22	–0,14	–0,27	–0,13	0,05	0,18	0,18
4. Jehličnaté řezivo a pražce ⁵	0,26	0,07	0,06	–0,04	–0,32	–0,03	0,21	0,05
5. Listnaté řezivo a pražce ⁶	–0,13	–0,01	0,43	0,04	–0,30	–0,03	0,29	0,03
6. Dýhové tabule ⁷	–0,12	0,09	1,64	0,11	–1,52	–0,20	1,09	0,13
7. Překližky ⁸	–0,35	0,08	–0,61	–0,06	0,96	–0,02	0,64	0,05
8. Dřevotřískové desky ⁹	0,92	0,05	–0,62	–0,05	–0,30	0,00	0,61	0,03
9. Dřevovláknité desky ¹⁰	1,48	0,06	–0,64	–0,07	–0,84	0,01	0,99	0,05
10. Sulfitová buničina ¹¹	0,18	0,07	–0,25	–0,15	0,07	0,08	0,17	0,10
11. Sulfátová buničina ¹²	–0,44	0,03	0,45	–0,15	–0,01	0,12	0,30	0,10
12. Novinový papír ¹³	0,66	0,05	–0,45	–0,06	–0,21	0,01	0,44	0,04
13. Tiskový a psací papír ¹⁴	0,08	0,14	0,04	0,00	–0,12	–0,14	0,08	0,09
14. Sanitární papír a papír pro domácnost ¹⁵	–	–0,02	0,02	0,01	–0,02	0,01	0,02	0,01

For 1–17 see Table VI

Uvedená čísla jasně svědčí o tom, že i u vývozu byla měnlivost jeho vývoje v čase větší u komodit ČR než u komodit EU, i když je třeba konstatovat, že tento rozdíl u vývozu (475 %) není tak velký jako u dovozu (4 550 %).

V další etapě analýzy jsme u vybraných komodit hodnotili velikost dovozu a vývozu v relaci k počtu oby-

vatelstva tak, že jsme objemy dovozu a vývozu vyjádřené v USD přepočítali na tisíc obyvatel. Výsledek přepočtu uvádíme v tab. IX.

Z údajů obsažených v tab. IX vyplývají tyto relace mezi analyzovanými komoditami:

IX. Objem zahraničního obchodu ČR a EU vyjádřený v USD na 1 000 obyvatel v období 1993–1996 – The volume of foreign trade of CR and EU expressed in USD per 1,000 capita for 1993–1996

Komodita ¹	Rok ¹⁶							
	1993		1994		1995		1996	
	ČR	EU	ČR	EU	ČR	EU	ČR	EU
USD								
1. Palivové dříví a dřevěné uhlí ²								
vývoz ¹⁷	218	81	338	107	490	134	490	106
dovoz ¹⁸	–	325	–	276	–	301	–	351
2. Průmyslová kulatina ³								
vývoz ¹⁷	9 612	2 848	10 668	3 288	12 867	2 997	14 486	3 153
dovoz ¹⁸	2 010	5 949	2 057	8 189	2 740	9 987	1 300	7 573
3. Dřevní odpad ⁴								
vývoz ¹⁷	485	251	682	273	689	234	587	225
dovoz ¹⁸	–	223	–	263	–	259	–	251
4. Jehličnaté řezivo a pražce ⁶								
vývoz ¹⁷	9 232	61	14 460	69	15 201	69	21 081	71
dovoz ¹⁸	873	67	981	79	704	66	1 394	67
5. Listnaté řezivo a pražce ⁶								
vývoz ¹⁷	776	2 105	371	2 479	797	2 712	777	2 346
dovoz ¹⁸	191	7 460	1 879	8 367	1 945	9 295	2 508	7 052
6. Dýhové tabule ⁷								
vývoz ¹⁷	156	1 284	405	1 599	596	1 877	1 136	1 676
dovoz ¹⁸	1 059	1 963	1 215	2 447	1 734	2 695	2 590	2 095
7. Překližky ⁸								
vývoz ¹⁷	3 280	2 785	2 640	3 281	1 440	3 568	3 394	3 148
dovoz ¹⁸	679	5 001	854	5 484	1 137	5 883	1 298	5 246
8. Dřevotřískové desky ⁹								
vývoz ¹⁷	1 137	3 524	1 663	4 237	1 739	5 145	4 949	5 351
dovoz ¹⁸	876	3 413	922	3 892	1 170	4 630	2 537	4 220
9. Dřevovláknité desky ¹⁰								
vývoz ¹⁷	298	1 622	1 183	1 930	1 675	2 376	1 735	2 585
dovoz ¹⁸	117	1 479	403	1 950	371	2 336	1 169	2 431
10. Sulfitová buničina ¹¹								
vývoz ¹⁷	5 532	828	7 319	1 117	11 646	1 490	7 488	1 001
dovoz ¹⁸	670	1 247	1 043	1 442	1 061	1 809	429	1 332
11. Sulfátová buničina ¹¹								
vývoz ¹⁷	1 615	5 647	992	8 072	2 418	11 348	1 689	8 394
dovoz ¹⁸	4 021	11 132	4 562	15 344	7 034	21 357	4 171	16 422
12. Novinový papír ¹³								
vývoz ¹⁷	1 174	5 410	2 426	5 958	3 142	8 244	5 370	8 969
dovoz ¹⁸	1 271	5 822	922	6 737	658	8 610	452	9 020
13. Tiskový a psací papír ¹⁴								
vývoz ¹⁷	4 290	32 655	4 988	39 178	7 021	53 391	6 057	42 949
dovoz ¹⁸	7 279	26 176	9 899	29 627	15 809	36 162	16 943	29 289
14. Sanitární papír a papír pro domácnost ¹⁵								
vývoz ¹⁷	–	1 901	415	1 949	399	2 682	327	2 775
dovoz ¹⁸	–	2 226	155	2 140	282	2 619	281	2 909

Poznámka: Počet obyvatel v mil.: EU 374, ČR 10, Rakousko 8, Belgie 10, Lucembursko 0,4, Dánsko 5, Finsko 5, Francie 59, SRN 82, Řecko 11, Irsko 4, Itálie 58, Nizozemsko 16, Portugalsko 10, Španělsko 39, Švédsko 9, Velká Británie 58 – Note: The population in million: EU 374, CR 10, Austria 8, Belgium 10, Luxembourg 0.4, Denmark 5, Finland 5, France 59, FRD 82, Greece 11, Ireland 4, Italy 58, Netherlands 16, Portugal 10, Spain 39, Sweden 9, United Kingdom 58

For 1–16 see Table I, ¹⁷exports, ¹⁸imports

Vývoz vztažený na tisíc obyvatel byl v ČR větší než vývoz zemí EU u následujících komodit:

- palivové dříví a dřevěné uhlí v r. 1993, 1994, 1995, 1996,
- průmyslová kulatina v r. 1993, 1994, 1995, 1996,
- dřevní odpad v r. 1993, 1994, 1995, 1996,
- jehličnaté řezivo a pražce v r. 1993, 1994, 1995, 1996,
- překližky v r. 1993, 1996,
- sulfurová buničina v r. 1993, 1994, 1995, 1996.

Dovoz do ČR vztažený na tisíc obyvatel byl větší než dovoz do zemí EU u následujících komodit:

- jehličnaté řezivo a pražce v r. 1993, 1994, 1995, 1996,
- dýhové tabule v r. 1996.

Tab. IX obsahuje o vybraných komoditách celkem 224 údajů, z toho o vývozu i dovozu 56 údajů, a to jak u ČR, tak u EU. Pokud budeme považovat vyšší vývoz u obchodovatelných komodit za národohospodářský klad, pak se tato pozitivní skutečnost vyskytla u ČR celkem v 39 % případů ze všech možných případů a u EU v 61 % případů ze všech možných případů. Jestliže problém zjednodušíme a odhlédneme od základních produkčních podmínek jednotlivých zemí, např. zásoby dřeva na pni, kapacity a technologické úrovně dřevozpracujícího průmyslu apod., tak je možné říci, že země EU jsou v tomto směru úspěšnější než ČR. Exportní úspěchy země EU ještě podtrhuje skutečnost, že vyšší vývoz z ČR se ze 73 % soustřeďuje na komodity I. kategorie, tedy na komodity méně náročné na výrobní faktory a docilující na trhu i nižšího zpeněžení.

Jestliže vyšší vývoz daných komodit v USD na obyvatele evokuje představu úspěšnosti, pak naopak vyšší dovoz těchto komodit analogicky vyvolává představu neúspěšnosti. V tomto případě vyplývá z tab. IX i to, že počet případů vyššího dovozu v USD na obyvatele je u EU 51 a u ČR 5.

V tab. X uvádíme přehled dosažených dovozních a vývozních cen v USD za jednu měrnou jednotku analyzovaných komodit. Tab. XI pak obsahuje aritmetické průměry těchto jednotkových cen a jejich variační koeficienty (V_x).

Variační koeficienty v tab. XI svědčí o výrazně menší proměnlivosti cen komodit v čase u EU proti cenovým změnám u komodit ČR. Toto konstatování neplatí pouze v jednom případě, a to u vývozu tiskového a psacího papíru, kde je variační koeficient o něco málo větší u EU než u ČR. Z aritmetických průměrů cen za měrné jednotky komodit v této tabulce dále vyplývá, že jak u vývozu, tak u dovozu existují mezi těmito cenami určité rozdíly. Dovozní ceny do ČR jsou u většiny komodit větší než dovozní ceny do zemí EU. Výjimkou v tomto směru jsou průměrné dovozní ceny u jehličnatého a listnatého řeziva, u dřevotřískových desek a u sanitárního papíru a papíru pro domácnost. U vývozních cen je však tento trend opačný. Dosažené vývozní ceny u většiny komodit jsou u EU vyšší než ceny dosažené při vývozu komodit z ČR. Výjimkou jsou vývozní ceny u nového papíru a u tiskového a psacího papíru.

Rozdíly v cenách zjištěné podle tab. XI jsme podrobili rozboru z hlediska jejich statistické významnosti,

a to opět pomocí Studentova t -testu. Rozbor ukázal, že u dovozu je na hranici 90 % statistické významnosti pouze rozdíl v ceně jehličnatého řeziva (cena u EU je vyšší než cena u ČR), na hranici 80 % v ceně listnatého řeziva a sanitárního papíru a papíru pro domácnost (ceny u EU jsou opět vyšší než u ČR) a na hranici 50 % rozdíly v ceně průmyslové kulatiny, dýhových tabulí a sulfurové buničiny (u všech těchto komodit je dovozní cena do ČR vyšší než dovozní cena do zemí EU). U ostatních komodit jsou zjištěné rozdíly statisticky nevýznamné.

U vývozních cen rozbor prokázal statistickou významnost rozdílů na hranici 99 % u palivového dříví a dřevěného uhlí, u listnatého řeziva, u překližek a u dřevotřískových desek, na hranici 95 % u jehličnatého řeziva a dřevotřískových desek, na hranici 90 % u průmyslové kulatiny, dřevního odpadu, u sanitárního papíru a papíru pro domácnost. Rozdíly ve vývozních cenách u ostatních komodit jsou statisticky nevýznamné.

Průměrné ceny v tab. XI dále signalizují, že jak u ČR, tak u EU existují u jednotlivých komodit určité rozdíly mezi dovozními a vývozními cenami. Protože měrné jednotky jsou stejné jen u jednotlivých kategorií ekonomické náročnosti komodit, testovali jsme zjištěné rozdíly mezi dovozními a vývozními cenami v rozdělení komodit podle nich, a to opět pomocí Studentova rozdělení (t -test). Výsledky tohoto testování jsou obsaženy v tab. XII. Průměrné dovozní ceny v USD v této tabulce jsme označili symbolem x , průměrné vývozní ceny symbolem y .

Z tab. XII vyplývá, že rozdíly mezi dovozními a vývozními cenami u souboru komodit jsou u ČR o něco větší než u EU. Statistická významnost rozdílů u ČR je na hranici 50 % (tabulková kritická hodnota t pro tuto hranici je 0,706). Rozdíly u souboru komodit EU jsou statisticky nevýznamné.

Při hodnocení průměrných cen za měrnou jednotku jednotlivých komodit podle kategorií jejich ekonomické náročnosti jsme zjistili, že existuje určitý regresní vztah mezi cenami EU a ČR. Grafické znázornění tohoto vztahu ukázalo, že jde o vztah lineární, u něhož jsme proto obvyklým způsobem (Anděl, 1978) vypočítali parametry regresních přímek a korelační koeficienty. Za nezávisle proměnnou (x) jsme zvolili ceny EU, za závisle proměnnou (y) ceny ČR. Vypočítané parametry uvádíme v tab. XIII.

Regresní rovnice přímek mají tyto tvary:

Dovoz: I. kategorie: $y = 53 + 0,386 x$

II. kategorie: $y = -38,1 + 1,213 x$

III. kategorie: $y = 338,7 + 0,542 x$

Vývoz: I. kategorie: $y = 19,5 + 0,426 x$

II. kategorie: $y = -9,86 + 0,664 x$

III. kategorie: $y = 270,8 + 0,520 x$

Regresní koeficienty (b_{yx}) udávají, o kolik USD se změni ceny u příslušných komodit ČR, změni-li se ceny komodit EU. Z hodnot (b_{yx}) v tab. XIII vyplývá, že při nárůstu cen komodit u EU rostou také ceny komodit u ČR, ale pomaleji. Při poklesu cen komodit u EU dochází také k poklesu cen u komodit ČR, ale opět pomaleji. Výjimkou

Komodita ¹	Rok ¹⁶							
	1993		1994		1995		1996	
	ČR	EU	ČR	EU	ČR	EU	ČR	EU
USD								
1. Palivové dříví a dřevěné uhlí ²								
dovoz ¹⁸	–	50	1)	50	1)	53	1)	55
vývoz ¹⁷	29	47	29	47	29	52	29	48
2. Průmyslová kulatina ³								
dovoz ¹⁸	78	66	78	68	84	68	62	75
vývoz ¹⁷	59	60	46	59	49	62	46	72
3. Dřevní odpad ⁴								
dovoz ¹⁸	1)	25	1)	27	1)	34	1)	32
vývoz ¹⁷	24	27	24	25	24	32	20	30
4. Jehličnaté řezivo a pražce ⁵								
dovoz ¹⁸	209	199	41	213	72	233	133	229
vývoz ¹⁷	121	180	127	216	104	234	157	218
5. Lístnaté řezivo a pražce ⁶								
dovoz ¹⁸	695	463	176	525	134	569	167	530
vývoz ¹⁷	250	479	147	555	228	575	348	503
6. Dýhové tabule ⁷								
dovoz ¹⁸	1 818	1 174	1 565	1 053	893	1 332	1 483	1 143
vývoz ¹⁷ v (10 ³) t	803	1 381	1 043	1 418	409	1 340	1 301	1 306
7. Překližky ⁸								
dovoz ¹⁸	583	472	587	487	587	532	361	460
vývoz ¹⁷	490	708	495	749	495	838	555	733
8. Dřevotřískové desky ⁹								
dovoz ¹⁸	266	219	113	271	151	279	384	265
vývoz ¹⁷	138	227	78	245	78	291	163	279
9. Dřevovláknité desky ¹⁰								
dovoz ¹⁸	604	305	415	355	191	382	430	372
vývoz ¹⁷	219	323	254	323	274	345	255	358
10. Sulfitová buničina ¹¹								
dovoz ¹⁸	627	408	632	514	1 093	704	442	516
vývoz ¹⁷	416	409	421	539	764	829	406	500
11. Sulfátová buničina ¹²								
dovoz ¹⁸	487	406	505	508	863	716	500	529
vývoz ¹⁷	462	366	465	493	755	790	512	509
12. Novinový papír ¹³								
dovoz ¹⁸	409	432	432	454	678	628	777	671
vývoz ¹⁷	432	433	439	451	611	657	893	707
13. Tiskový a psací papír ¹⁴								
dovoz ¹⁸	806	842	803	849	1 116	1 053	1 027	986
vývoz ¹⁷	804	804	803	828	1 005	1 107	904	1 004
14. Sanitární papír a papír pro domácnost ¹⁵								
dovoz ¹⁸	–	1 295	1 599	1 434	726	1 569	964	1 621
vývoz ¹⁷	1)	1 179	855	1 149	587	1 457	1 123	1 413

Poznámka – Note: 1) chybí údaj – data not available

For 1–18 see Table IX

XI. Aritmetické průměry dovozních a vývozních cen (\bar{x}) v ČR a EU za období 1993–1996 a jejich variační koeficienty (V_x) – Arithmetic means of import and export prices (\bar{x}) in CR and EU for 1993–1996 and their variation coefficients (V_x)

Komodita ¹	Dovoz ¹⁶				Vývoz ¹⁷			
	\bar{x}		V_x		\bar{x}		V_x	
	ČR	EU	ČR	EU	ČR	EU	ČR	EU
	USD		(%)		USD		(%)	
1. Palivové dříví a dřevěné uhlí ²	–	52,00	–	4,0	29,00	48,50	0	4,2
2. Průmyslová kulatina ³	75,50	69,25	10,8	4,9	50,00	63,25	10,7	8,2
3. Dřevní odpad ⁴	–	29,50	–	12,3	23,00	28,50	7,5	9,4
4. Jehličnaté řezivo a pražce ⁵	113,75	218,50	56,4	6,2	127,25	212,00	15,0	9,3
5. Listnaté řezivo a pražce ⁶	283,00	521,75	76,1	7,3	243,25	528,00	29,4	7,3
6. Dýhové tabule ⁷	1 439,75	1 175,50	23,5	8,6	889,00	1 361,25	36,9	3,1
7. Překližky ⁸	529,50	487,75	18,4	5,6	508,75	757,00	5,3	6,5
8. Dřevotřískové desky ⁹	228,50	258,50	46,4	9,0	114,25	260,50	32,7	9,8
9. Dřevoláknité desky ¹⁰	410,00	353,50	35,8	8,4	250,50	337,25	7,9	4,4
10. Sulfitová buničina ¹¹	698,50	535,50	34,4	19,9	501,75	569,25	30,2	27,6
11. Sulfátová buničina ¹²	588,75	539,75	26,9	20,7	548,50	539,50	22,0	28,7
12. Novinový papír ¹³	574,00	546,25	27,5	19,2	593,75	562,00	31,5	21,6
13. Tiskový a psací papír ¹⁴	938,00	932,50	14,6	9,7	879,00	935,75	9,5	13,4
14. Sanitární papír a papír pro domácnost ¹⁵	1 096,33	1 479,75	33,6	8,6	855,00	1 299,50	25,6	10,5

¹commodity, ²fuelwood and charcoal, ³industrial roundwood, ⁴wood waste, ⁵coniferous sawnwood + cross-ties, ⁶non-coniferous sawnwood + cross-ties, ⁷veneered boards, ⁸plywood, ⁹particle boards, ¹⁰fiberboards, ¹¹sulfite pulp, ¹²sulfate pulp, ¹³newsprint, ¹⁴printing and writing paper, ¹⁵sanitary tissue and household paper, ¹⁶imports, ¹⁷exports

XII. Výsledky testování rozdílů mezi dovozními a vývozními cenami 14 komodit pomocí *t*-testu – Results of testing the differences between import and export prices of 14 commodities by *t*-test

Kategorie ekonomické náročnosti komodit ¹											
I.				II.				III.			
ČR		EU		ČR		EU		ČR		EU	
\bar{x}	\bar{y}	\bar{x}	\bar{y}	\bar{x}	\bar{y}	\bar{x}	\bar{y}	\bar{x}	\bar{y}	\bar{x}	\bar{y}
USD											
157	94	178	176	662	441	569	679	779	676	807	781
Vypočítané hodnoty t^2											
I.				II.				III.			
ČR		EU		ČR		EU		ČR		EU	
0,966		0,016		0,708		0,337		0,797		0,108	

Poznámka – Note: \bar{x} – průměrná dovozní cena – mean import price
 \bar{y} – průměrná vývozní cena – mean export price

¹category of commodity requirements for economic factors, ²calculated values *t*

jsou v tomto směru pouze dovozní ceny u komodit II. kategorie, které se mění v závislosti na změnách cen komodit II. kategorie u EU vždy rychleji.

Z hodnot korelačních koeficientů v tab. XIII vyplývá, že 81 % změn vývozních cen u komodit I. kategorie lze vysvětlit změnami těchto komodit u EU, 76 % změn dovozních cen II. kategorie závisí na změnách těchto cen u komodit EU, podobně 74 % vývozních cen II. kategorie, 58 % změn vývozních cen komodit III. kate-

gorie, 49 % změn dovozních cen komodit III. kategorie a 21 % změn dovozních cen I. kategorie vždy závisí na změnách analogických cen u komodit EU. Ostatní změny cen jsou na změnách cenových relací k souboru komodit EU nezávislé.

Poslední stránkou naší analýzy statistických dat FAO bylo zhodnocení efektů ze zahraniční směny lesnických a dřevařských výrobků. Mezinárodně používaným ukazatelem pro takové hodnocení je tzv. ukazatel reálných

XIII. Parametry regresních přímek (b_{xy}) a korelačních koeficientů (r_{xy}) – Parameters of regression lines (b_{xy}) and correlation coefficients (r_{xy})

Druh obchodní směny ¹					
Dovoz ²			Vývoz ³		
Kategorie ekonomické náročnosti komodit ⁴					
I.	II.	III.	I.	II.	III.
r_{xy}					
0,46	0,87	0,70	0,90	0,86	0,76
b_{xy}					
0,386	1,213	0,542	0,426	0,664	0,520

Poznámka – Note: x – ceny v zemích EU je nezávisle proměnná – prices in EU countries are independent variables
 y – ceny v ČR je závisle proměnná – prices in CR are dependent variables

¹type of trade exchange, ²imports, ³exports, ⁴category of commodity requirements for economic factors

XIV. Ukazatel reálných směnných relací (TT) v období 1993–1996 – Real terms of trade index (TT) for 1993–1996

Komodita ¹	Rok ¹⁶									
	1993		1994		1995		1996		Průměr ¹⁷ 1993–1996	
	ČR	EU	ČR	EU	ČR	EU	ČR	EU	ČR	EU
	(%)									
1. Palivové dříví a dřevěné uhlí ²	–	94	–	94	–	98	–	87	–	93
2. Průmyslová kulatina ³	76	91	59	87	58	91	74	96	66	91
3. Dřevní odpad ⁴	–	108	–	92	–	94	–	94	–	97
4. Jehličnaté řezivo a pražce ⁵	58	90	310	101	144	100	118	95	112	97
5. Listnaté řezivo a pražce ⁶	38	103	84	106	170	101	208	95	86	101
6. Dýhové tabule ⁷	44	118	67	135	46	101	88	114	62	116
7. Překližky ⁸	84	150	84	154	84	158	154	159	96	155
8. Dřevotřískové desky ⁹	52	104	69	90	52	104	42	105	50	101
9. Dřevovláknité desky ¹⁰	36	106	61	91	143	90	59	96	61	95
10. Sulfitová buničina ¹¹	66	100	67	105	70	118	92	97	72	106
11. Sulfátová buničina ¹²	95	90	52	97	87	110	102	96	93	100
12. Novinový papír ¹³	106	100	102	99	90	105	115	105	103	103
13. Tiskový a psací papír ¹⁴	100	95	100	98	90	105	88	102	94	100
14. Sanitární papír a papír pro domácnost ¹⁵	–	110	53	80	81	93	116	87	78	88

For 1–15 see Table XI, ¹⁶year, ¹⁷average

směnných relací (TT). V tab. XIV uvádíme jeho hodnoty vypočítané pomocí jednotkových cen komodit našeho souboru.

Z tab. XIV je vidět, že v období 1993–1996 z celkového počtu 47 ukazatelů TT u souboru komodit ČR hodnoty jen 14 ukazatelů, tj. asi 30 % z jejich celkového počtu, ukazují na příznivý efekt mezinárodní směny. U souboru komodit EU z celkového počtu 56 ukazatelů je to 36 ukazatelů, tj. 64 % z jejich celkového počtu, tedy více než dvakrát tolik.

V tab. XIV jsou také vypočítány ukazatele TT z průměrných hodnot jednotkových cen za analyzované období. Z jejich velikosti vyplývá, že i tyto průměrné hodnoty TT potvrzují skutečnost, že ve srovnání se

zeměmi EU je mezinárodní směna lesnických a dřevařských výrobků ČR méně efektivní.

VÝSLEDKY ANALÝZY CELNÍ STATISTIKY ČESKÉ REPUBLIKY

V celní statistice ČR jsme vyhledali údaje o mezinárodní směně lesnických a dřevařských výrobků mezi ČR a zeměmi EU za rok 1996 a 1998. Celkový dovoz těchto výrobků ze zemí EU do ČR činil v roce 1996 15 029 890 tisíc Kč a v roce 1998 15 311 443 tisíc Kč. Celkový vývoz z ČR do zemí EU činil v roce 1996 23 450 074 tisíc Kč a v roce 1998 21 177 830 tisíc Kč.

Poměrný ukazatel vývoje (*PUV*) za období 1996–1998, počítaný z uvedených finančních objemů, má tedy hodnotu u dovozu: *PUV* = 1,02 a u vývozu: *PUV* = 0,90. Z těchto hodnot *PUV* vyplývá, že dovoz za toto časové období prakticky stagnoval, zatímco vývoz se o 10 % snížil.

V tab. XV uvádíme procentuální podíly jednotlivých zemí EU u dovozu a vývozu za rok 1996 a 1998. Vyplývá z ní, že největšími partnery ČR v mezinárodním obchodu s lesnickými a dřevařskými výrobky ze zemí EU jsou Spolková republika Německo a Rakousko. Jejich společný podíl z celkového objemu dovozu těchto výrobků do ČR činil v roce 1996 64,5 % a v roce 1998 62,6 %. Z celkového objemu vývozu těchto výrobků z ČR to bylo v roce 1996 76,3 % a v roce 1998 69,2 %. Významnějším partnerem u jejich dovozu do ČR jsou pak ještě Finsko, Francie a Švédsko, jejichž společný podíl z celkového objemu dovozu činil v roce 1996 21,4 % a v roce 1998 22,3 %. U vývozu byla významnějším partnerem ČR jen Itálie s 9,4 % v roce 1996 a 13,3 % v roce 1998 z celkového objemu vývozu. Podíly ostatních zemí EU se pohybují u dovozu od 0,1 % (Irsko 1996) do 4,0 % (Itálie 1996) a u vývozu od 0,1 % (Irsko 1998) do 4,3 % (Velká Británie 1996).

Jak jsme uvedli v metodice, v mezinárodním obchodu s lesnickými a dřevařskými výrobky mezi ČR a zeměmi EU se jedná o obchod obousměrný. Grubel-Lloydův index této obousměrnosti má v roce 1996 hodnotu *GLI* = 0,78 a v roce 1998 *GLI* = 0,84. Z obou těchto hodnot vyplývá, že obousměrnost obchodu ČR a EU v této oblasti byla velmi intenzivní a vnitrodvětvovost v něm vysoce převažovala.

V dalším kroku analýzy jsme seřadili komoditní agregáty podle procentuální velikosti jejich podílu na celkovém dovozu či vývozu, vyjádřeném v tisících Kč. Pořadí

prvních deseti míst uvádíme v tab. XVI. Z ní vyplývá, že v obou letech jak u dovozu, tak u vývozu bylo v první desíctce komoditních agregátů vždycky pět komoditních agregátů stejných. To svědčí o určité stálosti struktury dovozu i vývozu mezi ČR a zeměmi EU.

Finanční podíly ostatních komoditních agregátů, dovážených v roce 1996 do ČR, které nejsou uvedeny v tab. XVI, se pohybovaly od 0,001 % (položka Celního sazebníku 1999 – CZ č. 4402 zahrnující dřevěné uhlí) až po 2,7 % (položka CZ č. 4407 zahrnující dřevo rozřezané nebo štípané podélně). Finanční podíly komoditních agregátů vyvážených v roce 1996 z ČR do zemí EU, které rovněž nejsou uvedeny v tab. XVI, se pak pohybovaly od 0,001 % (položka CZ č. 4501 zahrnující přírodní korek) až po 2,5 % (položka CZ č. 4804 zahrnující nenatíraný sulfátový papír).

Obdobné hodnoty v roce 1998 činily u dovozu 0,01 % (položka CZ č. 4702 zahrnující dřevní buničinu) a 3,8 % (položka CZ č. 4407 zahrnující dřevo rozřezané nebo štípané podélně) a u vývozu 0,01 % (položka CZ č. 4812 zahrnující filtrační bloky) a 2,1 % (položka CZ č. 4703 zahrnující nátronovou nebo sulfátovou buničinu).

Jedním z významných ukazatelů v mezinárodním obchodu je (viz Metodika) tzv. koeficient komparativních výhod (*RCA*). Spočítali jsme jej u všech 57 komoditních agregátů z celní statistiky ČR. Z tohoto počtu bylo 25 koeficientů kladných, tedy příznivých pro obchod ČR, pohybujících se od hodnoty *RCA* = 0,01 až do hodnoty *RCA* = 0,99, a 32 koeficientů záporných, tedy nepříznivých pro obchod ČR, pohybujících se od hodnoty *RCA* = -0,03 až do hodnoty *RCA* = -1,00. To znamená, že v souhrnné obchodní bilanci mímě převládají komparativní výhody zemí EU.

XV. Podíly zemí EU na zahraničním obchodě s ČR v letech 1996 a 1998 – Shares of EU countries in foreign trade with CR in 1996 and 1998

Země EU ¹	Procento dovozu do ČR ²		Procento vývozu z ČR ³	
	1996	1998	1996	1998
Rakousko	22,1	19,4	26,3	27,7
Belgie	2,5	2,2	1,8	2,8
Německo	42,4	43,2	50,0	41,5
Dánsko	1,4	0,8	0,3	0,4
Španělsko	0,5	0,8	0,3	1,8
Finsko	7,7	7,6	0,1	0,2
Francie	4,8	5,1	2,6	3,8
Velká Británie	1,7	2,1	4,3	2,6
Řecko	0,6	0,4	1,6	2,1
Irsko	0,1	0,2	pod 0,05	0,1
Itálie	4,0	3,7	9,4	13,3
Lucembursko	pod 0,05	0,3	0,1	0,1
Nizozemsko	2,0	3,6	2,2	1,9
Portugalsko	1,3	1,0	0,1	0,6
Švédsko	8,9	9,6	0,9	1,1
Celkem EU	100,0	100,0	100,0	100,0

¹EU countries, ²percentage of imports to CR, ³percentage of exports from CR

Dovoz ¹				Vývoz ²			
1996		1998		1996		1998	
Položka Celního sazebníku ³	(%)						
4810	16,0	4810	24,1	4407	23,9	4407	27,8
4819	16,0	4811	10,0	4403	15,2	4403	19,6
4802	10,8	4818	7,6	4418	7,7	4704	8,3
4811	6,0	4802	6,5	4415	6,9	4804	8,0
4818	4,1	4410	6,0	4805	5,8	4412	5,4
4408	3,7	4403	5,0	4704	4,8	4802	3,8
4410	3,6	4804	4,3	4819	4,2	4805	3,5
4823	3,5	4801	4,2	4801	3,6	4409	2,7
4418	3,1	4703	4,1	4412	3,5	4410	2,6
4821	2,9	4805	4,0	4421	2,6	4818	2,4

Označení položek Celního sazebníku – Customs Tariff Items:

- 4810 – papír, karton nebo lepenka natřaná anorganickou látkou – paper, cardboard or paperboard coated with inorganic substance
 4819 – obaly z papíru, kartonu, lepenky, buničité vaty – paper, cardboard, paperboard and cellulose cotton wool packages
 4802 – papír, karton, lepenka určená k psaní a tisku nebo na dřemé štítky nebo na dřemé pásky – paper, cardboard, paperboard for writing or printing, or for punch cards and punch tapes
 4811 – papír, karton nebo lepenka nebo buničitá vata apod., natřené, napuštěné, barvené, zdobené, potištěné – coated, impregnated, colored, fancy, printed paper, cardboard or paperboard or cellulose cotton wool, etc.
 4818 – hygienický a sanitární papír – sanitary tissue
 4408 – dýhy a listy na překližky – veneers and skillets for plywood
 4410 – dřevotřískové desky a podobné desky z dřevitých materiálů – particle boards and similar wood-containing boards
 4823 – kartony, papír nebo lepenky, buničitá vata a pásy z plstěných buničinných vláken řezané do formátů nebo do tvarů – formatted and textured cardboard, paper or paperboard, cellulose cotton wool and strips of felt cellulose fibers
 4418 – výrobky stavebního truhlářství a tesařství – products of constructional joinery and carpentry
 4821 – etikety všeho druhu z papíru nebo kartonu – paper or cardboard labels of all types
 4403 – surové dříví nebo dřevu na hrubo opracované – raw timber or roughly machined timber
 4804 – nenatřaný sulfátový papír – uncoated sulfate paper
 4801 – novinový papír – newsprint
 4703 – dřevní buničina – wood pulp
 4805 – jiný nenatřaný papír, karton nebo lepenka dále nezpracovaný nebo zpracovaný určitými postupy – other kinds of uncoated paper, raw cardboard and paperboard or processed by specific methods
 4415 – dřevěné obaly jako jsou bedny, klece – wooden containers such as boxes, crates
 4412 – překližky, dýhované desky – plywood, veneered boards
 4421 – ostatní výrobky ze dřeva – other wood products
 4407 – dřevu rozřezané nebo štípané podélně nebo na kusy, loupané, též hoblované – longitudinally cut or cleft timber, timber cut or split into pieces, peeled and also planed timber
 4704 – dřevná buničina sulfitová – wood sulfite pulp
 4409 – dřevu profilované na jedné nebo několika hranách, též hoblované, broušené nebo spojované klinovými ozuby – timber molded on one or several edges, timber planed, sanded or finger-jointed

¹imports, ²exports, ³Customs Tariff Item

Komparativní výhody země EU jsou při tom soustředěny především na výrobně náročnější komodity, jako je např. buničina, různé druhy papíru apod. Komparativní výhody ČR jsme nejčastěji zjistili naopak u komodit výrobně méně náročných, jako je např. palivo, surové dříví apod.

Pro názornost uvádíme v tab. XVII koeficienty *RCA* u dovážených a vyvážených komoditních agregátů z tab. XVI.

Údaje v tab. XVII potvrzují, že orientace u lesnických a dřevařských výrobků na dovoz a vývoz je z ekonomického hlediska správná, neboť u dovozu za analyzované dva roky bylo 80 % dovážených výrobků pro ČR komparativně nevýhodných a naopak u vývozu 80 % vyvážených výrobků komparativně výhodných.

Posledním ukazatelem, který jsme z celní statistiky ČR podrobili analýze, byla kilogramová cena komoditních agregátů. U všech jsme porovnávali jejich kilogramové ceny, dosahované při dovozu, s kilogramovými cenami, dosahovanými ve stejném roce při vývozu. Z porovnání vyplynulo, že jen u 17,5 % cen byla cena dosažená při vývozu z ČR vyšší než cena daného komoditního agregátu při dovozu ze země EU. U 82,5 % cen tomu pak bylo naopak, vývozní ceny z ČR byly vždy nižší než ceny dovozní ze země EU.

Průměrná dovozní cena za celý soubor komoditních agregátů byla 69,07 Kč za 1 kg, průměrná vývozní cena 46,92 Kč za 1 kg. Variační koeficient dovozních cen činil

Dovoz ¹				Vývoz ²			
1996		1998		1996		1998	
Položka Celního sazebníku ³	RCA						
4810	-0,83	4810	-0,86	4407	0,87	4407	0,82
4819	-0,41	4811	-0,61	4403	0,88	4403	0,69
4802	-0,58	4818	-0,39	4418	0,60	4704	0,99
4811	-0,84	4802	-0,09	4415	0,91	4804	0,45
4818	-0,31	4410	-0,24	4805	0,50	4412	0,65
4408	0,15	4403	0,69	4704	0,94	4802	-0,09
4410	-0,05	4804	0,45	4819	-0,41	4805	0,10
4823	-0,51	4801	-0,37	4801	0,77	4409	0,31
4418	0,60	4703	-0,17	4412	0,83	4410	-0,24
4821	-0,84	4805	0,10	4421	0,59	4818	-0,39

For 1–3 see Table XVI

99,6 %, variační koeficient vývozních cen pak 112,6 %. Oba tyto koeficienty jsou poměrně velké, ale logicky odpovídají značnému kolísání cen u směřovaných komodit, které se u dovozu pohybovaly od 1,21 Kč za 1 kg palivového dříví až po 315,64 Kč za 1 kg etiket z papíru či kartonu. U vývozu byl nejlevnější 1 kg palivového dříví za 1,10 Kč a nejdražší 1 kg materiálů na úplety či úplety samotné za 253,90 Kč.

Rozdíl dovozních a vývozních cen za celý soubor činil 22,15 Kč. Rozdíl jsme testovali z hlediska statistické významnosti. Test prokázal, že s 90% pravděpodobností je rozdíl v cenách závislý na tom, zda se jedná o dovoz nebo vývoz.

Od dosažených dovozních a vývozních kilogramových cen jsme odvodili ukazatel reálných směnných relací (TT). U směny ČR měl hodnotu $TT = 67,9\%$ a u směny zemí EU měl hodnotu $TT = 147,2\%$. Tyto hodnoty vypovídají, že v souhrnném vyjádření obchodovaly země EU s ČR efektivněji než ČR s nimi.

ZÁVĚR

Mezinárodní obchod s lesnickými a dřevařskými výrobky ČR ve vztahu k zemím EU jsme analyzovali ve dvou rovinách. V první rovině jsme porovnávali celkovou situaci ČR a zemí EU ve výrobě, spotřebě a mezinárodní směně lesnických a dřevařských výrobků v období 1993–1996, zatímco v druhé rovině jsme se zabývali už jen obchodními vztahy ČR a zemí EU v této sféře za rok 1996 a 1998. Z uskutečněné analýzy vyplynuly následující poznatky a závěry:

1. Obchodní směna mezi ČR a zeměmi EU má vysloveně vnitrodůvětový charakter. Struktura dovážených a vyvážených komodit potvrzuje, že si obě strany tímto obchodem doplňují své tuzemské potřeby ekonomicky výhodným způsobem.

2. Lze konstatovat, že z ČR se vyváží větší podíl z objemu výroby lesnických a dřevařských výrobků, než je tomu v zemích EU. Zřetelná převaha tohoto podílu je u komodit méně náročných na podíl přidané hodnoty, jako je palivové dříví, průmyslová kulatina, dřevní odpad aj., zatímco u komodit s větším podílem přidané hodnoty, jako je tiskový a psací papír, sulfátová buničina aj., je převaha na straně zemí EU. Převahu zemí EU v ekonomicky náročnějších komoditách však nelze označit za jednoznačnou, protože u některých z nich, jako je např. novinový papír nebo sanitární papír a papír pro domácnost, jsou podíly ČR a zemí EU přibližně stejné.

3. Z hlediska dynamiky v čase byl vývoj vývozu zemí EU vzhledem k výrobě v analyzovaném období mnohem vyrovnanější než obdobný vývoj v ČR. Svědčí o tom zcela přesvědčivě variační koeficienty v tab. II.

4. Rozbor dovozu vybraných komodit ve vztahu k jejich spotřebě prokázal, že země EU musely v analyzovaném období tuto spotřebu zajišťovat dovozem v relativně větší míře než ČR.

5. Vzhledem k relaci vývozu k objemu výroby v ČR je možné vyslovit názor, že trh v zemích EU je pro ČR vysoce perspektivním trhem. Variační koeficienty v tab. IV pak dokládají rovnoměrnost dovozu lesnických a dřevařských výrobků do zemí EU, která jen podtrhuje bezpečnost jejich trhu pro exportéry.

6. Konstatování o rozdílné dynamice vývoje dovozu a vývozu v čase do ČR a do zemí EU a ze zemí EU a ČR, které jsme vyslovili v souvislosti s analýzou výroby a spotřeby v uvedených zemích, jednoznačně potvrdil speciální rozbor dynamiky jejich dovozu a vývozu za období 1993–1996.

7. Rozbor velikosti dovozu a vývozu vztažený na tisíc obyvatel prokázal, že dovoz i vývoz v období 1993–1996 byl přibližně ze 60 % větší u zemí EU než u ČR. Současně potvrdil, že tam, kde hodnota dovozu či

vývozu na tisíc obyvatel byla u ČR větší než u zemí EU, šlo opět o komodity méně náročné na výrobní faktory.

8. Rozbor dosažených dovozních a vývozních cen prokázal, že ceny analyzovaných komodit při dovozu do ČR byly vyšší než při dovozu do zemí EU a naopak při vývozu z ČR zase nižší než při vývozu ze zemí EU. Tuto skutečnost ukázal nejen rozbor celkových údajů obou obchodních partnerů (EU a ČR) za období 1993–1996, ale i rozbor přímých obchodních vztahů mezi ČR a zeměmi EU za rok 1996 a 1998. Ukazatele reálných směnných relací, odvozené od těchto vývozních a dovozních cen, pak potvrdily vyšší efektivnost mezinárodní obchodní směny u zemí EU.
9. Celkově tedy lze shrnout, že analýza prokázala ve sféře mezinárodního obchodu s lesnickými a dřevařskými výrobky určitou konkurenční schopnost ČR vůči zemím EU. Její existenci dokazuje poměrně velký podíl vývozu těchto výrobků z ČR do zemí EU, a to jak v absolutním hodnotovém vyjádření, tak v relaci na tisíc obyvatel. Tato konkurenceschopnost je především důsledkem komparativních výhod ČR vůči zemím EU v této národohospodářské sféře. Mezi takové výhody patří hlavně velikost, struktura a kvalita přírodní surovinové základny pro vyvážené výrobky a její geografické rozložení, dále kvalifikovaná, ale z hlediska zemí EU levná pracovní síla a menší náročnost těchto výrobků na vědecko-technický potenciál, jehož současná úroveň v ČR zaostává za jeho úrovní v zemích EU. Důsledkem těchto komparativních výhod je možnost existence nižších kilogramových cen u většiny komodit vyvážených z ČR při zachování požadované kvality jejich odběratelem. Nižší kilogramová cena sice umožňuje na jedné straně získávání trhů pro vývoz z ČR, ale na druhé straně způsobuje

nižší efektivnost mezinárodní směny ČR ve srovnání s efektivností, které dosahují země EU.

Je však třeba si uvědomit, že uvedené komparativní výhody ČR se budou postupně snižovat. Proto je už dnes třeba hledat cesty, jak jejich působení nahradit. Jednou z nich je zvyšování technické a technologické úrovně výrobního cyklu v lesním hospodářství i dřevařském průmyslu, které by zajistilo nižší jak absolutní, tak komparativní náklady práce a tím přispělo k udržení nižších kilogramových cen, které jsou hlavním pilířem konkurenceschopnosti českých lesnických a dřevařských výrobků v mezinárodní obchodní směně.

Literatura

- ANDĚL, J., 1978. Matematická statistika. Praha, SNTL: 346.
- ČAPEK, A. – HÁJEK, M. – MERTLÍK, P., 1999. Konkurenceschopnost české ekonomiky. Acta oeconomica pragensia. Praha, VŠE, 1: 7–30.
- EGERMAYER, F. – GRUZIN, V. – VLACH, V., 1958. Základy statistiky. Praha, Orbis: 381.
- FAO yearbook – Forest products 1992–1996, 1998. Řím: 241.
- KUBIŠTA, V. et al., 1999. Mezinárodní ekonomické vztahy. Praha, HZ Editio, spol. s r. o.: 378.
- NEŠVERA, V., 1999. Konkurenční schopnost České republiky. Praha, VŠE: 157.
- PLCHOVÁ, B., 1999. Vývoj konkurenceschopnosti české ekonomiky v procesu asociace do evropské integrace. Acta oeconomica pragensia. Praha, VŠE, 1: 37–74.
- Celní sazebník 1999. Část 1. Olomouc, ANAG: 446.
- Ilustrovaný atlas světa pro nové století, 1999. Praha, Reader's Digest Výběr, spol. s r. o.: 324.

Došlo 28. 2. 2000

EVALUATION OF INTERNATIONAL TRADE IN FOREST AND WOOD PRODUCTS OF THE CZECH REPUBLIC IN RELATION TO THE COUNTRIES OF EUROPEAN UNION

J. Bartuněk, M. Novotný

Mendel University of Agriculture and Forestry, Faculty of Forestry and Wood Technology, Lesnická 37, 613 00 Brno

A number of conditions were laid down to applicant countries by European Union, i.e. also to the Czech Republic, that should be fulfilled before their accession. Besides legislative and metrological amendments, improvement of the national economy level is one of the most important conditions. It is a great challenge necessitating among other things successful placement of products of an applicant country in foreign markets.

To verify the competitiveness of forest and wood products of CR, international trade in these products with EU

countries was analyzed. The analysis provided a framework survey of its trends and volume and helped determine the level of CR competitiveness in these commodities.

Data from FAO international statistics of forest and wood products over 1992–1996 were available on the one hand, on the other statistical data from Customs Tariff of CR for 1996 and 1998 were used.

The total volume of foreign trade was characterized for selected representative commodities by percentage proportion of exports out of production volume expressed

in technical units, by percentage proportion of imports out of consumption volume expressed in technical units, by export dynamics, import dynamics, and by the volume of production and consumption and the volume of exports and imports per 1,000 capita.

Export dynamics and import dynamics of selected commodities were expressed by means of chain relative trend indexes (RTI) calculated from the volume of exported or imported commodities in technical units. The value of exports and imports of CR and EU countries was assessed from prices per unit of a given commodity and from indexes of real terms of trade (TT). Student's *t*-test was used to test statistical significance of differences in the analyzed indexes. Mutual regression relations were employed to evaluate the relations of unit prices of selected commodities between EU and CR.

Trade in forest and wood products between CR and EU countries is a two-way process. To determine the intensity of this two-way process, so called Grubel-Lloyd index (GLI) was used. Product competitiveness can be evaluated by either resource-based or output-based indexes. Our analysis consisted in evaluation based on outputs using the index of relative comparative advantages – RCA and unit prices.

Commodities were classified into three categories with respect to requirements for economic factors (capital, energy, skilled labor, requirements for scientific and research potential, natural resources, environment):

Category I: fuelwood + charcoal, industrial roundwood, coniferous sawnwood + cross-ties, non-coniferous sawnwood + cross-ties, wood waste;

Category II: veneered boards, plywood, particle boards, fiberboards;

Category III: sulfite pulp, sulfate pulp, newsprint, printing and writing paper, sanitary tissue and household paper.

Conclusions from the analysis:

1. Trade between CR and EU countries is evidently of intrasectoral character. The structure of imported and exported commodities confirms that domestic needs are satisfied in an economically advantageous way on both sides.
2. It is to state that the proportion of production volume of forest and wood products exported from CR is higher than that exported from EU countries. This proportion is obviously higher in commodities with lower added value such as fuel wood, industrial roundwood, wood waste, etc. while it is higher for EU countries in commodities with higher added value such as printing and writing paper, sulfate pulp, etc. But it is not possible to say that it is higher in all commodities with higher added value because in some of them such as newsprint or sanitary tissue and household paper the proportions of CR and EU are roughly identical.
3. As for dynamics in time, export trends of EU countries in relation to production in the analyzed period

were much more balanced than the trends of CR. It is convincingly documented by coefficients of variation in Table II.

4. Analysis of imports of selected commodities in relation to their consumption showed that the EU countries had to cover this consumption by imports at a larger scale than the CR in the analyzed period.
5. Taking into account the export proportion to the production volume in CR it is evident that the market of EU countries is a highly promising outlet for CR. Coefficients of variation in Table IV document balanced imports of forest and wood products to EU countries that underline the security of their market for exporters.
6. The statement about different dynamics of import and export trends in time to CR and to EU countries, and from EU countries and from CR, which was formulated with respect to the analysis of production and consumption in the countries concerned, was explicitly confirmed by a special analysis of dynamics of their imports and exports over 1993–1996.
7. Analysis of import and export volumes per 1,000 capita demonstrated that the imports and exports over 1993–1996 were approximately by 60% higher in EU countries than in CR. It was also confirmed that where the value of imports or exports per 1,000 capita was higher for CR than for EU countries, it applied to commodities with lower consumption of economic factors of production.
8. Analysis of realized import and export prices demonstrated that the prices of the commodities for imports to CR were higher than for imports to EU countries and vice versa, on the contrary they were lower for exports from CR than for exports from EU countries. This fact was documented not only by an analysis of total data of the two business partners (EU and CR) for 1993–1996, but also by an analysis of direct trade relations between CR and EU countries for 1996 and 1998. The indexes of real terms of trade, derived from these export and import prices, confirmed higher effectiveness of international trade for EU countries.
9. It is possible to generalize that the analysis demonstrated a certain level of competitiveness of CR in relation to EU countries in the sphere of international trade in forest and wood products. It is documented by a relatively high proportion of exports of these products from CR to EU countries, both in absolute values and in relative values per 1,000 capita. The competitiveness stems from comparative advantages of CR in relation to EU countries in this sphere of national economy. Such advantages involve the size, structure and quality of natural resources of exported products and their geographic distribution, skilled labor, but cheaper than in EU countries, and smaller requirements of these products for the scientific and technical potential because its present level in CR is lagging behind the level in EU countries. These com-

parative advantages result in lower per-kilogram prices in most commodities exported from CR while their quality required by the buyer is maintained. The lower per-kilogram price favors the acquisition

of markets for CR exports on the one hand, but on the other it causes the lower effectiveness of international trade of CR in comparison with that of EU countries.

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Jiří B a r t u n ě k, DrSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Lesnická a dřevařská fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno, Česká republika

RECENZE

WALD, FORSTWIRTSCHAFT UND UMWELT

(LES, LESNÍ HOSPODÁŘSTVÍ A PROSTŘEDÍ)

Thomasius H. – Schmidt P. A.

Nakladatelství ECONOMICA, GmbH, Bonn, 1996, 435 s., 50 tab., 70 obr., ISBN 3-87081-572-8

Německá lesnická literatura zaměřená na problematiku ekologie lesa se v posledních letech rychle rozrůstá. První rozsáhlé a významné dílo s tímto zaměřením představovala třísvazková publikace G. Mitscherlicha (1970, 1971, 1975) *Wald, Wachstum und Umwelt* (Les, růst a prostředí), vydaná ve Frankfurtu nad Mohanem. Zabývala se růstem lesa a jeho prostředím; patřila tedy do období tzv. stanovištně ekologického hodnocení lesa. Na území bývalé NDR bylo prakticky ve stejném období vydáno čtyřsvazkové dílo kolektivu 76 autorů; editorem byl H. Thomasius (1972), kniha vyšla pod názvem *Wald, Landeskultur und Gesellschaft* (Les, kultura země a společnost) v *Drážďanech*, druhé vydání v r. 1978 v Jeně. Toto dílo (v rozsahu více než 2 400 stran) představovalo pokus o komplexní hodnocení současného ohrožení i ochrany životního prostředí člověka, v němž nejvýznamnější úlohu má les. Mělo všechny přednosti (šířku záběru) i nedostatky (určitou nevyváženost i nejednotnost obsahu) tak širokého autorského kolektivu. Značná pozornost byla věnována nejen vlivu lesa na atmosféru a klima, ale i vztahu společnosti k lesům (les ve výtvarném umění, v literatuře, v hudbě apod.).

Významné místo, i když trochu jiného zaměření, patří i dílu B. Ulricha, věnovaného zejména látkové výměně

v lesních ekosystémech (1980, 1982), stabilitě lesních ekosystémů (1981, 1987) a antropogennímu poškozování lesů (1987, 1989, 1991). Po teoretické stránce je na špičkové úrovni práce H.-J. Otta (1994) *Waldökologie* (Ekologie lesa), která vyšla ve Stuttgartu; věnuje se hlavně vlivu vnějšího prostředí na les a zpětnému působení lesa na prostředí, dále vývoji lesních ekosystémů (recenze vyšla v *Lesnictví-Forestry*, 1998, s. 331–332). Nelze přehlédnout ani u nás méně známou publikaci, jejímž editorem byl H. Hatzfeld (1994), *Ökologische Waldwirtschaft* (Ekologické lesní hospodářství), která vyšla v Heidelbergu. Je věnovaná složkám (specializacím) lesního hospodářství (pěstování lesa, ochrana lesa atd.).

Problematika životního prostředí se v posledních desetiletích přesunuje stále více ke globálním problémům – narušení ozonové vrstvy, globální klimatická změna, umírání lesů a rychlý úbytek druhů. To jsou hlavní ekologické oblasti, které si vynucují podrobnější zpracování. Proto v Německu došlo k vydání komplexního díla o 17 svazcích s názvem *Umweltschutz – Grundlagen und Praxis* (Ochrana životního prostředí – základy a praxe), jehož 10. svazek je předmětem recenze.

Tato publikace si klade za cíl odpovědět na velice naléhavé otázky, např.: Co je les, jak vznikl a jak se měnil

při změnách podmínek prostředí? Jak jsou lesní ekosystémy strukturovány a jak fungují? Které účinky vycházejí z lesa a ovlivňují prostředí? Která přírodní společenstva se vyskytují ve střední Evropě, jakými podmínkami prostředí jsou charakterizována a které jejich specifické efekty prostředí ovlivňují? Jaké způsoby hospodaření se uplatňují v lesním hospodářství a jak ovlivňují prostředí? Které další úkoly les plní kromě produkce suroviny a jak se realizují?

Podrobné odpovědi na tyto otázky podává šest hlavních kapitol knihy, která má kromě úvodu ještě doplňující krátkou kapitolu Legislativní základy, v níž jsou uvedeny a stručně komentovány nejdůležitější německé zákony, vztahující se k lesům a k životnímu prostředí. Publikace obsahuje i úplný seznam všech pedagogických a výzkumných pracovníků v oblasti lesního hospodářství v SRN. Závěr knihy tvoří glosář, v němž je na deseti stranách stručně vysvětlen obsah 90 pojmů, o nichž nelze předpokládat, že jsou všeobecně známé a nebyly vysvětleny v textu.

Publikace vychází z obecných základů ekologie lesa, má však převážně praktické zaměření (tím se výrazně liší od Ottovy publikace). Vychází ze základní teze, že mezi prostředím a lesem (který je také složkou životního prostředí) existují neoddělitelné vzájemné vztahy. Výskyt a struktura lesů jsou v rozhodující míře určovány stavem jejich prostředí. Současně však lesy (jako ekosystémy) působí globálním způsobem zpětně na prostředí – zvláště na klima, vodní režim a půdu. Zejména je možné uvést významný vliv na sluneční záření, na poutání oxidu uhličitého a uvolňování kyslíku, intercepci, vliv na zásak vody do půdy či povrchový odtok, vliv na tvorbu půd i erozi a četné vlivy na člověka (termické, hygienické, léčebné, psychologické, rekreační a estetické).

Při hodnocení těchto krajinně i humánně ekologických účinků lesních ekosystémů, které původně sledovali pracovníci lesnických institucí, je možné konstatovat zvyšující se zájem přírodovědeckých disciplín a jejich institucí (geologie, pedologie, meteorologie a klimatologie, botaniky, zoologie a v poslední době zejména ekologie). Tento v zásadě potěšitelný jev, který umožňuje prohlubování a doplňování lesnických poznatků, však s sebou přináší i určité nebezpečí – že totiž při stále se prohlubující specializaci poznání se může ztratit nezbytný celostní (holistický) přístup k chápání a hodnocení lesních ekosystémů (včetně jejich působení). Zde zřetelně vystupuje rozsáhlá problematika ekologického poznávání lesů. Žádný lesní hospodář – ale ani lesnický vědecký pracovník – není schopen permanentně zvládat

progresivně se množící poznatky jednotlivých speciálních úseků lesních ekosystémů. Úkolem aplikovaných lesnických věd proto musí být nejen získávání nových vědeckých poznatků, ale i jejich další cílevědomé zpracování a následná integrace a adaptace při rozvoji lesního hospodářství.

Ještě před několika málo lety stála produkce dřeva jednoznačně v popředí lesnického výzkumu a mnozí pracovníci tohoto odvětví se přikláněli ke zjednodušujícímu pojetí ekologických účinků a funkcí lesů ve smyslu „teorie úplavu“, podle které jsou při „řádném“ lesním hospodářství automaticky plněny i všechny mimoprodukční funkce lesa, tak jako se šíří vlny za plující lodí. Proto se víceúčelovému lesnímu hospodářství věnovala pouze malá pozornost. Tato situace se však v současnosti již zlepšuje. Thomasius v této souvislosti upozorňuje na závažnou skutečnost, která má pro správnou interpretaci mnoha lesnických poznatků a pro odvozování hospodářských pravidel rozhodující význam:

„Les je přírodou daný, sám se trvale obnovující statek. Je proto v zásadě možné a ekonomicky nutné, aby les udržující, obnovující a utvářející přírodní síly byly využívány i při jeho obhospodařování, což umožňuje omezovat vklady dodatkové energie na minimum. Takové lesní hospodářství se zřetelně odlišuje od zemědělství, ovocnářství, vinařství a zahradnictví, které pracují pouze s umělými ekosystémy, které nejsou schopny se samy obnovovat, a proto vyžadují permanentní dodatkovou energii.“

Tento zásadní rozdíl však nebyl při vytváření vědeckých zásad pro hospodaření v lesích dostatečně respektován. Proto se přírodou vytvořené lesy nahrazovaly člověkem uměle vytvářenými lesy hospodářskými a ekologicky založené lesní hospodářství bylo zaměněno za technokratické hospodaření v lesích hospodářských.

V důsledku stále častějších katastrof, projevujících se zničujícími větrnými, sněhovými a hmyzími kalámitami a dalšími náhodnými událostmi, se většina lesníků již dnes shoduje na tom, že dosavadní strategie primárně na zemědělském myšlenkovém základě spočívajícího lesního hospodářství musí být kriticky přehodnocena, aby se mohly nastoupit při obhospodařování lesů nové cesty. Je přitom třeba se orientovat na vzor přírodních lesů, jak to požadoval již v roce 1886 K. Gayer. Je nutné opustit cestu pouhé počtářské trvalosti hospodaření na úrovni hospodářského celku (či hospodářské skupiny) a nastartovat cestu ekologické trvalosti v každém jednotlivém lesním porostu.

Prof. Ing. Zdeněk P o l e n o, CSc.,
Česká zemědělská univerzita, Praha-Suchbát

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

The journal publishes original results of fundamental and applied research from all fields of forestry related to European forest ecosystems. An article submitted to Journal of Forest Science must contain original work and must not be under consideration for publishing elsewhere. Manuscripts should not exceed 25 double-spaced typed pages (A4 size) including tables, figures, references, abstract and summary. A PC diskette with the paper text and graphical documentation should be provided with the paper manuscript, indicating the used editor program. Papers should be clear, concise and written in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain two or three pages of English summary. Correct English is the responsibility of the author. Manuscripts should be typed on standard paper (A4 size, 60 characters per line, 30 lines per page). They must fully conform to the organization and style of the journal. Two copies of the manuscript should be sent to the executive editor: Mgr. Radka Chlebečková, Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic.

Text

Manuscript should be preceded by a title page comprising the title, the complete name(s) of the author(s), the name and address of the institution where the work was done, and the telephone and fax numbers of the corresponding author, or e-mail. Each paper must begin with an Abstract of no more than 90 words, and key words. The Introduction should be concise and define the scope of the work in relation to other work done in the same field. As a rule, it should not give an exhaustive review of literature. In the chapter Materials and Methods, the description of experimental procedures should be sufficient to allow replication of trials. Plants must be identified by taxonomic and common name. Abbreviations should be used if necessary. Full description of abbreviation should follow the first use of an abbreviation. The International System of Units (SI) and their abbreviations should be used. Results should be presented with clarity and precision. Discussion should interpret the results. It is possible to combine Results and Discussion in one section. Literature citation in the text should be by author(s), and year. If there are more than two authors, only the first one should be named in the text, followed by the phrase „et al.“ They should mainly consist of reviewed periodicals. References should include only publications quoted in the text. They should be listed in alphabetical order under the first author's name, citing all authors.

Tables

Tables should be numbered consecutively and have an explanatory title. Each table, with title, should be on a separate sheet of paper.

Figures

Figures should be referred solely to the material essential for documentation and for the understanding of the text. Duplicated documentation of data in figures and tables is not acceptable. All illustrative material must be of publishing quality. Figures cannot be redrawn by the publisher. Photographs should exhibit high contrast. All figures should be numbered consecutively with arabic figures. Both line drawings and photographs are referred to as figures. If several separate line drawings or photographs are to be incorporated in a single figure, they should be stucked on a white card with a minimum of space left between them. Each figure should contain a concise, descriptive legend.

The manuscript will not be accepted to be filed by the editorial office if its formal layout does not comply with the instructions for authors.

POKyny PRO AUTORY

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce ze všech oborů lesnictví, které mají vztah k evropským lesním ekosystémům. Autor práce je odpovědný za původnost příspěvku; práce nesmí být publikována nebo zaslána k publikování do jiného časopisu. Rozsah zasláního příspěvku nemá přesáhnout 25 stran (A4 formátu, psaných oběma stranami) včetně tabulek, obrázků, literatury, abstraktu a souhrnu. K rukopisu je třeba přiložit disketu s textem práce a s grafickou dokumentací pořízenou na PC s uvedením použitého programu. K publikování jsou přijímány práce psané v češtině, slovenštině nebo angličtině. Zaslání rukopisu musí obsahovat anglický souhrn o rozsahu 3 strany. Autor odpovídá za správnost anglického textu. Rukopisy mají být napsány na papíře formátu A4 (60 úhůzů na řádku, 30 řádků na stránce). Uspořádání článku musí odpovídat formě, ve které jsou články publikovány. Je třeba zaslat dvě kopie rukopisu na adresu vedoucí redaktorky: Mgr. Radka Chlebečková, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 120 56 Praha 2, Slezská 7. O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému přínosu a celkové kvalitě práce a s přihlédnutím k významu článku pro lesní hospodářství.

Úprava textu

Rukopis má obsahovat titulní stranu, na které je uveden název článku, jméno autora (autorů), název a adresa instituce, kde práce byla vypracována, a číslo telefonu a faxu autora, popř. e-mail.

Každý článek by měl obsahovat český (slovenský) a anglický abstrakt, který nemá mít více než 90 slov, a klíčová slova. Úvod by měl být stručný, s uvedením zaměření a cíle práce ve vztahu k dosud provedeným pracím. Neměl by v něm být uváděn rozsáhlý přehled literatury. V kapitole Materiál a metody by měl být uveden popis použitých experimentálních metod tak, aby byl postačující pro zopakování pokusů. Měly by být uvedeny obecné i vědecké názvy rostlin. Je-li zapotřebí používat zkratky, je nutné při prvním použití zkratky uvést i její plný název. Je nezbytné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI. V části Výsledky by měla být přesně a srozumitelně prezentována získaná data a údaje. V kapitole Diskuse se obvykle získané výsledky konfrontují s výsledky dříve publikovanými. Je přípustné spojit část Výsledky a Diskuse v jednu kapitolu. Citování literatury v textu se provádí uvedením jména autora a roku vydání publikace. Při větším počtu autorů se uvádí v textu pouze první z nich a za jeho jméno se doplní zkratka „et al.“.

V části Literatura se uvádějí pouze publikace citované v textu. Měla by sestávat hlavně z lektorovaných periodik. Citace se řadí abecedně podle jména prvního autora: příjmení, zkratka jména, rok vydání, plný název práce, úřední zkratka časopisu, ročník, první a poslední strana. U knihy je uvedeno i místo vydání a vydavatel.

Tabulky

Tabulky jsou číslovány průběžně a u každé je uveden i nápis. Každá tabulka je napsána na jednom listu.

Obrázky

Jsou přiloženy jen obrázky nezbytné pro dokumentaci výsledků a umožňující pochopení textu. Současné uvádění stejných výsledků v tabulkách a na grafech není přijatelné. Všechny obrázky musí být vysoce kvalitní, vhodné pro reprodukci. Nekvalitní obrázky nebudou překreslovány, budou autorovi vráceny. Fotografie musí být dostatečně kontrastní. Všechny obrázky je třeba číslovat průběžně arabskými číslicemi. Jak grafy, tak i fotografie jsou označovány jako obrázky. Jestliže má být několik fotografií publikováno jako jeden obrázek, je třeba je vhodně uspořádat a nalepit na bílou podložku. U každého obrázku je nutné uvést jeho stručný výstižný popis.

Rukopis nebude redakci přijat k evidenci, nebude-li po formální stránce odpovídat pokynům pro autory.

CONTENTS

Chalupa V.: <i>In vitro</i> propagation of mature trees of pedunculate oak (<i>Quercus robur</i> L.)	537
Urban J.: Beech gall midge (<i>Mikiola fagi</i> Htg.) and its natural enemies	543
Bartuněk J., Novotný M.: Evaluation of international trade in forest and wood products of the Czech Republic in relation to the countries of European Union	569

OBSAH

Chalupa V.: <i>In vitro</i> rozmnožování dospělých stromů dubu letního (<i>Quercus robur</i> L.)	537
Urban J.: Bejломorka buková (<i>Mikiola fagi</i> Htg.) a její přirození nepřátelé	543
Bartuněk J., Novotný M.: Hodnocení mezinárodního obchodu s lesnickými a dřevařskými výrobky České republiky ve vztahu k zemím Evropské unie	569