

Journal of
FOREST SCIENCE

Volume 45, No. 2, February 1999

PRAGUE 1999
ISSN 0024-1105

CZECH ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES
INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION

JOURNAL OF FOREST SCIENCE (continuation of the journal LESNICTVÍ-FORESTRY)

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 Bartuňk, 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 Krečmář, 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

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

Prof. Dr. Hans Pretzsch, Freising, Germany

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

Prof. Dr. Sara von Arnold, Uppsala, Sweden

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

Executive Editor – Vedoucí redaktorka

Mgr. Radka Chlebečková, Praha, Czech Republic

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, WLAS.

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 45 vychází v roce 1999.

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: editor@login.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 1998 je 816 Kč.

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, WLAS.

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year), Volume 45 appearing in 1999.

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: editor@login.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 1998 is 195 USD (Europe), 214 USD (overseas).

TREE AND STAND ARCHITECTURE AND GROWTH DESCRIBED BY FORMAL GRAMMARS – II. SENSITIVE TREES AND COMPETITION

MODELOVÁNÍ STROMOVÉ A POROSTNÍ ARCHITEKTURY A RŮSTU POMOCÍ FORMÁLNÍCH GRAMATIK – II. PRO STROMY SENZITIVNÍHO TYPU A KONKURENCE

W. Kurth, B. Sloboda

Universität Göttingen, Institut für forstliche Biometrie und Informatik, Büsgenweg 4, D-37077 Göttingen

ABSTRACT: Growth grammars (extended Lindenmayer systems) provide a standardized formal basis for models of forest trees and tree stands, concentrating on the development of the 3-dimensional structure. „Sensitivity“ of such rule systems means that the application of certain rules for growth, branching or mortality is controlled by functions which evaluate the tree or stand structure simulated in the previous step and its environment. Complete grammars are shown for examples where the evaluation concerns orientation in space, density and shadow. We compare two algorithms for reactions of virtual spruce crowns to shadow.

virtual tree; competition; growth reactions; Lindenmayer system; growth grammar; sensitivity; simulation; visualization

ABSTRAKT: Růstové gramatiky (rozšířené Lindenmayerovy systémy) dávají standardizovaný formální základ pro modely lesních stromů a porostů, zaměřující se na 3-dimenzionální struktury. „Senzitivnost“ pravidelně orientovaných systémů tkví v tom, že aplikace určitých růstových pravidel, např. tvoření větví anebo mortalita, je kontrolována funkcemi, které zhodnocují simulovanou strukturu stromu nebo porostu v předcházejícím kroku a současně jejich okolí. Zde jsou ukázány kompletní gramatiky na příkladech, kde zhodnocení struktury pomocí funkcí zohledňuje její prostorovou orientaci, hustotu a zastínění. Podáváme také srovnání dvou algoritmů vzhledem k reakci virtuálních smrkových korun na stín.

virtuální strom; konkurence; růstové reakce; Lindenmayerův systém; růstová gramatika; senzitivita; simulace; vizualizace

INTRODUCTION

The development of the Central-European forests during the next decades will be influenced on the one hand by the increasingly fostered „close-to-nature“ forms of silviculture, on the other hand by various unplanned anthropogenous impacts (nutrient depositions, groundwater depletion, possible climate change). The classical yield tables, which were developed from long-term measurements and were tailored to conventional treatment practices, lose their reliability under these circumstances (Pretzsch, 1997). Hence, there is a growing need for a causally oriented understanding of the interrelations of forest trees with their environment. The state of theory formation in tree physiology and in silvicultural growth studies manifests itself – like in other scientific areas – in the models which describe the relations in precise mathematical terms (and today often find their algorithmic realization in the form of com-

puter simulations). Besides the purely empirical-deductive stand models, which are obviously insufficient for causal insights, there are currently two much-discussed directions of development in plant modelling:

- Process-oriented models which quantify and keep track of the amount and dynamics of the pools of carbon, water, nutrients and energy (e.g. McMurtrie, Wolf, 1983; Bossel, Schäfer, 1989; Bossel, 1996; Pfreundt, Sloboda, 1996),
- Structure-oriented models which reproduce 3-dimensional tree and stand architecture and reflect thus the principal role of structure in forestry (cf. the first part of this paper: Kurth, Sloboda, 1999).

These two approaches were established quite independently of each other. However, to obtain progress in understanding tree growth and its control, it is necessary to consider the relations between structures and processes and hence to unify both approaches. In fact, in the last 10 years, certain convergence in ecosystemic, botanical and forest modelling can be observed.

In this article, we concentrate on the inclusion of some aspects of environmental impact into architectural models of tree growth, specified by grammars (cf. Kurth, Sloboda, 1999). The modelling of tree-internal processes like carbon allocation within the grammar framework is treated elsewhere (Kurth, Sloboda, 1997; Kurth, 1998).

The first architectural plant models were bare of functional aspects and concentrated on the reproduction of the genetically-determined form, enriched with stochastic variation. Niklas (1986) proposed a dependence of the probability of branching on light interception and water supply of the shoot, but in his simulation model these factors were assessed by purely „internal“ traits (branching angles) of the constructed tree.

In 1990, Ford et al. (1990; see also Ford, Ford, 1990) included „proper“ sensitivity in an integrated model of coniferous branch growth and compared non-sensitive branching rules with rules allowing for an influence of crowding on shoot development. Blaise (1991) reorganized the generic architectural plant model AMAP (cf. Reffye et al., 1995) to include the influence of light availability and branch crowding on shoot growth – an approach which was later combined with a model of carbon allocation and was utilized for simulating competition effects in forest stands (Reffye et al., 1998). An algorithm for modelling mechanical tension or compression effects on growth (formation of reaction wood) was also included there. List (1992) modelled the influence of light and of shoot orientation in space on growth and branching in woody plants (cf. also List et al., 1994; List, Küppers, 1997). The conceptual ad-hoc plant model of Takenaka (1994) included light and allocation, that of Chiba et al. (1994a,b) light and hormonal regulation of bud activity. Hauhs et al. (1995) simulated the interception of light (above-ground) and nutrients (below-ground) in an individual-based tree model designed for forest stands, which was part of an ecosystem model. Kellomäki, Strandman (1995) developed a more detailed crown simulation for young Scots pine, including light interception and a model of brightness-intensity of sky segments. Breckling (1996) and Perttunen et al. (1996) devised object-oriented modular plant models with light interception, photosynthesis and carbon allocation. The approach of Breckling (1996) was used by Middelhoff, Breckling (1998) for simulating the growth and competition of root systems and nutrient uptake. Gavrikov, Sekretenko (1996) conducted model experiments concerning competition and grazing with their conceptual light-sensitive tree model; Bezovskaya et al. (1997) included reactions to crowding in their tree crown model. The reliability and efficiency of light interception calculations in virtual plants were considerably improved by Beneš (1996, 1997a,b).

Most of these diverse „sensitive plant models“ were developed quite independently, often isolated and in an

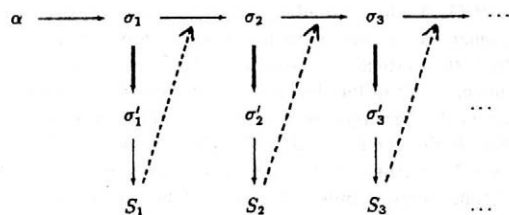
„ad hoc“ manner. Each of the models is normally able to take into account one or – at maximum – two different environmental influences, but not more (exceptions: AMAP and the object-oriented models). Normally, there is no common framework for the treatment of the different influences, and in many cases even the compatibility to nonsensitive, purely empirical models of tree growth and architecture is lacking – a fact which complicates the validation of the sensitive models. The connection to the results of botanists who investigated the reactions of shoot growth to external stimuli (e.g. shade: Kozłowski, 1971; Wilson, Fischer, 1977; Greis, Kellomäki, 1981; Stoll, 1995; Tsel'niker, 1995; Tsel'niker et al., 1996; Kurth, Anzola, 1997; gravity and shoot orientation: Wareing, Nasr, 1958; Longman, Wareing, 1958; Worrall, Little, 1986; contact and mechanical abrasion: Jaffe, 1980; Putz et al., 1984; spectral quality of light: Morgan et al., 1983; Galinski, 1994; Ritchie, 1997) is often missing. We will mention some causes for this lack of interfacing with empirical research in the Discussion section.

The inclusion of reactions to local environmental stimuli into the formalism of L-systems was realized first by Prusinkiewicz and McFadzean (1992), who modelled collision detection of growing shoots by „post-production filters“, and – independently – by Kurth (1994, 1996) with „globally sensitive functions“ which we will explain below. Prusinkiewicz et al. (1994) used „environmentally sensitive L-systems“ with so-called „query modules“ in the strings to keep track of position and orientation of simulated shoots, an approach which was used for modelling artificially pruned garden plants; see also Prusinkiewicz et al. (1997). The concept was generalized and put in a concurrent-process framework by Měch, Prusinkiewicz (1996) under the name „open L-systems“, utilized for simulating growth reactions to crowding, light and „concentration fields“, e.g. of diffusing water in the soil, affecting root development. Kurth, Sloboda (1997) used sensitive L-systems with commands creating and changing local registers for modelling carbon allocation and effects of crown competition on stem shape. Furthermore, the GROGRA software provided a possibility to analyse and compare artificial trees and explicitly measured real trees, thus establishing a bridge to empirical morphological investigations of shade or competition effects on tree architecture and growth (Kurth, Lanwert, 1995; Kurth, Anzola, 1997).

For the rest of this paper, we assume that the reader is familiar with the extended L-system formalism (nonsensitive, stochastic growth grammars) which was introduced in the first part (Kurth, Sloboda, 1999). We will present sensitive grammars at an abstract level and then demonstrate their performance by some examples – some at a very simplified and one at a more realistic level of architectural detail.

Sensitivity of grammars means the possibility to let a rule application (or parameters used on the right-hand side of the rule) depend on local environmental influences (as well as on influences from near or far parts of the generated plant structure itself), which are registered at a position in the plant which corresponds to the symbol which is to be transformed by the rule. This symbol can e.g. stand for a bud which has a certain local environment in which conditions like intensity of light or the presence of mechanically-disturbing neighbour shoots can control the fate of this bud and hence the application of a rule encoding growth or mortality.

For this purpose, *context sensitivity* of L-systems like in Prusinkiewicz, Lindenmayer (1990) does not suffice because the signals having impact on the development of a plant do not necessarily come from the immediate context (in the sense of the string encoding) of the plant organ under consideration. Thus, *global sensitivity* (Kurth, 1994) is required. The key feature of globally sensitive growth grammars in the GROGRA system is that functional parameters (i.e. variables declared as „function“) which depend on the last generated geometrical structure are allowed in the generative rules. Hence, in the scheme depicted in Fig. 4 of Kurth, Sloboda (1999) we have to add an influence from the geometrical structure S_k (representing a plant or a whole stand) on the creation of the string σ_{k+1} in the next time step (and thereby on S_{k+1}), which is indicated by the broken arrows in Fig. 1.



1. Structure generation by a sensitive, two-phase growth grammar

Technically, GROGRA enables sensitivity by saving the internal addresses of the elementary units of the last created structure in the order of the associated turtle commands and thereby establishing a link between the string to which the generative rules are applied and the last structure. The unit in the last structure to which a symbol is associated is always the unit which was created by the last preceding F command. The sensitive functions itself are allowed to acquire information from the whole structure as well as from the actual elementary unit. They are implemented in the programming language C, compiled along with the GROGRA software (forming a separated program module called LMETHOD.C), and their behaviour depends on the special purpose, as will be illustrated by the examples.

In the present version of GROGRA, the different sensitive functions which are available are simply identified by numbers; it is planned to realize more flexible management of user-defined functions in a future version of the software. The reference to one of the predefined, available sensitive functions (see Kurth, 1994, 1997 for a complete list) is established via its identification number n in the declaration line

```
!var function_name function n a,
```

where a is the *arity* (number of arguments) of the function. The head of the corresponding procedural function specification (in C syntax) looks as follows:

```
float functionn (struct unit *s, float arg1 ..., float arga)
{
    ... /* function body with calculations */
}
```

where $*s$ is the address where the data of the elementary unit s under consideration are located in the memory, and $arg1, \dots$ are the arguments which can additionally be specified in the grammar when the function is called. The above declaration of *function_name* given, this function call has the form

```
function_name (ex1 ..., exa)
```

where $ex1, \dots$ are arithmetical expressions. The elementary unit corresponding to the left-hand side of the rule is taken for s .

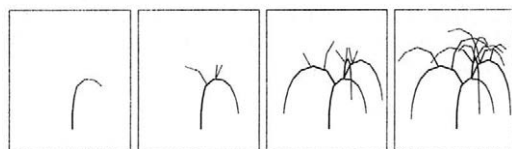
Principally, all kinds of information from the (local or global) context of a plant part can be used to exert control in the model on the development of that plant part. We will discuss the grammar implementation of such sensitivity and the resulting behaviour of the model for three types of information which were identified by botanists (see citations in the Introduction above) as important for the morphological development of trees and tree parts: orientation in space, density of plant organs in space, and availability of light. The first three examples presented in the following section are not meant to describe „realistic“ plant models (in the sense of yielding numerical values on the same scale and directly comparable to field data), but only to demonstrate some fundamental possibilities in a heavily oversimplified manner.

EXAMPLES

SENSING ORIENTATION

Tab. I shows the grammar specification of a plant growing in a strictly *epitonic* manner, i.e. buds are only allowed to grow out into lateral shoots if they happen to have an orientation which is nearly vertical and if they are situated on the top side of the supporting shoot (cf. Kurth, 1996). Fig. 2 shows the developmental steps 7, 11, 17 and 20 of the resulting output produced by the software GROGRA when fed with this sensitive growth grammar. The start word is „t(0)“ here.

1	\var i index,	
2	\var e uniform -5 5.	
3	\var u uniform 0 360.	
4	\var f function 7 0.	
5	\set V 0.7,	
6	\axiom t(0) 1-20,	
7	(n < 10) t(n) # RH(u) gu(1,10-n) &(8) < [@0.2 RH (i * 45) RL80 bd(0)] > RU(e) RV L*0.9 t(n+1),	<i>! * terminal growth *!</i>
8	(n > 2 && f < 40) bd(n) # L t(1),	<i>! * outburst of sleeping bud *!</i>
9	bd(n) # bd(n+1).	<i>! * further sleeping bud *!</i>
10	(n < k) gu(n, k) # gu (n+1, k).	<i>! * ageing of growth unit *!</i>
11	bd(n) ## L*0.05 P14 F,	<i>! * display of sleeping bud *!</i>
12	(n < 7) gu(n, k) ## D1(n) F,	<i>! * display of growth unit *!</i>
13	(n >= 7) gu(n, k) ## D1(7) F	



2. Plant with epitonic growth habit, produced by GROGRA from the sensitive grammar *epiton.ssy* (see Tab. I)

The growth of the main axis is governed by the rule in line 7. The terminal bud, symbolized by *t*, produces in each time step a growth unit (*gu*), surrounded by a ring of 8 lateral sleeping buds (*bd*) in basal position, and a new terminal bud (*t(n+1)*). The parameter of *t* counts the age of the meristem. If this age reaches the value 10, the rule is no longer applicable due to the condition (*n* < 10), and the axis stops growing. By *RH(u)* a random rotation around the growth direction is enforced (cf. the declaration of *u* in line 3), so that the lateral buds are not always directed into exactly the same directions after each time step.

The construction „&(8) < ... >“ stands for a repetition command which iterates the part enclosed in < ... >, i.e. the lateral bud, 8 times. In each iteration the variable *i*, declared as „index“ in line 1, is automatically augmented by 1, which leads to a symmetrical distribution by the command *RH(i*45)* of the lateral buds in the directions 0°, 45°, 90°, ..., 315°. The branching angle of each lateral bud (and of each branch eventually produced by it) is fixed to 80° by the command *RL80*. The further rotation command *RU(e)* in this rule, making use of the random variable *e* declared in line 2 to vary in the small interval [-5°, 5°], enables small deviations of the growth direction of the axis from the initial vertical direction. Without these deviations, the axis would never hang down, and the lateral buds would never come into the vertical orientation necessary for their outburst.

The geotropic tendency itself („hanging down“) is caused by the operator *RV*. Its strength is specified by the *\set* statement in line 5, but it also naturally depends on the deviation from the vertical which the axis has already obtained: the stronger this deviation, the stronger the effect of *RV*.

Furthermore, the length of the produced growth units is steadily diminished by the factor 0.9 (command *L*0.9*).

The key function introducing sensitivity into this grammar is declared in line 4. The identifying number 7 of this function refers to a routine implemented in GROGRA which calculates the angular deviation of the element associated with the actual symbol (here *bd*) from the vertical. The function *f* has no numerical argument („0“ in the declaration). If its return value exceeds 40°, the application of the rule in line 8 is forbidden by the condition „*f* < 40“. (The further condition, „*n* > 2“, tells us that a certain phase of resting – at least 2 time steps – must have passed before a bud can evolve.) If Rule 8 is applied, a terminal bud (*t(1)*) is the result, which is capable of producing a shoot according to Rule 7 again, with the initial shootlength put to the default start value by the „*L*“ command without arguments. Botanically, this lateral branch is nothing else than a simple case of reiteration.

If Rule 8 is not applicable, the next rule (line 9) will be applied, which has just the effect to increase the age of the sleeping bud. A similar ageing of already created growth units is executed in the first parameter of *gu* in line 10. This age parameter *n* controls the thickness of the growth unit in the interpretative rule in line 12 (*D1(n)*). However, the application of Rule 10 also depends on the second parameter of *gu*, *k*, which is decremented along an axis by Rule 7. If *n* exceeds this threshold *k*, the growth unit stops its growth in diameter. This prevents distal parts of axes which have already stopped to grow in length from becoming unnaturally thick. A further limit for diameter growth is given

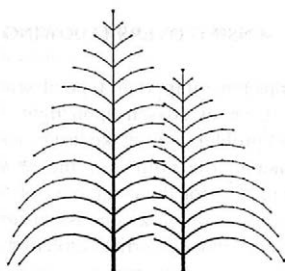
by the condition $n < 7$ of Rule 12, together with Rule 13, fixing a final thickness of 7 length units.

As can be seen from Fig. 2, only a small number of lateral buds (displayed as very short lines specified in line 11) comes into a position which enables the application of the sensitive rule 8, i.e. the creation of a reiterated axis. However, after some further time steps there emerge reiterations in an epitonic manner from the few new axes again, so that a complex of reiterations begins to develop (see right part of Fig. 2). This can often be found in shrubs.

SENSING DENSITY

In an ordinary, non-sensitive L-system, there is no mechanism foreseen to prevent shoots to grow arbitrarily close to each other, or even to grow „into“ each other. To exclude such physically unnatural behaviour, a sensitive function is necessary which detects other shoots (or other kinds of obstacles) in the neighbourhood of a plant organ. In GROGRA, the function with identification number 2 fulfills this task. It can be used with a numerical argument which specifies a maximal length of elementary units which are to be considered as „irrelevant“ during the search for neighbouring shoots – e.g. to exclude the buds themselves or their components from having influence on their outburst. The return value of the function is the distance to the nearest other elementary unit (having a length greater than the specified argument). The unit under consideration and its mother unit are excluded from the possible set of nearest neighbours in this search. (To be precise, it is the distance to the nearest unit *end* or unit *basis* which is returned in the present GROGRA version, but a „true“ distance to the cylindrical unit could be calculated equally well.)

Tab. II shows a grammar in which this function is applied to prevent two 2-dimensional tree crowns from growing into each other. The start word is „*“ here. The



3. Two trees with density-dependent shoot growth, produced by GROGRA from the sensitive growth grammar densi2d.ssy (see Tab. II) after 15 steps

two trees are initiated (with a 1-step time delay between them) in line 6. The sensitive rule is to be found in line 10. It is only applied – enabling an elongation of the branch initiated by b by one further growth unit – if the distance $f(50)$ to the nearest unit longer than 50 length units is larger than $mdist$, i.e. if a ball with radius $mdist$ around the shoot tip under consideration is free of „large“ shoots. The value of $mdist$ is demanded from the user (line 3) and held in a *global register* (declared in line 2) during the simulation. The register variable, once declared, could be referred to by „ $mdist$ “ in every arithmetical expression and in every rule.

Another condition appears in line 10, involving the variable z declared in line 4 as having the type „zcoordinate“. This demonstrates another kind of sensitivity which will be mentioned only briefly here: z returns the height (z coordinate) of the actual shoot tip in a global Cartesian system. The condition „ $z > 90$ “ prevents the hanging branches from growing into the soil.

The structure generated from the density-dependent grammar densi2d after 15 time steps is shown in Fig. 3. The specified minimal distance was 60 here. One has to note that the growth units are not completely prevented from close contact to each other because the distance check is made *before* they grow.

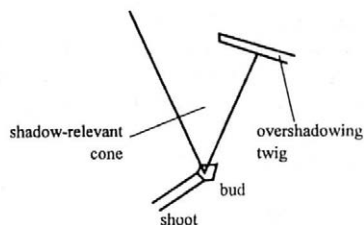
II. The sensitive growth grammar densi2d.ssy

1	\var f function 2 1.
2	\var mdist register 1.
3	\ask 11 minimal distance?.
4	\var z zcoordinate.
5	\set V 0.2.
6	* # P2 DI [L120 a0 tbd(8)] RU90 f450 RU-90 [L100 a1 tbd(8)] RU-90 f1250 RU180 P6 F1950.
7	a1 # a 0.
8	a0 # i(1.8,0) F [RU40 L70 b(0) tbd(8)] [RU-40 L70 b(0) tbd(8)] a0.
9	i(s,t) # i(s,t+1).
10	(f(50) > mdist && z > 90) b(t) # i(0.8,0) RV RH(90+t*180) F [RU30 tbd(6)] RH180 b(t+1).
11	i(s,t) ## DI(1+s*t).
12	tbd(x) ## P6 D0.5 L(x) RU-90 f*0.5 RU180 F RU-104.5 F*2 RU-151 F*2

The perhaps most important type of sensitivity is the dependence of shoot growth upon light. Our first approach to this problem will make use of a strongly simplifying concept, the notion of the *shadow-relevant cone*. It means that for the estimation of the light conditions of a certain shoot, a cone is considered with its axis of symmetry having vertical direction, with a fixed opening angle and with its apex exactly in the shoot tip under consideration. All other shoots or obstacles lying inside or intersecting this cone are considered to have a potential influence on the amount of light which is received by the considered shoot, the others have not (Fig. 4).

Former investigations have yielded some evidence that there is a good relation between the leaf area located in a shadow-relevant cone and the potential photosynthetic productivity at its apex (Pfreundt, Sloboda, 1996), hence the notion of shadow-relevant cone seems to have some justification.

In the first, 2-dimensional example (Tab. III), this concept is further simplified to the degree that the cone has to be completely free from other shoots to allow the bud to develop into a new shoot. This is performed with the help of the sensitive function *f1*, declared in line 3 and applied in the condition in lines 11 and 12, which returns the maximal opening angle of a vertically-oriented cone (or sector) free of elementary units. The argument of *f1* specifies, like in the previous example, a length threshold for shoots to be considered not relevant. The opening angle is defined to be 40° in line 2.



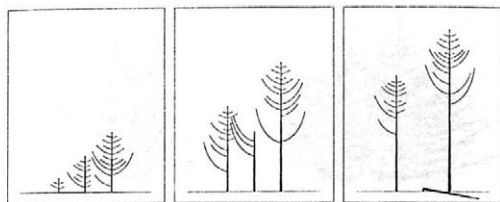
4. The shadow-relevant cone of a shoot

Another sensitive function, *f3*, comes into action in lines 13, 14 and 15. It measures the surface of leaves supported by a branch. The call of this function could be replaced by a more explicit construction, using the sum operator of the GROGRA syntax (Kürth, 1997), but we used *f3* as a shortcut to keep things simple here. – The ageing and loss of leaves (lines 1, 16 and 17), together with the appearance of a *cut operator* (%) in line 14 when the leaf surface on a branch falls under the threshold of 5, causes a self-pruning of overshadowed branches. Furthermore, if a whole tree has lost its leaves, it will fall down, an event which is caused by a transformation of its basic stem segment in line 15.

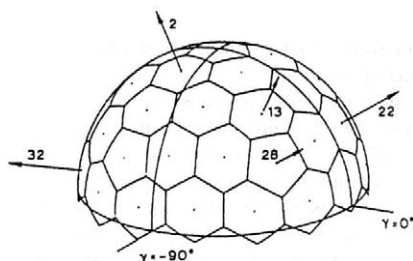
The growth of 3 trees with different ages is encoded by this grammar (line 9). Branch growth is orthotropic here, which is enabled by the negative value of *v* (line 8). As there is some randomness in the lengths of growth units and in the positions of branching nodes (lines 5–7), the outcome of the simulation is not deterministic. Fig. 5 shows a simulation run where the mid-

III. The sensitive growth grammar light2d.ssy

1	\const nmax 5,
2	\const ang 40,
3	\var f1 function 1 1,
4	\var f3 function 3 0,
5	\var le1 uniform 80 120,
6	\var le2 uniform 60 80,
7	\var su uniform 0.7 0.9,
8	\set V -0.2,
9	* # P2 D1 [f0.001 a(-4) tbd] RU90 f500 RU-90 [f0.001 a(0) tbd] RU-90 f1000 RU90 [f0.001 a(-8) tbd] RU-90 f750 RU180 P6 F2500,
10	(k < 0) a(k) # a(k+1),
11	(f1(30) > ang && k >= 0) a(k) # P2 L(le1) seg(1.8, 0, k) [@(su) RU70 D1 b tbd] [@(su) RU-70 D1 b tbd] f0.001 a(k+1),
12	(f1(30) > ang) b # P2 seg(0.8,0,-1) L(le2) RV RH90 f0.001 b,
13	(f3 >= 5) seg(s,t,u) # seg(s,t+1,u),
14	(f3 < 5 && u < 0) seg(s,t,u) # %,
15	(f3 < 5 && u = 0) seg(s,t,u) # P15 D(1+s*t) F*0.5 RU100 F*0.5,
16	(t < nmax) seg (s,t,u) ## N(100-(100/nmax)*t) D1(1+s*t) F,
17	(t >= nmax) seg(s,t,u) ## P15 N(0) D1(1+s*t) F,
18	tbd ## [P6 D0.7 L5 RU-90 f*0.5 RU180 F RU-104.5 F*2 RU-151 F*2]



5. Competition for light in a simple 2D tree stand, consisting of 3 uneven-aged trees, produced by GROGRA from the sensitive growth grammar *light2d.ssy* (see Tab. III). The steps 12, 25 and 31 are shown



6. Subdivision of the celestial hemisphere into 46 regions, each of them being represented by a direction vector towards its midpoint and indexed by an integer from 0 to 45 (taken from Blaise, 1991, according to den Dulk, 1989)

dle tree dies from overshadowing, but in other runs the middle tree can survive.

The three-dimensional version of the „shadow-relevant cone“ function, in the following text denoted by f_c , takes the opening angle of the cone as an argument. It returns the sum of the foliage surfaces located in the cone (making no difference between the foliage of the tree under consideration and that of neighbouring trees). The foliage surface is a numerical attribute which can be specified for each elementary unit in the growth rules (by the N command, see Kurth, Sloboda, 1999; Kurth, Fröh, 1998).

An objection to this type of calculation could be that in Central-European latitudes the sun does never stand in the zenith, and that light emerging from parts of the sky outside the „shadow-relevant cone“ can play an important role. As an alternative to function f_c , that takes this objection into account, we implemented another sensitive function f_h , which returns an estimation of the „shadowed part“ of the celestial hemisphere seen from the shoot under consideration. This is achieved with the help of a discretization of the hemisphere into 46 parts, exhibiting resemblance to the shell of a turtle (Fig. 6).

The function f_h projects each elementary unit to the celestial hemisphere and calculates the number n of regions (i.e. a number between 0 and 46) which are touched by some elementary unit. The return value of f_h is $n/46$, i.e. a value between 0 and 1 indicating the degree of „sky closure“. Elementary units with and

without leaves are treated alike: foliage surfaces do not enter the calculation.

Both sensitive functions, the shadow-relevant cone function f_c and the hemisphere-coverage function f_h , were experimentally inserted into a non-sensitive growth grammar which was shown to reproduce the morphology of young spruce crowns in a quantitatively rather realistic manner (Kurth, Fröh, 1998). The grammar, which consists of 33 rules, was shortly introduced in the first part of this article (Kurth, Sloboda, 1999) and was documented in full detail by Kurth, Fröh (1998).

To keep the changes in the grammar limited, we assumed that the local sensitivity to light is only reflected by the mortality of meristems. In the original (non-sensitive) grammar, a dependence of the death probability of an apical meristem upon the length l of the subtending growth unit was assumed:

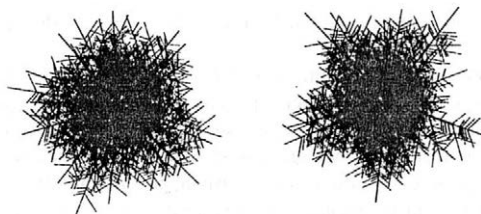
$$p_x(l) = \min(1; 1.06 - 0.0105l) \quad (1)$$

[see Kurth, Fröh (1998) for the empirical justification of this relation] – a term which was used as the probability expression for a rule with left-hand side $\text{bud}(l, \dots)$ encoding the end of meristematic activity. Now we introduce a second rule, which is deterministic but has in its condition the sensitive function f_x ($x = c$ or h):

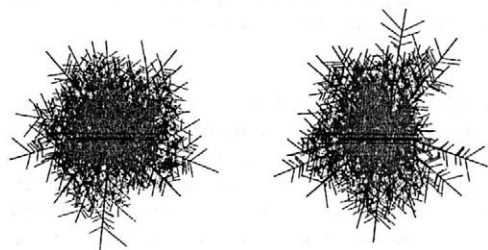
$$(f_x > \text{threshold}) \text{ bud}(l, \dots) \#$$

with an empty left-hand side. (The only further change in the grammar compared to that in Kurth, Fröh (1998) was the replacement of the empirical rules for secondary growth by a rule which ensures the preservation of cross-section area throughout all branching of order ≥ 1 . This became necessary since otherwise some shoots with early-died apex would exhibit an unnatural secondary growth.) We experimented with several thresholds (for f_c and for f_h , in separate grammars), and each time it was necessary to fit the coefficients in relation (1) for the probability expression in the first, stochastic rule (which remained in the grammar!) to ensure that the resulting tree had overall dimensions (total shoot length, foliage and wood biomass) which were reasonably close to reality. The more frequently the sensitive rule (2) caused the death of a bud, the more the probability in (1) had to be reduced, particularly for long growth units. We can speak of a „trade-off“ between deterministic (sensitive) and random (non-sensitive) mortality, which is due to the self-shading of the tree.

The „crucial“ test came when the grammar was modified so that two virtual trees were grown at a distance which enforced an early contact between the crowns. In the case of the cone function f_c , the effect of sensitivity on the appearance of the trees was small and hardly apparent (Fig. 7): In contrast to the simplified example *light2d* above, the tree crowns grow into each other like in the nonsensitive case. (Of course we could enforce a much stronger competition effect by



7. Simulated spruce trees after 10 steps (each corresponding to a year), viewed from above, generated by GROGRA. A sensitive grammar with the „shadow-relevant cone“ function f_c affecting bud mortality was used (threshold of foliage surface in cone = 0.2 m^2 , cone opening angle = 30°). Left: solitary tree, right: left one of two close neighbours (distance between the stems = 40 cm). The competition effect (asymmetry of crown on the right) is rather weak and hardly visible



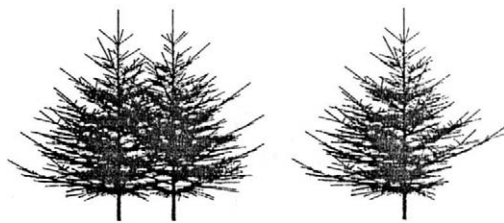
8. Simulated spruce trees after 10 steps, viewed from above (generated by GROGRA). A sensitive grammar with the „hemisphere-coverage“ function f_h affecting bud mortality was used (threshold of covered sky = 0.7). Left: solitary tree, right: left one of two close neighbours (distance between the stems = 40 cm)

manipulating the threshold in (2), but the price would be an unrealistically „pruned“ tree with low biomass – due to self-shading – in the case of the solitary tree!)

However, in the case of the hemispherical-coverage function f_h , a marked effect of crown interaction can be seen (Fig. 8, 9).

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The last examples, showing sensitive growth grammar-based simulations for spruce, can be criticized for several reasons. First of all, the sample spruce trees from which the non-sensitive grammar rules for the „reference tree“ were obtained were not really solitary trees, but grown under „weak“ competition (Kurth, Früh, 1998; Kurth, Lanwert, 1995). This could have caused a certain distortion as a consequence when we fitted the bud mortality of sensitive solitary trees against the non-sensitive tree under the assumption that only tree-internal self-shading and no shading from outside occurred. But more important is our simplification to make only mortality depend on the external factors. Recent empirical investigations gave rise to the supposition that it is shoot length which is to a great extent controlled by the amount of available light, whereas the



9. The same interacting GROGRA-generated trees as in Fig. 8. Left side: the two neighbouring spruce trees grown with the sensitive growth grammar using f_h , seen from the side; right: the same view, but the right of both trees rendered invisible to show crown asymmetry caused by competition for light

length-mortality relation and other determinants of the branching structure are either influenced by other factors or show no significant sensitivity at all (Kurth, Anzola, 1997). Thus the sensitive grammar for spruce will have to be modified to a great extent; our example can only be seen as a first attempt.

A reason for the uncertainty connected with this type of model (and also for the neglect of botanical results in foregoing attempts of sensitive tree models) is that quantitative data on reactions at shoot level under field conditions are rare and expensive to obtain. In forest research, the monitoring of height, *dbh* and crown height is common, but bud fate or the number of internodes per annual shoot are not data which are routinely taken. And even for botanists, there are still gaps of knowledge concerning the reactions to external factors like e.g. light under field conditions: „It is clear that sun-shade acclimation of the photosynthetic apparatus, and of leaf structure and posture, occurs. But we have very limited information on whether branch production or branching angles may also show acclimation to sun-shade differences, or whether the changes that do occur are simple responses to changing growth rates“ (Ford, 1992). „The structural growth of the crown system in terms of ... allocation of growth to the diameter and length of shoots is still poorly known“ (Kellomäki, Strandman, 1995). This deficiency in knowledge is even more pronounced when external factors are concerned which are not so easily measurable, like the red : far red ratio of light which seems to have the function of a signal for the presence of non-shading neighbours, detectable by trees of several species (amongst them Douglas fir) and exerting influence on growth, probably mediated by the phytochrome enzymatic system (Ritchie, 1997). Further empirical investigations will certainly be necessary before such interactions can be modelled on a sound basis. This does also apply to the question of possible interferences between several growth-influencing factors (e.g. shadow + crowding). Can their effects on growth, senescence, etc., when they were identified in specialized experiments, be simply added together, or do synergistic effects occur? This is not a merely academic question, since it is recognized by botanists that tree shape and function are the results

of multiple-goal optimization processes during evolution, not just best-fit solutions to a single functional requirement (Farnsworth, Niklas, 1995). That means, the tree has to maintain a high efficiency of light capture, a low water loss, a secure level of mechanical stability, and a high chance to reach the reproductive phase and to disperse fruit – all simultaneously. Hence it is likely that environmental influences affecting the tree with respect to these requirements can have some combined effects. With a tool like GROGRA, it is at least possible to study several factors in the same simulation framework, even in the same grammar. However, for a first analysis it is necessary to investigate the different factors exerting influence on tree morphology one by one. Due to the various possible interactions of effects, and in view of the great heterogeneity of forest stands, it will probably never be possible to predict the architectural development and growth of a tree in a completely deterministic manner – i.e. a rest of unexplained variance will remain, and a stochastic component will therefore be indispensable in virtual tree models, even if multiple-factor sensitivity is included (Tomlinson, 1982).

However, it is hoped that the usage of such sensitive virtual-plant models as they are provided by the software systems AMAP (Reffye et al., 1995), *cpfg* (Prusinkiewicz et al., 1997), GROGRA (Kurth, 1994, 1998) and some others (List et al., 1994; Breckling, 1996; Perttunen et al., 1996) will lead to considerably improved predictions of the growth and architectural response of the single tree when it is subject to forestry operations. This simulation technique will also apply to small parts of stands (groups of trees), and it can be extended to whole stands by means of typification and replication as it was indicated in the first part of this article (Kurth, Sloboda, 1999). In agronomy, virtual-plant based techniques are already used in fields like plant breeding, management of pathogens, analysis of remote-sensing data, and in research concerning developmental biology and genetics (Room et al., 1996). Since human perception is especially efficient in detecting patterns in complex information when it is presented in *visual* form, the visual aspect of such models will be of special importance, e.g. for diagnostic purposes, for planning and education in forest management. However, it should be emphasized that a virtual tree model is much more than just a nice, coloured image (Room et al., 1996): it contains a lot of developmental information about the tree and its reactions, and it can include many non-visual aspects, like mechanical resistance of wood, hydraulic conductivity of branches, or patterns of photosynthetic efficiency, if appropriate process-based submodels are linked (cf. e.g. Lanwert et al., 1998).

We conclude that virtual plant models with sensitive components provide an unprecedented tool to combine the knowledge of morphologists, and even the intuitive knowledge and experience of foresters (e.g. concerning reactions of trees to pruning or to changes in stand

structure), with exact mathematical algorithms and with process-based approaches from physiology and ecosystem research. The authors hope it has been demonstrated that the mathematical basis of such models is not more difficult to understand than elementary biostatistics or applied calculus.

Acknowledgements

Thanks are due to Gustavo Anzola and Dirk Lanwert for their help in data collection and evaluation for the spruce model. Fruitful discussions on the subject of this paper took place at workshops organized by Alois Kastner-Maresch (BITÖK, University of Bayreuth) and by Michael Sonntag and Thomas Ditzer (WZ III, University of Kassel). Some of the topics were also discussed with Philippe de Reffye and Jean Dauzat (Unité de Modélisation, CIRAD, Montpellier) and with Gerhard Buck-Sorlin (IPK Gatersleben). Funding was given by the BMBF (German Ministry of Research) in the frame of the Forest Ecosystem Research Centre, University of Göttingen. Facilities of the Faculty of Forest Sciences and Forest Ecology and of the GWDG (computation centre, Göttingen) were also essential. All support is gratefully acknowledged.

References

- BENEŠ, B., 1996. An efficient estimation of light in simulation of plant development. In: BOULIC, R. – HÉGRON, G. (eds.), *Computer Animation and Simulation '96*. Springer, Wien: 153–165.
- BENEŠ, B., 1997a. Fast estimation of growth direction in virtual plants simulation. In: MAGNENAT-THALMANN, N. – SKALA, V. (eds.), *Proceedings of WSCG'97*, Vol. I. Univ. of West Bohemia Press, Plzeň: 1–10.
- BENEŠ, B., 1997b. Visual model of plant development with respect to influence of light. Prague, 1997, <http://sgi.felk.cvut.cz/outgoing/benes/papers>.
- BEREZOVSKAYA, F. S. – KAREV, G. P. – KISLIUK, O. S. – KHEBOPROS, R. G. – TSEL'NIKER, YU. L., 1997. A fractal approach to computer-analytical modelling of tree crowns. *Trees*, 11: 323–327.
- BLAISE, F., 1991. Simulation du parallélisme dans la croissance des plantes et applications. [Thèse.] Université Louis Pasteur, Strasbourg, Département d'Informatique: 186.
- BOSSSEL, H., 1996. TREEDYN3 forest simulation model. *Ecol. Modelling*, 90: 187–227.
- BOSSSEL, H. – SCHÄFER, H., 1989. Generic simulation model of forest growth, carbon and nitrogen dynamics, and application to tropical acacia and European spruce. *Ecol. Modelling*, 48: 221–265.
- BRECKLING, B., 1996. An individual based model for the study of pattern and process in plant ecology: An application of object oriented programming. *EcoSys*, 4: 241–254.
- CHIBA, N. – OHKAWA, S. – MURAOKA, K. – MIURA, M., 1994a. Visual simulation of botanical trees based on

- virtual heliotropism and dormancy break. *The Journal of Visualization and Computer Animation*, 5: 3–15.
- CHIBA, N. – OHSHIDA, K. – MURAOKA, K. – MIURA, M. – SAITO, N., 1994b. A growth model having the abilities of growth-regulations for simulating visual nature of botanical trees. *Computers & Graphics*, 18: 469–479.
- DEN DULK, J. A., 1989. The interpretation of remote sensing, a feasibility study. [Master's thesis.] Wageningen Agricultural University.
- FARNSWORTH, K. D. – NIKLAS, K. J., 1995. Theories of optimization, form and function in branching architecture in plants. *Functional Ecology*, 9: 355–363.
- FORD, E. D., 1992. The control of tree structure and productivity through the interaction of morphological development and physiological processes. *Int. J. Plant Sci.*, 153: S147–S162.
- FORD, R. – FORD, E. D., 1990. Structure and basic equations of a simulator for branch growth in the *Pinaceae*. *J. theor. Biol.*, 146: 1–13.
- FORD, E. D. – AVERY, A. – FORD, R., 1990. Simulation of branch growth in the *Pinaceae*: Interactions of morphology, phenology, foliage productivity, and the requirement for structural support, on the export of carbon. *J. theor. Biol.*, 146: 15–36.
- GALINSKI, W., 1994. Non-random needle orientation in 1-year-old Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings when adjacent to non-shading vegetation. *Trees*, 8: 160–164.
- GAVRIKOV, V. L. – SEKRETKENKO, O. P., 1996. Dynamics of three-dimensional population of twigs: Crown of Scots pine. *Modelling, Measurement and Control*, C 33: 41–64.
- GREIS, I. – KELLOMÄKI, S., 1981. Crown structure and stem growth of Norway spruce undergrowth under varying shading. *Silva fenn.*, 15: 306–322.
- HAUHS, M. – KASTNER-MARESCHE, A. – ROST-SIEBERT, K., 1995. A model relating forest growth to ecosystem-scale budgets of energy and nutrients. *Ecol. Modelling*, 83: 229–243.
- JAFFE, M. J., 1980. Morphogenetic responses of plants to mechanical stimuli or stress. *BioScience*, 30: 239–243.
- KELLOMÄKI, S. – STRANDMAN, H., 1995. A model for the structural growth of young Scots pine crowns based on light interception by shoots. *Ecol. Modelling*, 80: 237–250.
- KOZLOWSKI, T. T., 1971. *Growth and Development of Trees*. Vol. I: Seed germination, ontogeny, and shoot growth. A. P., New York.
- KURTH, W., 1994. Growth Grammar Interpreter GROGRA 2.4. A software tool for the 3-dimensional interpretation of stochastic, sensitive growth grammars in the context of plant modelling. *Introduction and Reference Manual*. Ber. Forschungszentr. Waldökosys. Göttingen, Ser. B, 38: 192.
- KURTH, W., 1996. Elemente einer Regelsprache zur dreidimensionalen Modellierung des Triebwachstums von Laubbäumen. In: HEMPEL, G. (Hg.), 8. Tagung Sekt. Forstl. Biometrie u. Informatik DVFF (Tharandt/Grillenburg, 25.–28. 9. 1995). Ljubljana: 174–187.
- KURTH, W., 1998. Some new formalisms for modelling the interactions between plant architecture, competition and carbon allocation. *Bayreuther Forum Ökologie*, 52: 53–97.
- KURTH, W. – ANZOLA, G., 1997. Triebwachstum und Verzweigung junger Fichten in Abhängigkeit von den beiden Einflußgrößen „Beschattung“ und „Wuchsdichte“: Datenaufbereitung und -analyse mit GROGRA. In: PELZ, D. (Hg.), 10. Tagung Sekt. Forstl. Biometrie u. Informatik DVFF (Freiburg i. Br., 24.–26. 9. 1997). Ljubljana: 89–108.
- KURTH, W. – FRÜH, TH., 1998. Modelling crown structure and hydraulic function in conifers. I. A stochastic growth grammar for the developing branching system of spruce. (Submitted to *Tree Physiology*.)
- KURTH, W. – LANWERT, D., 1995. Biometrische Grundlagen für ein dynamisches Architekturmodell der Fichte [*Pinus abies* (L.) Karst.]. *Allg. Forst- Jagdztg.*, 166: 177–184.
- KURTH, W. – SLOBODA, B., 1997. Growth grammars simulating trees – an extension of L-systems incorporating local variables and sensitivity. *Silva fenn.*, 31: 285–295.
- KURTH, W. – SLOBODA, B., 1999. Tree and stand architecture and growth described by formal grammars. I. Non-sensitive trees. *J. For. Sci.*, 45: 16–30.
- LANWERT, D. – DAUZAT, J. – FRÜH, TH., 1998. Water use of forest trees: About a possibility of combining structures and physical process models. *Bayreuther Forum Ökologie*, 52: 117–128.
- LIST, R., 1992. Simulation und Visualisierung des Wachstums von Holzgewächsen. [Diploma thesis.] TH Darmstadt.
- LIST, R. – KÜPPERS, M., 1998. Light climate and assimilate distribution within segment-oriented woody plants growth in the simulation program Madeira. *Bayreuther Forum Ökologie*, 52: 141–152.
- LIST, R. – KÜPPERS, M. – SCHRÖDER, F., 1994. Madeira – ein Programm zur Simulation des Wachstums (Biomasse und Architektur) von Holzgewächsen. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, 23: 39–48.
- LONGMAN, K. A. – WAREING, P. F., 1958. Effect of gravity on flowering and shoot growth in Japanese larch (*Larix leptolepis*, Murray). *Nature*, 182: 380–381.
- McMURTRIE, R. – WOLF, L., 1983. Above- and below-ground growth of forest stands: a carbon budget model. *Ann. Bot.*, 52: 437–448.
- MĚCH, R. – PRUSINKIEWICZ, P., 1996. Visual models of plants interacting with their environment. In: *Proceedings of SIGGRAPH'96* (New Orleans, Aug. 1996), ACM SIGGRAPH, New York.
- MIDDELHOFF, U. – BRECKLING, B., 1998. Nutrient uptake and growth of an *Alnus glutinosa* stand: An individual-based model on the interaction of plant and soil. *Bayreuther Forum Ökologie*, 52: 189–203.
- MORGAN, D. C. – ROOK, D. A. – WARRINGTON, I. J. – TURNBULL, H. L., 1983. Growth and development of *Pinus radiata* D. Don: the effect of light quality. *Plant, Cell and Environment*, 6: 691–701.
- NIKLAS, K. J., 1986. Computer simulations of branching patterns and their implications on the evolution of plants. *Lect. Math. Life Sci.*, 18: 1–50.
- PERTTUNEN, J. – SIEVÄNEN, R. – NIKINMAA, E. – SALMINEN, H. – SAARENMAA, H. – VÄKEVÄ, J., 1996. LIGNUM: A tree model based on simple structural units. *Ann. Bot.*, 77: 87–98.

- PFREUNDT, J. – SLOBODA, B., 1996. The relation of local stand structure to photosynthetic capacity in a spruce stand: A model calculation. *Lesnictví-Forestry*, 42: 149–160.
- PRETZSCH, H., 1997. Wo steht die Waldwachstumsforschung heute? Denkmuster – Methoden – Feedback. *Allg. Forst- Jagdztg.*, 168: 98–102.
- PRUSINKIEWICZ, P. – LINDENMAYER, A., 1990. *The Algorithmic Beauty of Plants*. Springer, New York: 228.
- PRUSINKIEWICZ, P. – McFADZEAN, D., 1992. Modelling plants in environmental context. In: *Proceedings of the fourth annual western computer graphics symposium* (Banff, Alberta, 6.–8. 4. 1992): 47–51.
- PRUSINKIEWICZ, P. – JAMES, M. – MÉCH, R., 1994. Synthetic topiary. *Computer Graphics Proceedings, Annual Conf. Ser., SIGGRAPH'94* (Orlando, Florida, 24.–29. 7. 1994), ACM SIGGRAPH, New York: 351–358.
- PRUSINKIEWICZ, P. – HAMMEL, M. – HANAN, J. – MÉCH, R., 1997. Visual models of plant development. In: ROZENBERG, G. – SALOMAA, A. (eds.), *Handbook of Formal Languages*, Vol. 3. Springer, Berlin: 535–597.
- PUTZ, F. E. – PARKER, G. G. – ARCHIBALD, R. M., 1984. Mechanical abrasion and intercrown spacing. *Amer. Midl. Natur.*, 112: 24–28.
- REFFYE, PH. DE – HOULLIER, F. – BLAISE, F. – BARTHÉLÉMY, D. – DAUZAT, J. – AUCLAIR, D., 1995. A model simulating above- and below-ground tree architecture with agroforestry applications. *Agroforestry Systems*, 30: 175–197.
- REFFYE, PH. DE – HOULLIER, F. – BLAISE, F. – FOURCAUD, TH., 1997. Essai sur les relations entre l'architecture d'un arbre et la grosseur de ses axes végétatifs. In: BOUCHON, J. – REFFYE, PH. DE – BARTHÉLÉMY, D. (eds.), *Modélisation et Simulation de l'Architecture des Végétaux*. INRA, Paris: 255–423.
- RITCHIE, G. A., 1997. Evidence for red: far red signaling and photomorphogenic growth response in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) seedlings. *Tree Physiol.*, 17: 161–168.
- ROOM, P. – HANAN, J. – PRUSINKIEWICZ, P., 1996. Virtual plants: New perspectives for ecologists, pathologists and agricultural scientists. *Trends in Plant Science*, 1: 33–38.
- STOLL, P., 1995. Modular growth and foraging strategies in rhizome systems of *Solidago altissima* L. and branches of *Pinus sylvestris* L. [Dissertation.] Universität Zürich: 97.
- TAKENAKA, A., 1994. A simulation model of tree architecture development based on growth response to local light environment. *J. Plant Res.*, 107: 321–330.
- TOMLINSON, P. B., 1982. Chance and design in the construction of plants. *Acta biotheor.*, 31a: 162–183.
- TSEL'NIKER, YU. L., 1995. The influence of light intensity on the crown-structure parameters of spruce. *Lesovedenie*: 73–78 (in Russian).
- TSEL'NIKER, YU. L. – MALKINA, I. S. – KORZUKHIN, M. D., 1996. Crown structure and productivity modelling in spruce trees growing under different suppression. Final Rep. INTAS Project „Solar Energy and Natural Resources of Eastern Europe“ (1994–1996), Göttingen.
- WAREING, P. F. – NASR, T., 1958. Effects of gravity on growth, apical dominance and flowering in fruit trees. *Nature*, 182: 379–380.
- WILSON, B. F. – FISCHER, B. C., 1977. Striped maple: Shoot growth and bud formation related to light intensity. *Can. J. For. Res.*, 7: 1–7.
- WORRALL, J. – LITTLE, C. H. A., 1986. An effect of gravity on bud-burst in balsam fir. *Tree Physiol.*, 1: 47–52.

Received 30 January 1998

Contact Address:

Prof. Dr. Dr. h. c. Branislav Sloboda, Universität Göttingen, Institut für forstliche Biometrie und Informatik, Büsgenweg 4, D-37077 Göttingen, Germany

LISTOPAS ŠEDÝ (*STROPHOSOMA MELANOGRAMMUM* FÖRST.) – ŠKŮDCE MLADÝCH BUKŮ A JEŘÁBU PTAČÍHO NA ŽĎÁRSKU

STROPHOSOMA MELANOGRAMMUM FÖRST. – A PEST ON YOUNG BEECH TREES AND ON EUROPEAN MOUNTAIN ASH IN THE ŽĎÁR REGION

J. Urban

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

ABSTRACT: A mass outbreak of the polyphagous weevil *Strophosoma melanogrammum* Först. occurred in forest districts Polníčka and Škrdlovice (Dr. R. Kinský's Forest Administration at Žďár upon Sázava) in 1995 to 1997 after an excessively dry and warm period in the first half of the nineties. Harmful occurrence of the weevil was recorded mainly on the shelterwood European mountain ash (*Sorbus aucuparia* L.) in premature spruce stands and young growths, and to a lesser extent on the European beech (*Fagus sylvatica* L.) in young plantations. Very abundant occurrence of the weevil on spruce in spring young growths was not accompanied by evident damage. The main pests on the European mountain ash were the leaf weevil *Phyllobius arborator* Hbst., the chrysomelid *Goniocenta quinquepunctata*, and *P. arborator* was also present on beech-trees. Mass outbreaks of these pests caused a local decline of European mountain ash trees, and it was necessary to apply chemicals to beech plantations exposed to the largest damage. Field and laboratory studies did not reveal any males in *S. melanogrammum* populations; reproduction of this species is exclusively parthenogenetic. Beetles appear on host tree species since late April. A substantial decrease in the abundance of last year's beetles occurs in August. All last year's beetle die in September (or in October at the latest). The beetles start laying eggs in about three weeks of feeding on leaves, needles or on tender bark and buds of young tree species; eggs are laid in one-layer clusters containing 2–70 eggs (22 on average). Total fertility is 40 to 80 eggs. Larvae emerge from eggs within 10–15 days and they live on herb and grass roots. Young (this year's) beetles leave their pupal chambers under favorable climatic and meteorological conditions only, since the first decade of August (or mid-August). They appear on tree species where they remain by mid-October (or late October). Feeding of young beetles is mainly concentrated on young leaves or needles of tree species that are damaged from the margins. Last year's beetles eat 7 cm² of ash or beech leaves on average (4 cm² are eaten by this year's beetles). As a result of frequent wintering of this year's beetles in pupal chambers their late-summer feeding (in comparison with spring and early-summer feeding of last year's beetles) is less significant.

Strophosoma melanogrammum; bionomy; beech; European mountain ash; damage

ABSTRAKT: Po nadměrně suchém a teplém období v první polovině devadesátých let došlo v letech 1995 až 1997 na polesí Polníčka a Škrdlovice (Správa lesního hospodářství Dr. R. Kinského ve Žďáru nad Sázavou) k přemnožení polyfágního nosatce listopasa šedého (*Strophosoma melanogrammum* Först.). Škodlivý výskyt nosatce byl zaznamenán zejména na podrostním jeřábu ptačím (*Sorbus aucuparia* L.) v předmytných smrkových porostech a mlazinách a v menší míře i na buku lesním (*Fagus sylvatica* L.) v mladých výsadbách. Velmi hojný výskyt nosatce na smrku ve smrkových mlazinách nebyl doprovázen výrazným poškozením. Hlavním škůdcem jeřábu tam však byl nosatec listohlod stromový (*Phyllobius arborator* Hbst.), mandelinka *Goniocenta quinquepunctata* F. a na buku rovněž *P. arborator*. V důsledku kalamitního přemnožení těchto škůdců došlo k pomístnému hynutí jeřábu a nejhroženější výsadby buku musely být před poškozením chráněny chemickým ošetřením. Terénním a laboratorním studiem bylo zjištěno, že v populacích *S. melanogrammum* se nevyskytují samečci; druh se tam rozmnožuje výhradně partenogeneticky. Brouci se na hostitelských dřevinách objevují od konce dubna. K podstatnému snížení početnosti loňských brouků dochází během srpna. V září (a nejpozději v říjnu) všichni loňští brouci hynou. Asi po třech týdnech žíru na listech, jehličí, příp. jemné kůře a pupenech mladých dřevin brouci začínají klást vajíčka, která obvykle umísťují na dřeviny do jednovrstevných skupin o 2–70 (průměrně 22) kusech. Celková plodnost je 40 až 80 vajíček. Z vajíček se během 10–15 dnů líhnou larvy, které žijí na kořenech bylin a travin. Mladí (letošní) brouci kuklové kolébky opouštějí jen za příznivých klimaticko-meteorologických podmínek, a to od první dekády (přip. od poloviny) srpna. Objevují se na dřevinách, kde setrvávají až do poloviny (přip. konce) října. Při žíru se mladí brouci soustřeďují především na mladé listy, příp.

jehlíce dřevin, které poškozují od okrajů. Loňští brouci zkonzumují průměrně 7 (letošní jen 4) cm² listů jeřábu nebo buku. Vzhledem k častému zimování letošních brouků v kuklových kolébkách je jejich pozdní letní žír (proti jarnímu a včasné letnímu žíru loňských brouků) méně významný.

Strophosoma melanogrammum; bionomie; buk; jeřáb ptačí; poškození

ÚVOD

Listopas šedý (*Strophosoma melanogrammum* Först.) je velmi hojným a lesnický významným zástupcem čeledi nosatcovitých (*Curculionidae*). Blíže je taxonomicky řazen do podčeledi *Brachyderinae*, která s podčeledí *Otiiorhynchinae* tvoří sekci *Adelognathi* (nosatců s krátkým noscem), čítající u nás na 150 druhů. Podčeď *Brachyderinae* (a tedy i listopas šedý) se vyznačuje úzkými, dlouhými a ostrohrannými tykadlovými rýhami, směřujícími po stranách nosce dolů ke spodnímu okraji očí. V Evropě je zastoupeno pět skupin (tribů) této podčeledi, které obsahují lesní škůdce. Listopas šedý náleží do nosatců skupiny *Strophosomini*, kteří jsou od ostatních nosatců s krátkým noscem snadno poznatelní zejména podle zavalitého (vejčitého) tvaru těla, velmi silně kónicky vyboulených očí, tykadlových násadů dosahujících (anebo jen málo přesahujících) zadní okraje očí, srostlých drápků na bázi a ostrého zaškrncení zadní části hlavy (neboli artikulační plochy pro předohrud), které sahá až k zadním okrajům očí. Listopasu šedému blíže příbuzný listopas světloňohý (*S. capitatum* Deg., syn. *S. rufipes* Steph., *S. obesum* Marsh.) patří rovněž ke zcela běžným lesnickým škůdcům s podobným vývojem a škodlivostí. Oba druhy nosatců jsou od sebe snadno odlišitelné, a proto je jejich záměna nepravděpodobná.

Listopas šedý [*Strophosoma* (= *Strophosomus*) *melanogrammum* Först.] je ve starší entomologické a ochranné literatuře většinou uváděn jako *Strophosoma coryli* F. (Calwer, 1876; Eckstein, 1897; Hess, Beck, 1914; Escherich, 1923; Burkert, 1927, aj.). Tímto synonymickým druhovým názvem, odvozeným Fabriciem od latinského pojmenování jedné z hlavních hostitelských dřevin – lísky (*Corylus* L.), je listopas řidčeji označován i v některých novějších pracích (A mann, 1959; Brauns, 1991, aj.). Ve starší literatuře se s listopasem šedým můžeme zřídka setkat i pod vědeckým označením *S. illibatus* Boh., *S. obesum* Thoms. a *S. fagi* Chev. Platné vědecké označení – *S. melanogrammum* (Förster, 1771) pochází z řečtiny a doslovně přeloženo do češtiny znamená „černě popsaný“, resp. „černě označený“. Je to odvozeno od velmi charakteristického lysého a leskle černého švu (prvního mezirýží) v přední polovině krovek, nápadně se odlišujícího od jinak hustě šupinkovaného šedohnědého, rezavohnědého až měďově zbarveného těla. Z uvedeného je zřejmé, že i oficiální české pojmenování – listopas šedý (Kratochvíl et al., 1954) vcelku odpovídá skutečnosti a je mnohem přiléhavější než jeho starší český název – obratník lískový (Klapálek, 1903).

Listopas šedý žije v Evropě a Severní Americe (Schaufuss, 1916; Dosse, 1954). Zcela běžný a často škodlivý je v západní a střední Evropě (např. ve Skotsku – Parry, 1981; Parry et al., 1990, ve Velké Británii – Breese, 1948, v Dánsku – Neckelmann, 1969, v Německu – Eckstein, 1897; Kuhnt, 1913; Reitter, 1916; Escherich, 1923; Winkler, 1930; Reissig, 1951; Dosse, 1954; Huss et al., 1972; Schindler, 1974; Feldmann, 1977; Schmidt, 1989; Biernath et al., 1996, ve Švýcarsku – Suomalainen, 1953, v Polsku – Smreczyński, 1981, v bývalém Československu – Salač, 1924; Burkert, 1927; Fleischer, 1927–1930; Roubal, 1937–1941; Javorek, 1947; Pfeffer et al., 1954, aj.). V evropské části bývalého Sovětského svazu schází pouze na jihu (Arnoldi et al., 1965) a na severu Evropy zasahuje hluboko do Skandinávie (Thomson, 1865; Ullman, 1920, aj.).

V uvedeném (a zdaleka ne úplném) výčtu jsou zahrnuti autoři entomologických a lesnicko-ochranných prací. Kromě informací o morfologii a výskytu nalezneme ve většině z nich také poznatky o biologii listopasa šedého, případně i o ochranných a obranných opatřeních proti němu. Avšak i přes poměrně značnou pozornost badatelů věnovanou tomuto široce rozšířenému, hojnému a celkem snadno determinovatelnému lesnímu škůdci jsou dosavadní znalosti o jeho výskytu a hlavně o vývoji a škodlivosti značně mezernaté. Jedná se totiž o velmi nenápadného, nelétavého a ostražitěho nosatce. Vlivem vnějších podnětů, signalizujících nebezpečí (např. při nepatrném otřesu hostitelských rostlin), brouci upadají do stavu ztrnulosti (akinese), při němž rychle přitáhnou nohy a tykadla k tělu a padají na zem, kde v důsledku ochranného (kryptického) zbarvení a malé velikosti obvykle unikají pozornosti. Navíc se zřejmě jedná o škůdce s převládající noční aktivitou, což rovněž poněkud komplikuje jeho studium.

Vítanou příležitostí ke studiu listopasa šedého se stalo jeho přemnožení, k němuž došlo po nadměrně teplém a suchém období v první polovině devadesátých let na řadě lokalit v ČR. V letech 1995–1997 se nosatec silně přemnožil např. na plesí Polníčka a Škrdlovice (Správa lesního hospodářství Dr. R. Kinského ve Žďáru nad Sázavou) na podrostním jeřábu ptačím (*Sorbus aucuparia* L.), rostoucím podél cest a na prosvětlených místech uvnitř předmytních smrkových porostů. Škůdce se vyskytoval velmi hojně také na mladém náletovém jeřábu ptačím v pětiletých až desetiletých smrkových výsadbách (včetně těchto výsadeb) a na mladých sazenicích buku. Spolu s listopasem se na keřovitých jeřábech kalamitně přemnožil listohlod stromový (*Phyllobius ar-*

borator Hbst.) a mandelinka *Gonioctena* (= *Phytodec-ta*) *quinquepunctata* F. (Urban, 1998a,b). Náporom těchto škůdců došlo k silné až totální defoliaci jeřábu a k jeho hojnému následnému hynutí. Přitom se listohlod a mandelinka na poškozování jeřábu podíleli ve větší míře než listopas. Také bukové sazenice byly listopasem méně ohroženy než listohlodem. Vážnému poškození sazenic, signalizovanému na jaře 1995, bylo v polovině června 1995 (a v dalších dvou letech) zabráněno preventivním chemickým ošetřením.

Listopas šedý je v literatuře považován hlavně za hospodářsky významného škůdce jehličnanů a listnáčů ve školkách a v přirozeném zmlazení dřevin. Na rozdíl od většiny okolních zemí není u nás jeho význam náležitě zohledněn a v učebnicích ochrany lesů většinou nebývá vůbec uváděn. V našich přírodních podmínkách zřejmě ani nebyla jeho bionomie a škodlivost podrobněji studována. Příspěvek proto může mj. přispět k lepší informovanosti odborné lesnické veřejnosti o tomto u nás dosud opomíjeném, ale lesnický bezesporu významném hmyzím škůdci.

VYŠETŘOVANÉ LOKALITY A METODY

Listopas šedý byl systematicky studován v letech 1995 až 1997 na plesí Polnička (Správa lesního hospodářství Dr. R. Kinského ve Žďáru nad Sázavou). Polesí se nachází v Chráněné krajinné oblasti Žďárské vrchy v nadmořské výšce 640–660 m. Dlouhodobá průměrná roční teplota vzduchu tam činí kolem 5,8 °C (z toho v dubnu až září kolem 12,0 °C), průměrné roční srážky kolem 740 mm (z toho v dubnu až září kolem 450 mm) a vegetační doba kolem 135 dnů. Zastoupení lesních společenstev odpovídá kyselé ekologické řadě. V lesních vegetačních stupních výrazně převládá jedlobukový stupeň. Současná porostní skladba je výsledkem holosečného hospodářství, které bylo v oblasti Českomoravské vrchoviny zavedeno po roce 1820. Převažují v ní smrkové porostní typy silně ohrožované buřením a středně silně větrem a sněhem. K posílení ekologické stability dosavadních monokulturních smrkových porostů je v obnovním cíli plánováno až 32 % zastoupení buku a 14 % zastoupení jedle.

Během vegetační sezony 1995 byly uskutečňovány pravidelné týdenní kontroly výskytu listopasa na podrostním keřovitém jeřábu ptačím (*Sorbus aucuparia* L.) v předmyšních smrkových porostech 208D a 208E a v mladé bukové výsadbě v porostní skupině 208E10. V této porostní skupině došlo na jaře 1995 k hromadné invazi listohloda stromového (*Phyllobius arborator* Hbst.) na sazenice buku. Kritickému ohrožení výsadby bylo zabráněno preventivní aplikací pyretroidního přípravku Cymbush 10 EC v 0,5% koncentraci. Zásah byl vykonán v polovině června a po celý zbytek vegetační sezony se na sazenicích nevyskytovali žádní fylofágní hmyzí škůdci.

V průběhu vegetační sezony 1996 a 1997 byl listopas šedý kontrolován ve 14denních intervalech, a to na

stejných lokalitách jako v roce 1995 a navíc ještě v asi desetileté sousední smrkové mlazině. Pro následná laboratorní šetření byli brouci odlovováni smýkáním. Při každé terénní exkurzi v roce 1995 bylo na podrostním jeřábu vykonáno 1 000 smýknutí a ve výsadbě buku 100 smýknutí. V letech 1996 a 1997 bylo v jednotlivých kontrolních termínech vykonáno na jeřábu vždy 400 (na buku 100 a na smrku 200) smýknutí v době mezi 10–12 hodinou.

V laboratoři byli brouci listopasa umísťováni do Drygalského misek o průměru 20 cm a výšce 10 cm. Jako potrava byly broukům předkládány čerstvé olistěné koncové části výhonků jeřábu ptačímho (1995, 1997) a buku (1996). Spodní konce výhonků byly obalovány navlhčenými kousky papírové vaty nebo vkládány do vodou naplněných malých skleněných nádobek s hrdlem utěsněným papírovou vatou. Podle potřeby byly zavazující či silně poškozené výhonky obměňovány za čerstvé. Chovy byly kontrolovány v týdenních (a podle potřeby i kratších) intervalech.

V laboratoři byla mj. vyšetřována doba života brouků a počet vykladených vajíček v jednotlivých vaječných skupinách. U uhynulých brouků bylo pitvou zjišťováno jejich pohlaví a počet nevykladených vajíček ve vaječnicích. U vykladených vajíček byla sledována doba embryonálního vývoje. Vzhledem k naprosté absenci samečků ve vyšetřovaných populacích listopasa byla na základě změřených délek těla vyšetřena pouze velikost partenogenetických samiček. Brouci, kteří se v laboratoři dožili konce vegetační doby, byli umísťováni do venkovních podmínek a od začátku března do ledničky (do teploty kolem 5 °C). Jedinci, kteří zdárně přežili období zimní diapauzy, byli koncem dubna, příp. začátkem května přemísťováni do laboratorních podmínek a dále chováni na čerstvých výhoncích jeřábu ptačímho a smrku. V sérii chovů loňských a letošních brouků, konaných po celou dobu jejich přirozeného výskytu na dřevinách (od května do října včetně), byla planimetricky zjišťována poškozená plocha listů (příp. počet zkonzumovaných jehlic určité délky). V hromadných laboratorních chovech byla orientačně vyhodnocena trofická afinita brouků ke 25 druhům (a jednomu kříženci) krytosemenných rostlin. Pozornost byla věnována také hmyzím endoparazitoidům brouků.

VÝSLEDKY A DISKUSE

ZPŮSOB ROZMNOŽOVÁNÍ

U řady druhů krátkonosých nosatců (sektory *Adelognathii*) včetně listopasa šedého (*S. melanogrammum*) (obr. 1) je již dlouho známá partenogeneze. Většinou se zřejmě jedná o tzv. geografickou partenogenezi, při níž se tytéž druhy v některých územích rozmnožují partenogeneticky a v jiných bisexuálně (Vandel, 1928; Székessy, 1937). U listopasa šedého však někteří autoři (např. Reitter, 1916; Schaufuss, 1916; Smreczyňski, 1981, aj.) považují partenogenezi za



1. Samička listopása šedého (*Strophosoma melanogrammmum* Först.)
– A female of *Strophosoma melanogrammmum* Först.

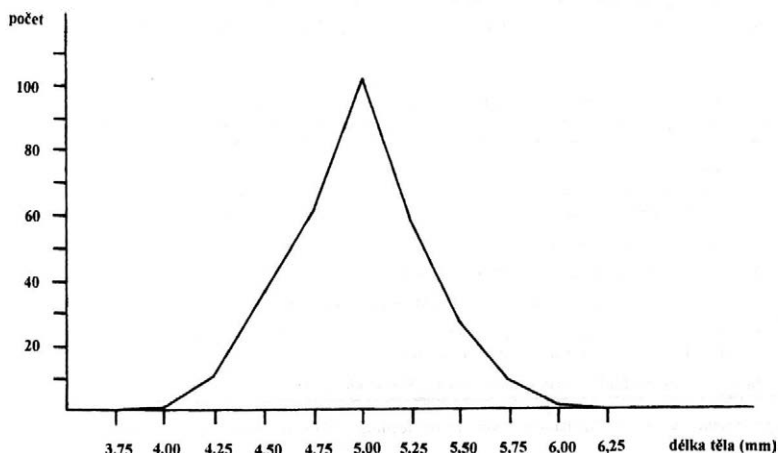
jediný způsob rozmnožování; jiní (např. Roubal, 1937–1941) u něj partenogenezi předpokládají. Také Breese (1948) samečky v Anglii nikdy nenalezl a analýzou stovek semenných schrán samiček zjistil oplodnění (tj. přítomnost spermií) jen u jediné samičky. Autor se domnívá, že za určitých okolností mohou samičky listopása šedého kopulovat se samečkami blíže příbuzného listopása světlonohého (*S. capitatum*). O možnosti tvorby bisexuálních ras se ze Skandinávie poprvé zmiňuje Thomson (1865 in Suomalainen, 1940), který samečky *S. melanogrammmum* popsal jako *S. obesum*. Řídký výskyt sameček údajně zaznamenal v Norsku a Dánsku Ullman (1920, 1922) a v Německu Weber (1921). Podle Lengerkena (1927 in Suomalainen, 1940) je prý v Německu

možné dokonce často pozorovat páříci se jedince. Suomalainen (1940, 1953) prokázal, že partenogenetická rasa má triploidní počet chromozomů (31 až 35), kdežto u bisexuálních nosatelů je počet chromozomů diploidní, a to konstantní (22).

Výsledky vlastního šetření plně potvrzují partenogenetický způsob rozmnožování listopása šedého. V souboru 871 ložských a letošních brouků, ulovených během období jejich výskytu na dřevinách, se samečci vůbec nevyskytovali. Determinace pohlaví byla prováděna na základě zcela spolehlivé mikroskopické pitvy pohlavních orgánů brouků. Z neoplozených vajíček se ve vyšetřované oblasti líhly opět samičky (telytokní typ partenogeneze). Naproti tomu v severní Evropě, kde Thomson (1865 in Suomalainen, 1940), Ullman (1920), Breese (1948) aj. předpokládají výskyt sameček, se z oplodněných vajíček líhnou jedinci obojího pohlaví.

Údaje o výskytu sameček v západní a střední Evropě nejsou příliš přesvědčivé. Na základě dosavadních poznatků je však nelze vyvrátit domněnkou, že v pozorovaných případech kopulace se mohlo jednat o příležitostný interspecifický pohlavní akt mezi samičkami *S. melanogrammmum* a samečkami *S. capitatum* (při němž de facto ani nemuselo vůbec dojít k zavedení penisu do vagíny).

Podle vlastních poznatků a údajů Calwera (1876), Schwerdtfegera (1944, 1957) aj. jsou samičky 4 až 6 (průměrně 5) mm dlouhé (obr. 2). Znázorněná závislost mezi délkou těla a příslušným počtem změřených brouků rovněž signalizuje úplnou absenci mnohem menších sameček na vyšetřovaných lokalitách. V literatuře se setkáváme i s poněkud odlišnými údaji o velikosti brouků. Např. podle Nüsslina, Rhumblera (1922) je délka brouků jen 4 až 5 mm, podle Reittera (1916), Eschericha (1923), Javorka (1947), Smreczyňského (1981) 4 až 5,5 mm, podle Kuhnta (1913), Schaufusse (1916) a Arnoldiho et al. (1965) 4 až 6,5 mm a podle Burkerta (1927) 5 až 6 mm.



2. Délka těla partenogenetických samiček listopása šedého (*S. melanogrammmum*) v milimetrech. Bylo změřeno 308 brouků – Body length in millimeters in parthenogenetic females of *S. melanogrammmum*. A total of 308 beetles were measured

Listopas šedý je široce polyfágní druh, vyskytující se na různých druzích listnáčů a jehličnanů. Ze starších autorů jej např. Calwer (1876) uvádí z mladých výhonků břízy, dubu, buku, smrku, borovice a hlavně lísky. Dub jako hlavní hostitelská dřevina je prezentován např. v práci Ecksteina (1897), Nüsslina, Rhumblera (1922) aj. Podle Hesseho, Becka (1914) se brouci nejhojněji vyskytují na smrku a také na borovici, jedli, bříze, dubu a lísce. Kromě smrku, jedle, dubu, lísky a buku patří k nejvyhledávanějším dřevinám i jeřáb ptačí (Schaufluss, 1916).

Obdobné spektrum hlavních hostitelských dřevin listopasa šedého je možné nalézt i v novějších pracích – např. Dosse (1954) hovoří o jeho výskytu na bříze, dubu, buku, lísce, jeřábu a smrku, Huss et al. (1972), Feldmann (1977), Biernath et al. (1996) na buku, Schmidt (1989) na jeřábu ptačím a Schwerdtfeger (1944, 1957), Parry et al. (1990) mj. i na sitce [*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.]. Trofickou afinitu dospělů listopasa ke všem hospodářsky významným rodům jehličnanů (smrku, borovici, jedli a modřínu) deklaruje v Dánsku Neckelmann (1969). O široké polyfagii nosatce svědčí i jeho nález na pěnišníku (*Rhododendron* L.) v Surry (Dosse, 1954) a na kapradině hasivce orliči (*Pteridium aquilinum* Kuhn) ve smíšených lesích ve Skotsku (Parry et al., 1990).

Podrobný výčet hostitelských rostlin listopasa šedého uvádí z území bývalého Československa Roubal (1937–1941), podle kterého nosatec žije na dubu, lísce, buku, bříze, habru, jehličnanech a brusnici (*Vaccinium* L.). Fleischer (1927–1930) jej obecně udává z keřů (hlavně z lísky a také z buku a břízy) a Javorek (1947) z mladých buků a bříz.

Frekventovaný výskyt listopasa šedého na lísce se promítl do jeho pojmenování např. v angličtině (nut leaf weevil), ruštině (jajcevidný orešníkovej dolgonosik), němčině (Haselkäfer, Haselrüssler, Hasel-Straurüssler, Haselnussrüssler, Haselnusschliesser) i v některých dalších jazycích. Krátký noseček a hojný výskyt na smrku je zohledněn v jeho dalším (dnes již nepoužívaném) německém označení Fichtenkurzrüssl-

ler. Nejčastěji používaný německý název (kahlnahtiger Graurüssler) je však odvozen od převládajícího šedého zbarvení těla a od holé (nešupinkované) přední části švu krovek.

Ve vlastních laboratorních chovech na 26 testovaných krytosemenných rostlinách brouci nejintenzivněji poškozovali břízu bradavičnatou (*Betula verrucosa* Ehrh.), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia* L.) a ostružiník maliník (*Rubus idaeus* L.). Silně poškozovali mj. habr obecný (*Carpinus betulus* L.), javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.) a růži šípkovou (*Rosa canina* L.). Naproti tomu zcela odmítali mladé olisté výhonky jilmu vazu (*Ulmus laevis* Pall.), topolu bílého (*Populus alba* L.), topolu černého (*P. nigra* L.), topolu osiky (*P. tremula* L.) a krušiny obecné (*Rhamnus frangula* L.). Jiné hodnocené dřeviny brouci listopasa poškozovali velmi slabě až středně (tab. I).

Na zkoumaných lokalitách byli brouci velmi hojně nalézáni na jeřábu ptačím (*Sorbus aucuparia* L.), bříze bradavičnaté (*Betula verrucosa* Ehrh.), buku lesním (*Fagus sylvatica* L.) a smrku ztepilém [*Picea abies* (L.) Karst.]. Jejich výskyt je tam možné předpokládat i na jiných hostitelských dřevinách (hlavně na růži šípkové – *Rosa canina* L., lísce obecné – *Corylus avellana* L., jedli bělokoré – *Abies alba* Mill. a modřínu opadavém – *Larix decidua* Mill.). Poněkud překvapující je absolutní absence brouků ve smyčích konaných v pravidelných týdenních, resp. dvoutýdenních intervalech na olši šedé [*Alnus incana* (L.) Moench] a olši lepkavé [*A. glutinosa* (L.) Gaertn.], neboť oba druhy olší byly v laboratorních chovech poškozovány středním stupněm žíru (tab. I).

VÝSKYT LOŇSKÝCH BROUKŮ NA DŘEVINÁCH

Listopas šedý zimuje ve stadiu brouků, a to především v půdní hrabance. Loňští brouci se na svých hostitelských rostlinách objevují na jaře. O nástupu a průběhu opouštění zimovišť jsou v literatuře dost rozdílné údaje. Někteří autoři (např. Calwer, 1876; Eckstein, 1897; Hess, Beck, 1914; Escherich, 1923; Salač, 1924; Burkert, 1927; Schin-

I. Trofická afinita brouků listopasa šedého (*Strophosoma melanogrammum* Först.) k některým krytosemenným rostlinám. Laboratorní chovy, 1995–1997 – Trophic affinity of *Strophosoma melanogrammum* Först. beetles to some angiosperms. Laboratory populations, 1995–1997

Stupeň poškození ¹	Procento poškození ²	Testované dřeviny ³
Bez poškození ⁴	0	<i>Ulmus laevis</i> Pall., <i>Populus alba</i> L., <i>P. nigra</i> L., <i>P. tremula</i> L., <i>Rhamnus frangula</i> L.
Velmi slabý žír ⁵	do 1	<i>Tilia cordata</i> Mill., <i>T. platyphylla</i> Scop., <i>Prunus spinosa</i> L., <i>P. domestica</i> L.
Slabý žír ⁶	1–10	<i>Salix alba</i> L., <i>S. fragilis</i> L., <i>S. x rubens</i> Schrank
Střední žír ⁷	10–25	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn., <i>A. incana</i> (L.) Moench, <i>Acer platanoides</i> L., <i>Corylus maxima</i> Mill.
Silný žír ⁸	25–50	<i>Corylus avellana</i> L., <i>Quercus robur</i> L., <i>Q. petraea</i> (Matt.) Liebl., <i>Carpinus betulus</i> L., <i>Fagus sylvatica</i> L., <i>Acer pseudoplatanus</i> L., <i>Rosa canina</i> L.
Velmi silný žír ⁹	nad 50	<i>Betula verrucosa</i> Ehrh., <i>Sorbus aucuparia</i> L., <i>Rubus idaeus</i> L.

¹ degree of damage, ² damage percentage, ³ tested tree species, ⁴ no damage, ⁵ very feeble feeding, ⁶ feeble feeding, ⁷ medium feeding, ⁸ detrimental feeding, ⁹ very detrimental feeding

dler, 1974, aj.) hovoří obecně o jarním (řidčeji včasné jarním) výskytu brouků. Podle Schaufusse (1916) a Schwerdtfegera (1944) jsou brouci aktivní od května, podle Koehlera, Schnaidera (1951) od dubna a podle Reissiga (1951) od poloviny dubna. Podle Dosseho (1954) je biologie listopasa šedého stejná jako u listopasa světlonohého (*S. capitatum* Deg.), u něhož však uvádí velmi nepravděpodobný výskyt brouků od poloviny června do poloviny září.

Na vyšetřovaných lokalitách na polesí Polníčka (5. lesní vegetační stupeň) se ložští brouci začínají na dřevinách objevovat obvykle koncem dubna a hojněji začátkem května. Brouci nejsou schopni letu, neboť mají krovky částečně srostlé a blanitá křídla jim scházejí. Brouci vysílají dlouhodobým (šestiměsíčním) hladověním proto vylézají po kmíncích do korun mladých hostitelských dřevin a ihned na nich přistupují k úživnému jíru. V počátečním období aktivity brouků začínají některé dřeviny (např. jeřáb ptačí) rašit nebo jsou částečně již narašeny, jiné dřeviny (např. buk nebo smrk) však zdaleka ještě neraší. Ve sledované bukové výsadbě v porostu 208E10 sazenice rašily velmi nestejně, a to obvykle až kolem poloviny května, tj. zhruba po dvou až třech týdnech od výskytu prvních brouků na dřevinách.

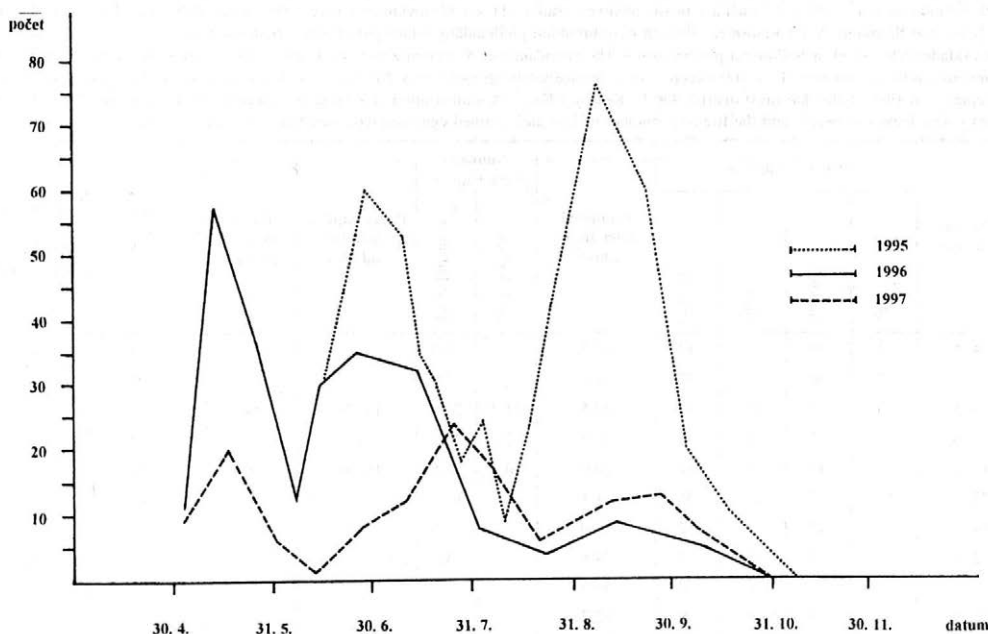
Brouci listopasa šedého se po rostlinách pohybují dost pomalu a také celkové schopnosti jejich rozšiřování jsou omezené. Přednostně proto osídľují nejmladší dřeviny (do stárí maximálně 10 let), které jsou pro ně

také nejvhodnějším potravním zdrojem. Při západu slunce se s nimi můžeme často setkat na nižších travinách (Roubal, 1937–1941).

Podle vlastních zjištění se ložští brouci vyskytují na dřevinách skoro po celou vegetační dobu. Z jejich nepravidelného početního zastoupení ve smycích na podrostním jeřábu ptačím, ve smrkové mlazině a v mladé bukové výsadbě a výsledků laboratorních chovů včetně analýzy vaječníků u uhynulých brouků vyplynulo, že většina ložských brouků se dožívá alespoň konce července. V srpnu však dochází v důsledku mortality k podstatnému snížení populační hustoty ložských brouků a během září (výjimečně až začátkem října) všichni mateřští brouci hynou. Od první, příp. druhé dekády srpna se na dřevinách objevují mladí (letošní) brouci (obr. 3, tab. II až IV). V období vrcholného léta tedy populace ložských brouků začíná postupně vymírat a místo ní se na dřevinách začíná objevovat populace letošních brouků.

ŽÍR LOŽSKÝCH BROUKŮ A KLADENÍ VAJÍČEK

V populacích listopasa šedého se na zkoumaných lokalitách nevyskytovali jedinci samčího pohlaví. Neoplozené partenogenetické samičky prodělávají po přezimování na jaře intenzivní úživný žír, během něhož se jim v procesu ovogeneze začínou ve vaječnicích vytvářet z prvotních pohlavních buněk vajíčka schopná vý-



3. Početní výskyt listopasa šedého (*S. melanogrammus*) ve smycích na podrostním jeřábu ptačím (*S. aucuparia*) v roce 1995 a sumárně na jeřábu, smrku a buku v letech 1996 a 1997 (polesí Polníčka, SLH Dr. R. Kinského ve Ždár nad Sázavou) – The abundance of *S. melanogrammus* beetles in sweepings on undergrowth European mountain ash (*S. aucuparia*) in 1995 and the total abundance on European mountain ash, spruce and beech in 1996 and 1997 (Polníčka forest district, Dr. R. Kinský's Forest Administration at Ždár upon Sázava)

II. Početní výskyt listopasa šedého (*S. melanogrammum*) ve smycích (14 x 1 000 smýknutí) na podrostním jeřábu ptačím (*S. aucuparia*) v roce 1995 (polesí Polníčka, Správa lesního hospodářství Dr. R. Kinského ve Žďáru nad Sázavou). V laboratorních chovech byly broukům předkládány mladé listy jeřábu ptačího a zjišťována doba života včetně počtu vykladených a nevykladených vajíček – The abundance of *S. melanogrammum* beetles in sweepings (14 x 1000 sweepings) on undergrowth European mountain ash (*S. aucuparia*) in 1995 (Polníčka forest district, Dr. R. Kinský's Forest Administration at Žďár upon Sázava). Beetles bred at a laboratory were given young leaves of European mountain ash, and the lifetime including the number of laid and retained eggs were determined

Datum sběru ¹	Počet brouků na jeřábu ²	Průměrná doba života (dny) ³	Průměrný počet vajíček ⁴		Počet vajíček ve skupině ⁷ (od-do)	Počet skupin vajíček ⁸	Počet nevykladených vajíček ⁹ (od-do)
			vykladených ⁵	nevykladených ⁶			
15. 6.	30	24,5	3,1	11,9	10–21	2	0–37
28. 6.	60	25,3	7,8	25,0	7–30	4	5–46
9. 7.	53	29,7	7,5	20,3	10–36	5	0–44
15. 7.	35	25,4	4,1	15,1	4–54	5	0–36
20. 7.	30	19,7	7,7	29,4	2–43	7	0–50
28. 7.	18	20,8	–	9,7	–	–	0–42
3. 8.	24	17,2	–	9,3	–	–	0–38
10. 8.	9	30,0	–	2,2	–	–	0–8
17. 8.	23	33,7	–	9,8	–	–	0–38
24. 8.	42	29,4	0,6	15,2	27	1	0–35
7. 9.	76	35,2	0,7	4,8	1–40	8	0–40
23. 9.	60	70,7	–	2,0	–	–	0–3
5. 10.	20	93,9	–	–	–	–	–
18. 10.	11	111,8	–	–	–	–	–
Celkem ¹⁰	491	–	–	–	1–54	–	0–50

¹date of collection, ²beetle number on European mountain ash, ³average lifetime, ⁴average number of eggs, ⁵laid, ⁶retained, ⁷egg number per cluster, ⁸number of egg clusters, ⁹number of retained eggs, ¹⁰total

III. Početní výskyt listopasa šedého (*S. melanogrammum*) ve smycích na podrostním jeřábu ptačím (*S. aucuparia*) (11 x 400 smýknutí), ve smrkové mlazíně (11 x 200 smýknutí) a v mladé bukové výsadbě (11 x 100 smýknutí) v roce 1996 (polesí Polníčka, SLH Dr. R. Kinského ve Žďáru nad Sázavou). V laboratorních chovech byly broukům předkládány mladé listy buku a zjišťována doba života, počet vykladených a nevykladených vajíček a poškozená plocha listů – The abundance of *S. melanogrammum* beetles in sweepings on undergrowth European mountain ash (*S. aucuparia*) (11 x 400 sweepings), in spruce young growth (11 x 200 sweepings) and in young beech plantation (11 x 100 sweepings) in 1996 (Polníčka forest district, Dr. R. Kinský's Forest Administration at Žďár upon Sázava). Beetles bred at a laboratory were given young leaves of beech, and the lifetime, number of laid and retained eggs and damaged leaf area were determined

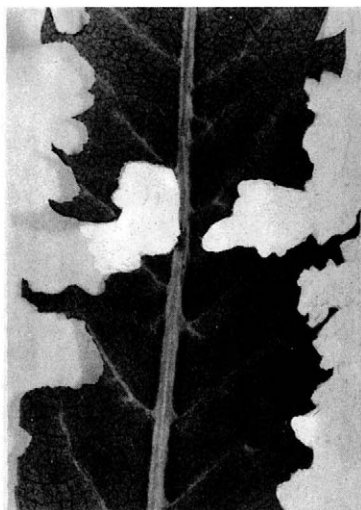
Datum sběru ¹	Počet brouků ² na				Průměrná doba života (dny) ⁷	Průměrný počet vajíček ⁸		Počet vajíček ve skupině ¹¹ (od-do)	Počet skupin vajíček ¹²	Počet nevykladených vajíček ¹³ (od-do)	Průměrná poškozená plocha listů buku ¹⁴ (cm ²)
	jeřábu ³	smrku ⁴	buku ⁵	celkem ⁶		vykladených ⁹	nevykladených ¹⁰				
4. 5.	2	10	–	12	29,7	–	9,9	–	–	0–18	3,7
12. 5.	7	50	–	57	21,7	–	17,0	–	–	0–44	3,8
25. 5.	13	2	22	37	22,5	11,2	24,9	11–70	14	0–64	3,2
7. 6.	–	7	8	15	15,9	2,1	26,2	38	1	0–48	2,5
14. 6.	9	12	9	30	24,0	10,6	20,5	10–38	6	6–46	1,7
25. 6.	11	14	21	35	21,1	–	17,7	–	–	2–45	1,2
14. 7.	16	11	5	32	14,0	–	7,6	–	–	0–21	0,8
2. 8.	4	3	1	8	24,8	–	3,0	–	–	0–6	3,2
23. 8.	2	2	–	4	68,6	–	–	–	–	–	1,5
13. 9.	4	4	1	9	72,2	–	–	–	–	–	0,9
10. 10.	3	2	–	5	96,4	–	–	–	–	–	0,2
Celkem ⁶	71	117	67	244	–	–	–	10–70	–	0–64	–

¹date of collection, ²number of beetles on, ³European mountain ash, ⁴spruce, ⁵beech, ⁶total, ⁷average lifetime (days), ⁸average number of eggs, ⁹laid, ¹⁰retained, ¹¹egg number per cluster, ¹²number of egg clusters, ¹³number of retained eggs, ¹⁴average damaged leaf area of beech leaves

voje. Žír se odbočuje hlavně na jehličí a mladých listech, příp. na právě vyrašených pupenech a jemné kůře mladých výhonků poblíž koncových pupenů.

Jehlice loňští brouci ožírají nepravidelně od okrajů a velmi často i od špičky. Postranní požerky ve tvaru ostrohranných jamkovitých vyhloubenin postihují jehlici v kterékoliv části (uprostřed, při bázi i při konci), v různé délce a hloubce. Pokud brouci bočně ohlodají převážnou část jehlice až k různě silnému neporušenému zbytku na její protější straně, setrvává zbylá apikální část jehlice na výhonku a přitom se ohýbá, kroutí a obvykle postupně usychá. Často však brouci jehlice zcela překusují a různě velké fragmenty jehlic pak padají na zem (tzv. plýtvavý žír). Zkrácené jehlice brouci často dále ožírají bočně nebo od konců. Okusem může být zničena velká část jehlic až k jejich pochvě. Samotný plýtvavý žír loňských brouků se (na rozdíl od žíru letošních brouků) podílí na ztrátě asimilační plochy jehlic zřejmě jen menší měrou (podle vlastních laboratorních chovů na smrku jen 5–10 %). Trus brouků je zpočátku světle zelený, podlouhlý, nepravidelně přičně zaškrcovaný a na koncích někdy mírně zašpičatělý. Délka trusinek činí 0,43–1,43 (průměrně 0,95) mm a šířka 0,25–0,36 (průměrně 0,30) mm.

Žír brouků na kůře dřevin má vždy ploškovitý charakter, přičemž jednotlivé požerky postihují menší či větší část obvodu výhonků a obvykle nejsou příliš nápadné. Žír na kůře mladých semenáčků a sazenic je



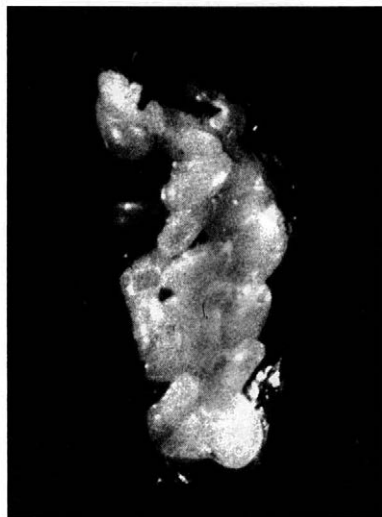
4. Okrajový žír listopasa šedého (*S. melanogrammus*) na lístku jeřábu ptačího (*S. aucuparia*). Polníčka, 24. 5. 1997 – Marginal feeding of *S. melanogrammus* on a leaf of European mountain ash (*S. aucuparia*). Polníčka, 24th May 1997

méně častý než žír na jehličí. Např. Neckelmann (1969) vyšetřil 1 172 poškozených sazenic smrku, jed-

IV. Početní výskyt listopasa šedého (*S. melanogrammus*) ve smycích na podrostním jeřábu ptačím (*S. aucuparia*) (12 x 400 smýknutí), ve smrkové mlázině (12 x 200 smýknutí) a v mladé bukové výsadbě (12 x 100 smýknutí) v roce 1997 (polesí Polníčka, SLH Dr. R. Kinského ve Žďaru nad Sázavou). V laboratorních chovech byly broučkům předkládány mladé listy jeřábu ptačího a zjišťována doba života, počet vykladených a nevykladených vajíček a poškozená plocha listů – The abundance of *S. melanogrammus* beetles in sweepings on undergrowth European mountain ash (*S. aucuparia*) (12 x 400 sweepings), in spruce young growth (12 x 200 sweepings) and in young beech plantation (12 x 100 sweepings) in 1997 (Polníčka forest district, Dr. R. Kinský's Forest Administration at Žďar upon Sázava). Beetles bred at a laboratory were given young leaves of European mountain ash, and the lifetime, number of laid and retained eggs and damaged leaf area were determined

Datum sběru ¹	Počet brouků ² na				Průměrná doba života (dny) ⁷	Průměrný počet vajíček ⁸		Počet vajíček ve skupině ¹¹ (od-do)	Počet skupin vajíček ¹²	Počet nevykladených vajíček ¹³ (od-do)	Průměrná poškozená plocha listů jeřábu ¹⁴ (cm ²)
	jeřábu ³	smrku ⁴	buku ⁵	celkem ⁶		vykladených ⁹	nevykladených ¹⁰				
4. 5.	6	3	–	9	25,3	–	13,1	–	–	0–30	3,8
17. 5.	12	8	–	20	30,9	9,7	29,6	13–36	8	0–55	3,6
1. 6.	2	4	–	6	41,5	40,5	23,0	5–24	5	20–26	2,5
13. 6.	1	–	–	1	30,0	–	32,0	–	–	–	2,5
27. 6.	7	1	–	8	28,5	7,2	28,7	10–20	3	0–62	2,4
11. 7.	9	3	–	12	40,1	8,4	16,3	18–24	4	0–47	2,3
25. 7.	21	2	1	24	22,2	–	16,3	–	–	0–44	1,3
7. 8.	15	2	–	17	24,4	5,1	27,4	12–27	4	0–48	1,1
21. 8.	5	1	–	6	49,5	–	15,2	–	–	0–44	2,3
12. 9.	10	2	–	12	83,7	–	0,2	–	–	0–2	1,7
27. 9.	12	–	1	13	144,6	6,3	1,3	17–40	3	0–16	1,3
8. 10.	5	1	2	8	117,6	–	0,7	–	–	0–6	1,5
Celkem ⁶	105	27	4	136	–	–	–	5–40	–	0–62	–

For 1–13 see Tab. III, ¹⁴ average damaged area of European mountain ash leaves



5. Skupina vajíček listopasa šedého (*S. melanogrammus*) vykladených na skleněnou stěnu chovné nádoby. Laboratorní chov, 27. 8. 1995 – A cluster of *S. melanogrammus* eggs laid to the glass wall of a breeding vessel. Laboratory breeding, 27th August 1995



6. Skupina vajíček listopasa šedého (*S. melanogrammus*) na abaxiální straně listu břízy bradavičnaté (*Betula verrucosa* Ehrh.). Laboratorní chov, 24. 8. 1995 – A cluster of *S. melanogrammus* eggs laid to the abaxial side of a leaf of European birch (*Betula verrucosa* Ehrh.). Laboratory breeding, 24th August 1995

le, borovice a modřinu a konstatoval poškození jehličí u 72,2 % sazenic, poškození jehličí i kůry u 25,9 % sazenic a samotné poškození kůry jen u 1,4 % sazenic. Zato přirozené zmlazení nebo zmlazení vzniklé ze sítě (především buku a dubu) může být uživným žírem brouků na jaře velmi těžce poškozeno, a to „kroužkováním“ kůry a na pupenech ještě před vyrašením listů (Reissig, 1951). Okrajový a rovněž velmi nepravděpodobný je i žir brouků na listech (obr. 4). Čepel listů je

konzumována včetně bočních žilek až k hlavní žilce, která obvykle zůstává nepoškozena.

Na polesí Polníčka brouci opouštěli zimoviště obvykle koncem dubna a začátkem května. Bukové sazenice tam však začínaly většinou rašit až v polovině května. Počátek žiru proto brouci prodělávali na nevyrašených sazenicích. Vzhledem k poměrně nízké populační hustotě brouků však poškození kůry a pupenů ne-

V. Kladení vajíček listopasa šedého (*S. melanogrammus*) na listy hostitelských dřevin a skleněné stěny chovných nádob v různé době od založení do laboratorních chovů. V roce 1996 byli brouci živěni listy buku, v roce 1997 listy jeřábu ptačího (*S. aucuparia*). Kladení bylo v roce 1996 zkoumáno u 226 (v roce 1997 u 97) loňských brouků – Oviposition by *S. melanogrammus* beetles to leaves of host tree species and to the glass walls of breeding vessels at different time intervals from when laboratory populations were established. Beetles were feeding on beech leaves in 1996, on European mountain ash (*S. aucuparia*) leaves in 1997. Oviposition was studied in 226 last year's beetles in 1996 (97 last year's beetles in 1997)

Počet dnů od ulovení ¹	Chovy v roce ² 1996				Chovy v roce ² 1997			
	listy buku ³	sklo nádob ⁴	vajíčka celkem ⁵	(%)	listy jeřábu ⁶	sklo nádob ⁴	vajíčka celkem ⁵	(%)
0–7	47	68	115	15,1	27	48	75	9,8
8–14	210	198	408	53,4	–	91	91	11,9
15–21	110	52	162	21,2	24	239	263	34,4
22–28	–	79	79	10,3	–	151	151	19,7
29–35	–	–	–	–	–	172	172	22,5
36–42	–	–	–	–	–	13	13	1,7
Počet vajíček celkem ⁶	367	397	764	100,0	51	714	765	100,0
Počet vajíček ve skupině ⁷ (od–do)	20–70	12–37	12–70	–	24–27	6–40	6–40	–
Počet vaječných skupin ⁸	11	19	30	–	2	38	40	–
Průměrný počet vajíček ve skupině ⁹	33,4	20,9	25,5	–	25,5	18,8	19,1	–

¹number of days from catching, ²beetle populations in, ³beech leaves, ⁴vessel glass, ⁵eggs in total, ⁶European mountain ash leaves, ⁷total egg number, ⁸egg number per cluster, ⁹average number of eggs per cluster

VI. Počet a průběh kladení vajíček brouky listopasa šedého (*S. melanogrammum*) v laboratoři. V chovech bylo použito 97 loňských brouků, ulovených v roce 1997 v různých termínech během jejich výskytu na hostitelských dřevinách – Egg number and course of oviposition by *S. melanogrammum* beetles at a laboratory. Laboratory populations included 97 last year's beetles caught on host tree species on various dates in 1997

Počet dnů od ulovení ¹	Odběr ² 17. 5. a 1. 6. 1997	Odběr ² 27. 6. a 11. 7. 1997	Odběr ² 7. 8. 1997	Odběr ² 27. 9. 1997	Celkem ³
0–7	–	–	33	42	75
8–14	35	44	12	–	91
15–21	184	15	24	40	263
22–28	86	23	42	–	151
29–35	95	77	–	–	172
36–42	13	–	–	–	13
Počet vajíček celkem ⁴	413	159	111	82	765
Průměrné kladení po (dnech) ⁵	23,2	24,3	15,9	9,0	21,1

¹number of days from catching, ²sampling, ³total, ⁴total egg number, ⁵average oviposition in (days)

VII. Doba života a průměrný počet nevykladených vajíček ve vaječnicích loňských brouků listopasa šedého (*S. melanogrammum*) v laboratorních chovech v roce 1996. Průměrný počet vajíček vykladených loňskými brouky činil 3,4 kusu – The lifetime and average number of retained eggs in the ovaries of last year's beetles of *S. melanogrammum* in laboratory populations in 1996. Average number of eggs laid by last year's beetles was 3,4

Doba života (dny) ¹	Odběr ² 4. 5., 12. 5. a 25. 5. 1996		Odběr ² 7. 6., 14. 6. a 25. 6. 1996		Odběr ² 14. 7. a 2. 8. 1996	
	počet brouků ³	průměrný počet vajíček ⁴	počet brouků ³	průměrný počet vajíček ⁴	počet brouků ³	průměrný počet vajíček ⁴
0–7	6	24,5	4	23,0	7	9,3
8–14	11	23,8	18	21,5	11	7,9
15–21	32	20,1	25	20,9	11	7,6
22–28	32	19,3	22	19,7	9	3,5
29–35	19	14,8	8	17,7	2	–
36–42	4	11,3	3	15,0	–	–
43–49	2	3,5	–	–	–	–
Celkem ⁵	106	–	80	–	40	–
Průměrná doba života (dny) ⁶	22,9		21,2		16,2	
Průměrný počet nevykladených vajíček ⁷	18,9		20,3		6,7	

¹lifetime (days), ²sampling, ³beetle number, ⁴average egg number, ⁵total, ⁶average lifetime (days), ⁷average number of retained eggs

mělo závažnější charakter. Naproti tomu jeřáb ptačí tam rašil v podstatě v období opouštění zimovišť a brouci svůj žír prodělávali již od počátku na rašících a čerstvě vyražených listech.

Asi po třech týdnech úživného žíru začínají samičky klást vajíčka. Většina autorů (např. Kleine, 1911; Hess, Beck, 1914; Escherich, 1923; Salač, 1924; Dosse, 1954, aj.) soudí, že samičky vajíčka umísťují do země. Kleine (1911) uvádí, že kladení začíná v červnu a vajíčka jsou kladena v malých hromádkách (po 3–5 kusech) a někdy i jednotlivě hluboko do půdy. Jiného názoru je Reissig (1928), podle něhož samičky vajíčka umísťují hlavně na trávu metličku křivolakou [*Avenella* (= *Deschampsia*) *flexuosa* (L.) Drejer] a na mech rokytník (*Hylocomium* Br. eur.). V chovech nosatců na mladých naražených borovicích a dubech v květináčích (s malým počtem travin a mladých rostlin salátu) nalezl Breese (1948) skupiny vajíček při bázi jehlic a většinou pod šupinami pupenů.

Nosatci drženi v uzavřených trubičkách s čerstvě otevřenými pupeny dubu kladli vajíčka nejen pod šupiny pupenů, ale i mezi dva k sobě přiléhající listy, mezi listy a stěnu trubice, do štěrbin v uzavírací korkové zátce apod. Malé štěrbin v korku obsahovaly jen malý počet vajíček, velké šupiny pupenů 20 i více vajíček. Na základě těchto zjištění Breese (1948) předpokládá, že také v přírodě samičky kladou vajíčka pod pupenové šupiny, mezi jehlice nebo do štěrbin v kůře. Pečlivým vyšetřením dubu, na němž byl nosatec hojný, se mu také podařilo vajíčka objevit pod pupenovými šupinami.

V rozsáhlých vlastních chovech brouci vajíčka umísťovali na skleněné stěny Drygalského misek (obr. 5) a na abaxiální i adaxiální stranu listů hostitelských dřevin (obr. 6). V roce 1996, kdy byli brouci živěni listy buku, samičky vykládaly na listy zhruba stejný počet vajíček jako na stěny chovných nádob. V chovech brouků na listech jeřábu ptačího v roce 1997 byla velká většina (93 %) vajíček vykladena na stěny chovných

VIII. Doba života a průměrný počet nevykladených vajíček ve vaječných loňských brouků listopasa šedého (*S. melanogrammus*) v laboratorních chovech v roce 1997. Průměrný počet vajíček vykladených loňskými brouky činil 7,3 kusu – The lifetime and average number of retained eggs in the ovaries of last year's beetles of *S. melanogrammus* in laboratory populations in 1997. Average number of eggs laid by last year's beetles was 7.3

Doba života (dny) ¹	Odběr ² 4. 5., 17. 5. a 1. 6. 1997		Odběr ² 13. 6. a 27. 6. 1997		Odběr ² 11. 7., 25. 7. a 7. 8. 1997	
	počet brouků ³	průměrný počet vajíček ⁴	počet brouků ³	průměrný počet vajíček ⁴	počet brouků ³	průměrný počet vajíček ⁴
0–14	3	29,0	1	60,0	10	20,1
15–28	14	27,9	3	32,0	25	22,9
29–42	11	22,3	5	21,2	11	18,5
43–56	6	21,1	–	–	5	12,1
57–63	1	18,0	–	–	2	6,0
Celkem ⁵	35	–	9	–	53	–
Průměrná doba života (dny) ⁶	31,3		28,7		26,9	
Průměrný počet nevykladených vajíček ⁷	24,8		29,1		19,9	

For 1–7 see Tab. VII

nádob. Na rozdíl od zjištění Breeseho (1948) samičky v mých chovech neprojevily výraznější tendence ke kladení vajíček do skrytých míst, a proto dosud převládající teze o kladení vajíček do země je málo pravděpodobná.

Vajíčka listopasa šedého jsou mléčně bílá a velmi lesklá. Mají zaobleně válcovitý až vřetenovitý tvar a rozměry 0,68–0,82 (průměrně 0,76) x 0,32–0,54 (průměrně 0,43) mm. Jsou zpravidla uspořádána do jednovrstevných skupin (tzv. vaječných destiček) o počtu 2–70 (průměrně 22) vajíček. V roce 1995 byla v chovech ojediněle nalézána i jednotlivá vajíčka. Ve skupinách jsou vajíčka umístěna většinou těsně vedle sebe, a to celkem nepravidelně, bez volných meziprostorů. Protože v době kladení je chorion vajíček lepkavý, měkký a pružný, nabývají původně oválná vajíčka v semknutých skupinách dost nepravidelného tvaru. Pomocí lepidelného sekretu na podložce a na povrchu vajíček jsou vajíčka přilepena k podložce a k sobě navzájem. Shora jsou skupiny vajíček většinou ještě chráněny velmi jemnou, průhlednou sekretovou blankou.

Mateřští brouci žijí v přírodě dva a půl až čtyři měsíce. V laboratorních chovech se brouci ulovení na začátku období jejich výskytu na dřevinách dožívali maximálně dvou a půl měsíce. Brouci získaní z přírody 17. 5. a 1. 6. 1997 kladli vajíčka ve druhém až šestém (nejvíce ve třetím) týdnu po ulovení. Brouci ulovení v pozdějších termínech začínali v laboratoři klást většinou dřív a vykládli menší počet vajíček (tab. VI).

V laboratorním prostředí samičky kladou vajíčka jen neochotně a většina jich hyne, aniž by vykládla celou zásobu vajíček nebo vůbec započala s kladením. Průměrný počet nevykladených vajíček u samiček uhynulých v laboratorních chovech v roce 1996 a 1997 včetně doby života samiček je obsažen v tab. VII a VIII. Průměrná délka vajíček ve vaječných uhynulých samičkách je jen 0,68 mm a šířka 0,37 mm.

Kladení vajíček bylo v laboratoři pozorováno od konce května (příp. začátku června) do poloviny (příp. konce) září, nejhojněji pak v červnu až srpnu. Na zá-

kladě zjištěného počtu vykladených a nevykladených vajíček je možné natalitu listopasa šedého odhadnout na 40–80 vajíček. Vajíčka jsou v laboratoři obvykle kladena do dvou až čtyř skupin v časovém odstupu kolem dvou týdnů. Za další dva až tři týdny po vykladení loňští brouci hynou.

PREIMAGINÁLNÍ VÝVOJ

Doba embryonálního vývoje je nejvíce ovlivňována teplotou. V laboratorním prostředí se asi po čtyřech dnech začínají oba konce vajíček prořezávat, přičemž střední část (tvořící dvě třetiny objemu vajíček) zůstává zakalená. Po necelém týdnu se na hlavovém konci vajíček začne objevovat hnědá hlava a za 10–15 dnů od vykladení se vaječné larvy prokusují přes vaječné obaly a ochranný sekretový povlak ven. V některých vaječných skupinách se embrya vyvíjela ve všech vajíčkách, v jiných skupinách se v menší či větší části vajíček larvy nevyvíjely. Z celkového počtu vykladených vajíček se embrya nevytvářela asi ve čtvrtině vajíček a v další čtvrtině vajíček se vaječnými larvami nepodařilo vyprostit z vaječných a ochranných obalů.

Larvy prvního instaru listopasa šedého mají hlavovou schránku širokou 0,21–0,25 (průměrně 0,23) mm a tělo zpočátku dlouhé 0,78–0,90 (průměrně 0,83) mm. Brzy po eklozi se odebírají do země na kořeny různých trav a bylin, kde probíhá jejich celý další vývoj. O vývoji rizofágických larev není dosud téměř nic bližšího známo. Jako hostitelské rostliny se uvádějí šřovík tupolistý (*Rumex obtusifolius* L.) a metlička křivolaká (*Avenella flexuosa* (L.) Drejer] (Smrčezský, 1981). První rostlina je charakteristická pro lužní lesy, druhá pro zakyselené lesy i bezlesí od nížin až do alpského pásma.

Vývoj larev je poměrně rychlý, neboť již ve druhé polovině července a první polovině srpna dorůstají. Dorostlé larvy jsou 5 mm dlouhé a 2,3 mm široké s malou nepravidelně a hrubě tečkovanou hlavou posázenou říd-

kými hnědavými chlupy. Zadečkové segmenty jsou na hřbetní straně opatřeny příčnou řadou dlouhých odstávajících chlupů a na břišní straně příčnou řadou krátkých, ostrých, hnědých a dozadu směřujících trnitých zoubků (Beling, 1883 in Escherich, 1923).

Koncem července a v srpnu se larvy listopasa kuklí ve vyhlazených zemních kolébkách. Kukly jsou 4 mm dlouhé a 2 mm široké. Na hřbetě prvních osmi zadečkových segmentů mají příčnou řadu velmi drobných hnědých trnovitých zoubků směřujících dozadu. Koncový segment je opatřen dvěma horizontálními zoubky, z nichž každý má na konci dva drobné hnědavé hroty (Beling, 1883 in Escherich, 1923). Po necelých třech týdnech kuklového klidu se líhnou mladí brouci. Za příznivých klimaticko-meteorologických podmínek brouci kolébky opouštějí a již od první dekády srpna se začínají objevovat na dřevinách. Za studeného a deštivého počasí mladí brouci své kuklové kolébky většinou neopouštějí. Vlastní poznatky o době kuklení a líhnutí mladých brouků se v podstatě shodují s literárními údaji. V rozporu s nimi je však zjištění zimování určité části brouků v kolébkách, podobně jako je tomu u listopasa světlonohého (*Strophosoma capitatum* Deg.).

VÝSKYT A ŽÍR LETOŠNÍCH BROUKŮ NA DŘEVINÁCH

Šetřeními vykonanými v letech 1995 až 1997 na poli Polnička (SLH Dr. R. Kinského ve Žďáru nad Sázavou) bylo zjištěno, že až do konce července se tam na dřevinách vyskytují pouze loňští brouci. V první polovině srpna tam populace loňských brouků obvykle ještě početně převažuje nad populací letošních brouků, avšak ve druhé polovině srpna je tomu již naopak. Od poloviny září se na dřevinách vyskytují téměř výhradně letošní brouci. V tamních podmínkách se tedy letošní brouci líhnou v srpnu, příp. začátkem září. V nadměrně teplém a suchém létě 1995 opustili podle očekávání kuklové kolébky všichni letošní brouci a na hostitelských dřevinách se vyskytovali od 5. srpna až do poloviny (příp. konce) října a nejhodnější pak v září. V chladné a deštivé vegetační sezoně 1996 však nejméně 80 % letošních brouků místa svého vyhlídnutí neopustilo a zimovalo v kolébkách. Ti brouci, kteří kuklové kolébky opustili, se na dřevinách začali objevovat až od 20. srpna (tj. o dva týdny později než v roce 1995) a setrvali na nich až do poslední dekády října. Ve vegetační sezoně 1997, která byla proti roku 1996 poněkud teplejší a sušší, kolébky opustila asi třetina brouků, kteří se na dřevinách vyskytovali od poloviny srpna do poslední dekády října (obr. 3, tab. II až IV).

Literární údaje celkem jednoznačně hovoří o výskytu letošních brouků na dřevinách v srpnu a září. Podle minoritních názorů se s mladými brouky můžeme na dřevinách setkat jen v srpnu (Eckstein, 1897), začátkem podzimu (Koehler, Schneider, 1951), na podzim (Burkert, 1927; Schindler, 1974) nebo v pozdním podzimu (Kuhnt, 1913). Výsledky mého šetření se nejvíce shodují s dlouholetým pozorová-

ním Reissiga (1951), který mladé brouky na dřevinách nalézal nejčastěji koncem srpna a v září. Originální jsou však poznatky o rozvlácném (téměř tříměsíčním) období výskytu letošních brouků (od 5., resp. 20. srpna do poloviny, resp. konce října) a zvláště poznatky o zimování menší či větší části populace mladých brouků v kuklových kolébkách na Žďársku.

Při žíru se letošní brouci soustřeďují na koncové části tohoročních výhonků. Na jehličnanech nepravidelně ožirají jehlice z boku, zřídka od konce. Jehlice často překusují a různé veliké koncové části jehlic pak padají na zem. Tímto plýtvavým žírem bylo v laboratorních chovech mladých brouků na smrku postiženo 50–70 % jehlic. Při silnějším žíru bývá značná část jehlic okousána až k pochvě (obr. 7). Přes den jsou nosatci málo aktivní a většinou se ukrývají mezi jehličím (obr. 8) nebo odpočívají v různých početných, více či méně semknutých skupinách na koncích výhonků (obr. 9). V chovech na smrku letošní brouci poškozovali skoro výhradně jehlice, ojediněle pupeny a nikdy ne kůru výhonků (obr. 10). Na listnatých dřevinách brouci ožirali především mladé listy, a to od okrajů. Tyto pozerky nejsou od pozerků loňských brouků rozeznatelné.

V průběhu pozdně letního žíru mladých brouků se vajíčka ve vaječnicích vůbec nevytvářejí. Ta se vyvíjejí až ve vaječnicích loňských brouků během jarního úživného žíru, tj. až po přezimování.

NEPŘÁTELE

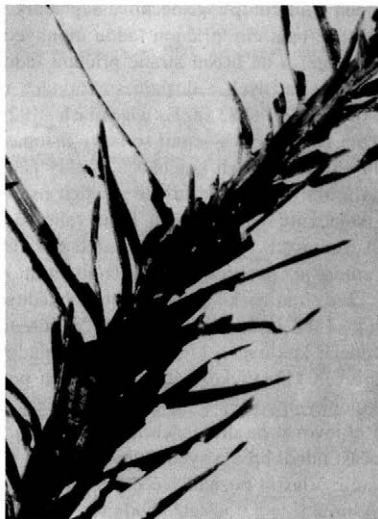
V dospělých listopasa šedého (*S. melanogrammum*) parazituje kuklice *Rondania dimidiata* Meig. (čeled *Tachinidae*) (Dosse, 1954). Tento imaginální parazitoid napadá mnoho druhů nosatců a má bivoltinní vývojový cyklus. Schindler (1964) jej vychoval také z lalokonosec černého (*Otiorynchus niger* F.). Dorostlé larvy první generace opouštěly lalokonosec od poloviny dubna do poloviny května a po 11 až 24 dnech trvání puparií se během května líhli dospělci kuklic. Larvy druhé generace kuklic opouštěly brouky lalokonosec od poloviny června do začátku července a po 6–8 dnech trvání puparií se koncem června a v první polovině července líhli dospělci kuklic.

Na vyšetřovaných lokalitách na Žďársku byli blíže neurčeným druhem kuklice sporadicky parazitováni loňští brouci listopasa. V napadených broucích byla přítomna vždy jen jedna larva kuklice. Dorostlé larvy opouštěly své hostitele v červenci a puparia vytvářely mimo hostitele. Dospělé kuklice se bohužel nepodařilo vychovat. Postižení jedinci byli proti zdravým broukům méně aktivní, měli menší příjem potravy a v důsledku parazitární kastrace nekladli žádná vajíčka.

Kromě kuklice v dospělých listopasa šedého často parazitují lumčíci *Pygostolus falcatus* Nees a *Microctonus* sp. (čeled *Braconidae*) (Schindler, 1964). Podle tohoto autora dorostlé larvy lumčíka *P. falcatus* opouštějí své hostitele během května a po 8–12 dnech kokonového klidu se koncem května a začátkem června líhnou imaga. V jednu broukovi se vyvine vždy jen



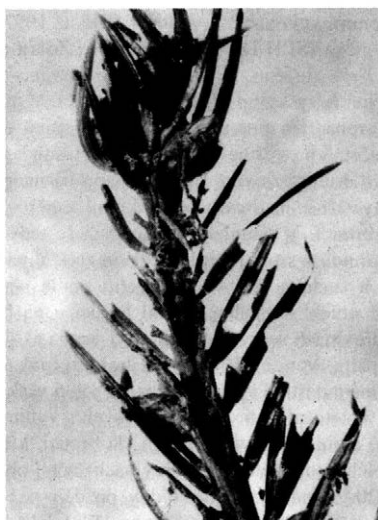
7. Žír letošních brouků listopasa šedého (*S. melanogrammum*) na jehlicích smrku ztepilého [*Picea abies* (L.) Karst.]. Laboratorní chov, 24. 10. 1995 – Feeding of this year's beetles of *S. melanogrammum* on needles of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.]. Laboratory breeding, 24th October 1995



8. Letošní brouci listopasa šedého (*S. melanogrammum*) se přes den ukrývají mezi jehlicemi smrku. Laboratorní chov, 24. 10. 1995 – This year's beetles of *S. melanogrammum* are hiding in spruce needles by day. Laboratory breeding, 24th October 1995



9. Skupinka listopasů šedých (*S. melanogrammum*) odpočívající přes den na konci výhonku smrku. Laboratorní chov, 4. 11. 1995 – A group of *S. melanogrammum* beetles resting by day at the tip of a spruce shoot. Laboratory breeding, 4th November 1995



10. Detail poškození smrkových jehlic letošními brouky listopasa šedého (*S. melanogrammum*). Laboratorní chov, 4. 11. 1995 – A detail view of damage to spruce needles caused by this year's beetles of *S. melanogrammum*. Laboratory breeding, 4th November 1995

jedna larva lumčíka *P. falcatus*. Larvy lumčíka *Microctonus* sp. opouštějí oběť již v první polovině dubna a po 8–11 denním kokonovém klidu se od poloviny dubna do začátku května líhnou dospělí parazitoidi. Z jednoho napadeného brouka se vyvine 1–6 (průměrně 3) larev lumčíka *Microctonus* sp. (Schindler, 1964).

V populacích brouků listopasa na polesí Polníčka se lumčíci vyskytovali jen zřídka. Dorostlé larvy lumčíků opouštěly loňské brouky listopasa v květnu a červnu a kokony vytvářely mimo hostitele. Z brouků dovezených do laboratoře 12. 5. 1996 se 5. 6. a 8. 6. 1996 vylíhly celkem tři samičky lumčíka *Centistes excrucia-*

nus Hal. (determinoval doc. Ing. M. Čapek, DrSc., z Brna). V porovnání s údaji Schindlera (1964), který u listopasa šedého uvádí 10% napadení lumčíkem *P. falcatus* a 27% napadení lumčíkem *Microctonus* sp., byl regulační vliv lumčků na přemnožení tohoto škůdce na Žďársku zcela zanedbatelný.

ŠKODLIVOST

Larvy listopasa šedého žijí na kořenech trav a bylin a z lesnického hlediska jsou bezvýznamné. Docela nebezpeční však mohou být loňští brouci, kteří od konce dubna až do července (příp. i později) ožírají jehlice nebo listy, pupeny a kůru mladých smrků, borovic, jedlí, modřínů, buků, dubů, břez, lísek a jeřábů. Nezanedbatelné poškození mohou svým žírem působit také letošní brouci. Ti se v našich přírodních podmínkách objevují na dřevinách v menší či větší míře (v závislosti na klimaticko-meteorologických podmínkách), a to zhruba od 10. srpna do konce října (nejhojněji koncem srpna a v září) a poškozují hlavně jehlice a listy hostitelských dřevin.

V literatuře jsou zaznamenány četné případy vážného poškození jehličnatých a listnatých kultur. V důsledku řady přemnožení (např. v severním a středním Německu) je listopas četnými autory považován v první řadě za škůdce mladých smrkových kultur ve věku přibližně do tří let (Altum, 1894; Hess, Beck, 1914; Schaufuss, 1916; Burkert, 1927; Dosse, 1954; Schwerdtfeger, 1944, 1957; Amann, 1959, aj.). Těžké poškození může škůdce působit také na mladých listnatých (zvláště pak ve školkách). Silně napadené dřeviny krní, výhonky se křví a konce výhonků i celé mladé rostliny postupně odumírají. O citelném poškození mladých dubů se zmiňuje již Eckstein (1897) a po něm mj. i Schaufuss (1916), Nüsslin, Rhumbler (1922) a Escherich (1923). O lesnický významný škodák na mladých bukových kulturách (především v přirozených zmlazeních a sýjích) referují např. Henschel (1876), Reissig (1928, 1951), Huss et al. (1972), Feldmann (1977) a Biernath et al. (1996). V silně napadených bukových zmlazeních může škůdce dřeviny silně poškozovat nejméně do stáří čtyř let a v dubových zmlazeních do šesti let (Reissig, 1951). K poškození jsou nejnáchylnější suchem oslabené buky rostoucí na půdách špatných bonit (zejména na chudých písčích). Vlivem výsušných východních větrů v březnu a nedostatku srážek v dubnu rostliny na těchto stanovištích ztrácejí turgor a schopnost vytvářet dostatečné množství protilátek omezujících žír brouků. Podle více než 30letého pozorování Reissiga (1951) se škůdce vyvíjí silně osvětleným částem porostů a porostním okrajům, kde jsou mladé dřeviny silnější v důsledku rychlejšího odbourávání surového humusu (a tím i zvýšeného přísunu rostlinných živin) a vysokého světelného požitku. Je nutné ještě dodat, že listopas šedý je spolu s některými jinými hmyzími škůdci (např. *Lochmaea crataegi* Forst., *Hylobius abietis* L., *Otiorhynchus* sp. a *Phyllobius* sp.) považován také za významného

škůdce jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia* L.) (Schmidt, 1989).

Ve vlastních laboratorních chovech, konaných od května do října 1996 na listech buku a v téže době 1997 na listech jeřábu ptačího, byla měřena redukovaná poškozená plocha listů (v cm²) (tab. III a IV). Tato plocha je proti skutečně poškozené ploše listů v přírodě nižší, a to hlavně proto, že k chovům byli používáni loňští a letošní brouci získaní až během jejich různé dlouhé žíru na dřevinách. Nejvyšší průměrná poškozená plocha listů byla proto u brouků, kteří byli uloveni na začátku období jejich výskytu na dřevinách. Na základě těchto šetření lze průměrnou plochu listů poškozenou loňskými brouky odhadnout na 7 cm² a u letošních brouků na 4 cm². Průměrná spotřeba potravy u loňských brouků je tedy podstatně vyšší než u brouků letošních. Škody působené letošními brouky v našich zeměpisných šířkách značně ustupují do pozadí ve vyšších polohách a ve studených a deštivých letech, kdy určitá část, příp. všichni mladí brouci své kuklové kolébky před zimováním vůbec neopouštějí.

V roce 1996 byla mj. zjišťována spotřeba potravy brouků, kteří byli uloveni 18. 10. 1995 ve smrkové mlazině na poleší Polníčka. Tito brouci v laboratorii až do 27. 10. 1995 intenzivně ožírali jehličí smrku, přičemž jejich plýtvavým žírem byla postižena více než dvakrát větší plocha jehlic než byla plocha zkonzumovaných jehlic. Dne 27. 10. 1995 byli brouci umístěni do venkovních podmínek a od 1. 3. 1996 do 6. 5. 1996 v lednici při 5 °C. Během zimní diapauzy uhynulo 77 % brouků. Od 6. 5. 1996 byli brouci přemístěni do laboratorních podmínek a jako potrava jim byly předloženy koncové části výhonků smrku. Během měsíce (tj. do 6. 6.) všichni brouci uhynuli. Za tuto dobu průměrně zkonzumovali 11,3 kusů jehlic o průměrné délce 11 mm a vyprodukovali průměrně 842 trusinek. Kladení vajíček nebylo u nich zjištěno a vajíčka byla ve vaječnicích nalezena jen u 20 % samiček, a to maximálně do 20 ks u jedné samičky. Obdobnými problémy byly provázeny i ostatní chovy listopasa v umělém prostředí.

Listopas šedý (podobně jako listopas světlonohý – *S. capitatum*) je především škůdce přirozeného zmlazení a sýjí lesních dřevin. Ve sledovaných porostech na Žďársku se projevil jako významný doprovodný škůdce mladého náletového jeřábu ptačího. Hojný výskyt nosatce byl zaznamenán na mladých sazenicích buku a ve smrkové mlazině, aniž by tam však působil hospodářsky významné poškození. Řidčeji byl nalézán i na starších smrčích a bucích. Naproti tomu blíže přibuzný listopas světlonohý (*S. capitatum*) se na zkoumaných lokalitách vyskytoval jen zřídka, a to hlavně na jeřábu.

MOŽNOSTI OCHRANY A OBRANY

Zvláště ve starší ochranné literatuře je k ochraně školkařských výpěstků často doporučován prostý sběr nebo setřásání nelétavých brouků, kteří již při slabém otřesu padají na podložku (např. plátno, lapací deštníky, různé nádobí apod.). K zabránění osídlení dřevin byly

navrhovány lepoové pásy o šířce kolem 4 mm, nanášené buď přímo na kmínky dřevin, nebo spíše na proužky látky či papíru (Hess, Beck, 1914; Escherich, 1923; Salač, 1924; Burkert, 1927, aj.). Před zhotovením lepoového pásu bylo samozřejmě nutné brouky nejdříve z dotyčné dřeviny seřást. Výška umístění lepoového pásu na kmínky závisela na výšce travní a bylinné vegetace, která může broukům příležitostně sloužit k překonání lepoového pásu. Dobře zhotovené lepoové pásy jsou pro brouky lezoucí do korun dřevin nepřekonatelnou bariérou, o čemž mj. svědčí hojný výskyt brouků listopasa šedého i listopasa světlonohého (*S. capitatum*) uvízlých pod lepoovými pásy, používanými v lesnictví spíše ke kontrole výskytu než k zachycení a hubení hmyzích škůdců (např. bekyně mnišky).

K lapání brouků listopasů se osvědčily lapací příkopy (Escherich, 1923; Koehler, Schnaider, 1951; Dosse, 1954) a lapací pasti (Henschel, 1876; Escherich, 1923, aj.). Jako atraktivní materiál byly v pastích na listopasa světlonohého navrhovány malé otýpky z borových větévek (Altum, 1875). Nalapané brouky bylo nutné čas od času z otýpek vytřást na plátno a zničit. Jehličnaté větévky byly někdy vkládány do zemních lapacích jam.

Larvy listopasů je možné hubit vápněním (Hess, Beck, 1914) a hnojením (zvláště fosforečnými hnojivy – Schindler, 1974). Velká část larev může být zahubena při intenzivním zpracování půdy. Kromě toho obděláváním půdy zřejmě dochází k rychlejší mineralizaci živin a k celkovému zhoršování podmínek pro vývoj listopasů. Obdobný vliv jako hnojení a obdělávání půdy má také lokalizace mladých dřevin na prosvětlených místech, kde dřeviny obvykle nejlépe prospívají a jsou vůči poškození nosatci nejodolnější. Nebezpečí poškození dřevin se značně snižuje používáním staršího sadebního materiálu.

Podle Rodziewicz, Kolka (1980) se proti listopasu světlonohému (*S. capitatum*) a jiným hmyzím škůdcům v osmiletých borových plantážích osvědčil výsev lupiny mnoholisté (*Lupinus polyphyllus* Lindl.). Na plochách s lupinou měly borovice mj. vyšší obsah volatilních látek a organických kyselin v jehličí, větší přírůst a odolnost vůči hmyzím škůdcům.

Brouky listopasa lze úspěšně hubit pomocí insekticidů používaných proti klikorohu borovému (*Hylobius abietis* L.) nebo lalokonoscům (*Otiorynchus* sp.). Předpokládanému chemickému ošetření listopasem ohroženého přirozeného zmlazení a kultur dřevin ve školkách musí předcházet pečlivé kontroly výskytu škůdce a obranný zásah musí být proveden na samém začátku zralostního žiru loňských brouků (tj. zpravidla ve druhé polovině dubna).

Poděkování

Článek byl vypracován v rámci smlouvy uzavřené mezi FLD MZLU v Brně a MZe ČR v Praze. Autor práce děkuje Ministerstvu zemědělství ČR za podporu při řešení tohoto úkolu.

Literatura

- ALTUM, B., 1875. Zoologische Miscellen. Z. Forst- Jagdwes., 7: 368.
- ALTUM, B., 1894. Zerstörungen zweijähriger Fichtenbüscheelpflanzen durch *Strophosomus coryli*, *Otiorynchus septentrionis* und *Ot. singularis*. Z. Forst- Jagdwes., 26: 273.
- AMANN, G., 1959. Kerfe des Waldes. Radebeul und Berlin, Neumann Verlag: 284.
- ARNOLDI, L. V. – ZASLAVSKIJ, V. A. – TER-MINAJAN, M. E., 1965. 82. Sem. *Curculionidae* – dolgonosiki. In: BEJ-BIENKO, G. J. et al., *Opređitel' nasckomyh evropejskoj časti SSSR*. Moskva, Leningrad, Izdat. Nauka: 485–621.
- BIERNATH, M. et al., 1996. Arthropoden an Junghuchen (*Fagus sylvatica* L.) in Naturverjüngungen und Voranbauten des Erzgebirges und des Harzes. Schriften aus der Forstl. Fak. der Univ. Göttingen, 120: 135.
- BRAUNS, A., 1991. Taschenbuch der Waldinsekten. Stuttgart, Jena, VEB G. Fischer Verlag: 860.
- BREESE, M. H., 1948. Notes on the oviposition site and method of reproduction of the weevil *Strophosomus melanogrammus* (Förster) (*Col.*). Proc. of the Royal Entom. Soc., 23: 62–65.
- BURKERT, M., 1927. Ochrana lesů. Praha, Nákl. České grafické unie, a. s.: 341.
- CALWER, C. G., 1876. Käferbuch. Stuttgart, Verlag J. Hoffmann, Vierte Aufl.: 668.
- DOSSE, G., 1954. *Curculionidae*. Rüsselkäfer. In: BLUNCK, H. – SORAUER, P., *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*. Hamburg und Berlin, Verlag P. Parey: 402–500.
- ECKSTEIN, K., 1897. Forstliche Zoologie. Berlin, Verlagsbuchh. P. Parey: 664.
- ESCHERICH, K., 1923. Die Forstinsekten Mitteleuropas. Zweiter Bd. Berlin, Verlagbuchh. P. Parey: 663.
- FELDMANN, G., 1977. Verhütung von Schäden durch Tiere und Pilze an Buchen- Naturverjüngung. Socialist. Forstwirtschaft., 35: 58–60.
- FLEISCHER, A., 1927–1930. Přehled brouků fauny Československé republiky. Brno, Nákl. Mor. musea zemského: 483.
- HENSCHEL, G., 1876. Leitfaden zur Bestimmung der schädlichen Forst- u. Obstbaum- Insekten. Berlin, Verl. von P. Parey: 270.
- HESS, R. – BECK, R., 1914. Der Forstschutz. I. Bd. Leipzig und Berlin, Verlag B. G. Teubner: 537.
- HUSS, J. – KRATSCH, H. D. – RÖHRING, E., 1972. Reports on the results of measures to promote natural regeneration of beech in 8 forest districts of southern Lower Saxony after the mast year of 1970. (Orig. in German.) Forst u. Holzwirtschaft., 27: 365–370.
- JAVOREK, V., 1947. Klíč k určování brouků ČSR. Olomouc, R. Promberger: 955.
- KLAPÁLEK, F., 1903. Atlas brouků středoevropských. Část II. Praha, I. L. Kober: 382.
- KLEINE, R., 1911. Über die Verwandlung und Lebensweise des *Strophosomus coryli* Fabr. von Bohutinský. Ent. Bl., 7: 183.
- KOEHLER, W. – SCHNAIDER, Z., 1951. Szkodniki szkolek i roznadnikow drzew leśnych. Warszawa, PWRL: 39.
- KRATOCHVÍL, J. et al., 1954. Soustava a jména živočichů. Praha, Nákl. ČSAV: 544.

- KUHNT, P., 1913. Illustrierte Bestimmungs-Tabellen der Käfer Deutschlands. Stuttgart, E. Schweizerbartische Verlagsbuchh.: 1138.
- NECKELMANN, J., 1969. Developments in two regeneration studies on heathland in central Jutland with particular reference to an attack by weevils in the first growing season. Dansk Skovforen. Tidsskr., 54: 271–283.
- NÜSSLIN, O. – RHUMBLER, L., 1922. Forstinsektenkunde. Berlin, Verlagsbuchh. P. Parey: 568.
- PARRY, V. H., 1981. Weevils (*Coleoptera*, *Curculionidae*) on foliage of Sitka spruce in North East Scotland. Scottish Forestry, 35: 96–101.
- PARRY, W. H. – KELLY, J. M. – McKILLOP, A. R., 1990. The role of nitrogen in the feeding strategy of *Strophosoma melanogrammus* (Förster) (*Col.*, *Curculionidae*) in a mixed woodland habitat. J. appl. Ent., 109: 363–376.
- PFEFFER, A. et al., 1954. Lesnická zoologie II. Praha, SZN: 622.
- REITTER, E., 1916. Fauna Germanica. V. Bd. Stuttgart, K. G. Lutz Verlag: 343.
- REISSIG, J., 1928. Ueber *S. coryli* und *obesus*, die Schmerbauchrüssler. Forstwiss. Zbl., 50: 316–324.
- REISSIG, J., 1951. Zum Schadaufreten von Graurüsslern. Anz. Forstzeitschr., 6: 369.
- RODZIEWICZ, A. – KOLK, A., 1980. Wpływ lubinu wieloletniego na zageszczenie populacji zwojki sosnoweczki (*Rhyacionia buoliana* Schiff.) i innych owadów w uprawach sosnowych. Sylwan, 124: 23–30.
- ROUBAL, J., 1937–1941. Katalog Coleopter (brouků) Slovenska a východních Karpat. Díl III. Praha, Orbis: 363.
- SALAC, F., 1924. Ochrana lesa. Díl I. Pisek, J. Borovička: 275.
- SCHAUFUSS, C., 1916. Calwer's Käferbuch. Bd. II. Stuttgart, R. Schweizerbartische Verlagsbuchh.: 1 390.
- SCHINDLER, U., 1964. Zur Imaginalparasitierung forstlicher *Curculionidae*. Z. angew. Zool., 51: 501–507.
- SCHINDLER, U., 1974. *Adelognathi*, Kurzrüssler. In: SCHWENKE, W. et al., Die Forstschädlinge Europas. Zweiter Bd. Käfer. Hamburg und Berlin, Verlag P. Parey: 252–271.
- SCHMIDT, O., 1989. Zur Gefährdung der Vogelbeere durch Insektenfrass. Allg. Forstz., 14: 358–359.
- SCHWERDTFEGGER, F., 1944. Die Waldkrankheiten. Berlin, Verlag P. Parey: 479.
- SCHWERDTFEGGER, F., 1957. Die Waldkrankheiten. Zweite Aufl. Hamburg und Berlin, Verlag P. Parey: 490.
- SMRECZYŃSKI, S., 1981. 8. Unterfamilie: *Brachyderinae*. In: FREUDE, H. – HARDE, K. W. – LOHSE, G. A., Die Käfer Mitteleuropas. Bd. 9. Krefeld, Goecke, Evers: 240–273.
- SUOMALAINEN, E., 1940. Beiträge zur Zytologie der parthenogenetischen Insekten. I. *Coleoptera*. Suomalaisen Tiedeakatemia Toimituksia. Ann. Acad. Sc. Fennicae, Ser. A, 54: 1–143.
- SUOMALAINEN, E., 1953. Die Polyploidie bei den parthenogenetischen Rüsselkäfern. Zool. Anz. Suppl. 17. Verh. Deutsch. Zool. Ges. Freiburg, 1952: 280–289.
- SZÉKESY, W., 1937. Über Parthenogenese bei Coleopteren. Biol. General., 12: 577–590.
- ULLMAN, A. A. C., 1920. Hannerne av *Strophosoma melanogrammus* Först. Ent. Medd., 13: 163–167.
- ULLMAN, A. A. C., 1922. Die Männchen von *Strophosoma coryli* F. Ent. Bl., 18: 11–12.
- URBAN, J., 1996. Listohlod stromový (*Phyllobius arborator* Hbst.) – hlavní původce poškození bukových výsadb na Žďársku. Lesn. Práce, 75: 172–173.
- URBAN, J., 1998a. Příspěvek k poznání mandelinky *Gonioctena* (= *Phytodecta*) *quinquepunctata* F. (*Chrysomelidae*, *Coleoptera*). Acta univ. agric. et silvic. Mendel Brun. (Brno), 46: 7–23.
- URBAN, J., 1998b. Škodlivý výskyt listohlod stromového (*Phyllobius arborator* Hbst.) na buku a jiných listnáčích na Žďársku. Lesnictví-Forestry, 44: 289–304.
- VANDEL, A., 1928. La parthénogenèse géographique. Contribution à l'étude biologique et cytologique de la parthénogenèse naturelle. Bull. Biol. France Belgique, 62: 164–281.
- WEBER, L., 1921. Die Lebenserscheinungen der Käfer. VI. Fortpflanzung und Brutpflege. Ent. Bl., 17: 5–19.
- WINKLER, A., 1930. Familienreihe: *Rhynchophora*. In: BROHMER, P. – EHRMANN, P. – ULMER, G., Die Tierwelt Mitteleuropas. Bd. V, 2. Teil, Abt. 12. Leipzig, Verlag von Quelle, Meyer: 234–259.

Došlo 6. 3. 1998

STROPHOSOMA MELANOGRAMMUM FÖRST. – A PEST ON YOUNG BEECH TREES AND ON EUROPEAN MOUNTAIN ASH IN THE ŽDĀR REGION

J. Urban

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

An unusual mass outbreak of phylophagous insect pests occurred in 1995 to 1997 on young beech plantations and on the self-seeded European mountain ash (*Sorbus aucuparia* L.) in premature spruce stands and spruce young growths in forest districts Polníčka and Škrdlovice (Dr. R. Kinský's Forest Administration at Žďár upon Sázava). *Phyllobius arborator* was the main harmful agent on beech plants, and *Strophosoma melanogrammus* Först. was a less harmful one. Serious

damage to plants signalled in 1995 (and in the next two years) was controlled by preventive chemical treatment of the stands exposed to greatest damage. Very high population levels of the leaf weevil *P. arborator* and the chrysomelid *Gonioctena quinquepunctata* F., and high population levels of *S. melanogrammus* were recorded on European mountain ash. Concentrated attacks of these pests caused detrimental feedings to clear-eatings which resulted in dwarfing and local decline of

European mountain ash. The population levels of *S. melanogrammum* were also high in spruce young growths without causing any economically relevant damage there.

Field and laboratory studies of *S. melanogrammum* yielded these results:

1. No males were discovered in the examined populations of the snout-beetle; pest reproduction was exclusively parthenogenetic there.

2. Last year's beetles appear on host tree species from the end of April, and they are very abundant in May to July. A substantial decrease in the population density of beetles occurs after their reproduction have been terminated (i.e. in August and September), when maternal beetles die. Last year's beetles live in the open nature for two and a half months to four months, and in a laboratory maximally for two and a half months.

3. Last year's beetles feed mostly on young leaves and needles, or on tender bark and buds of young trees. Leaves are always eaten from their margins and needles from the tips in many cases. Wasteful feeding of last year's beetles accounts for the loss of 5 to 10 per cent of assimilation area.

4. Females start laying eggs after three weeks of maturation feeding; they are glossy white, round cylindrical to spindle-shaped eggs 0.76×0.43 mm in size. Eggs are laid on tree species (or on the walls of breeding vessels in artificially raised beetles), usually into compact one-layer clusters of 2 to 70 eggs (22 eggs on average). Eggs are laid into two to four clusters in a time interval of about two weeks at a laboratory. Maternal beetles die in two to three weeks after oviposition. Beetles are very reluctant to lay eggs in laboratory conditions, most of them die without all eggs being laid or without oviposition being started. Total natality is 40 to 80 eggs.

5. Embryonic development lasts 10 to 15 days at a laboratory. The egg larvae have head cases 0.23 mm in width and body length of 0.83 mm. The larvae crawl to the ground to occupy roots of different grasses and herbs in a short time after emergence where their whole further development takes place. Larval development is fast, and they mature in the second half of July and in the first half of August. Larvae assume their pupal stage in ground pupal chambers in late July and in August. Young (this year's) beetles emerge in less than three weeks of pupal rest.

6. All young beetles left their pupal chambers in the year of eclosion (i.e. before wintering) in the extremely warm and arid summer of 1995 and they were present on tree species from 5th August to mid-October or to the end of October, at highest abundance in September. At least 80% of young beetles did not leave their pupal

chambers before winter diapause in the very cold and rainy vegetation season of 1996. Those beetles that left the sites of their development appeared on tree species from 20th August to late October. About a third of the beetles left their pupal chambers in the somewhat warmer and more arid vegetation season 1997, and they appeared on tree species from mid-September to the last decade of October.

7. This year's beetles are present on tree species from August to October included in the conditions of the examined area (at highest abundance in late August and in September), i.e. for almost three months. They are concentrated on terminal parts of this year's shoots and they feed mainly on young leaves and needles. They feed on leaf margins. Needles are eaten mostly from sides while the bulk of the needles is damaged by wasteful feeding (50 to 70% at a laboratory).

8. Regulatory action of insect parasitoids on the pest population was quite negligible. The beetles were sporadically attacked by larvae of a not specified tachinid fly (*Tachinidae* family) and by a braconid *Centistes excrucianus* Hal. (*Braconidae* family).

9. *S. melanogrammum* is an important forest pest on naturally regenerated and seeded growths of forest tree species. Beetles from populations bred at a laboratory caused the most intensive damage to European birch (*Betula verrucosa* Ehrh.), European mountain ash (*Sorbus aucuparia* L.) and black raspberry (*Rubus idaeus* L.). They caused great damage to European hornbeam (*Carpinus betulus* L.), sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) and wild rose (*Rosa canina* L.). Their largest populations in the open nature were observed on European mountain ash (*S. aucuparia*), European beech (*F. sylvatica*) and Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.]. They were not found on speckled alder [*Alnus incana* (L.) Moench.] and on black alder [*A. glutinosa* (L.) Gaertn.] at all, i.e. on those tree species that were damaged by an intermediate level of feeding by populations bred at a laboratory.

10. Taking into account the measured values of reduced leaf area damaged by beetle populations bred at a laboratory, an estimate of the average reduced leaf area damaged by last year's beetles amounts to 7 cm^2 while that of the area damaged by this year's beetles is 4 cm^2 . The damage caused by last year's beetles is significant because the beetles were feeding on young trees since the onset of their flushing, or even before flushing onset. Given the geographical conditions of this country, the damage caused by this year's beetles is somewhat lower at higher altitudes and in cold and rainy years when the pupal chambers are not left by a part of (or all) young beetles.

Kontaktní adresa:

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

AREÁL PŘIROZENÉHO ROZŠÍŘENÍ MODŘÍNU OPADAVÉHO (*LARIX DECIDUA* MILL.), SUDETSKÉHO (JESENICKÉHO)

THE AREA OF NATURAL DISTRIBUTION OF EUROPEAN LARCH (*LARIX DECIDUA* MILL.) OF SUDETIC (JESENÍKY) TYPE

J. Šindelář

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jíloviště-Strnady

ABSTRACT: Available literary sources and data acquired by recent research were used to review the boundaries of the area of autochthonous distribution of European larch of Sudetic type, and they were basically used for regionalization of this species reproductive material. It was possible to state on the basis of the inventory of European larch current representation in North Moravian and Silesian areas that the reduced area of this tree species was enlarged more than twice in the last fifty years amounting to 8981 ha. Four nature preserves of the total area 108.03 ha and six gene-pool plots of the area 1916.79 ha have been established for the maintenance and use of genetic resources of European larch of Sudetic type. A total of 350.21 ha forest stands have been certified for seed collection and records are kept on 191 plus trees in management-plan areas adjoining the area of distribution of European larch of Sudetic type. 55.21 ha of reproductive plantings (seed stands) were set out for European larch of Sudetic type as well as two seed orchards of the area 3.60 ha were established.

European larch of Sudetic type; area of autochthonous distribution; delimitation; genetic resources

ABSTRAKT: Na základě disponibilních podkladů z literatury a novějších šetření byly přezkoumány hranice areálu původního rozšíření modřínu opadavého, sudetského a navrženy jako základ pro rajonizaci reprodukčního materiálu této dřeviny. Inventarizace současného zastoupení modřínu opadavého ve vymezené severomoravské a slezské oblasti vedla ke konstatování, že reprodukováná plocha této dřeviny se během posledních asi padesáti let více než zdvojnásobila a v současnosti obnáší 8 981 ha. K zachování a využití genových zdrojů modřínu opadavého, sudetského byly až dosud zřízeny čtyři přírodní rezervace o celkové výměře 108,03 ha a šest genových základů o rozloze 1 916,79 ha. V oblasti lesních hospodářských celků, které zasahují do areálu modřínu opadavého, sudetského, je v současnosti uznáno 350,21 ha lesních porostů ke sklizni osiva a je evidováno 191 výběrových stromů. Dále bylo v této oblasti vysázeno pro modřín opadavý, sudetský 55,21 ha reproduktivních výsadeb (semenných porostů) a založeny dva semenné sady o výměře 3,60 ha.

modřín opadavý, sudetský; areál původního rozšíření; vymezení; genové zdroje

ÚVOD A CÍL

V České republice se modřín opadavý (*Larix decidua* Mill.) vyskytuje přirozeně jako tzv. modřín sudetský (jesenický, slezský) v plošně omezeném areálu části severní Moravy a Slezska. Umělou kulturou byl již od 18. století rozšířen víceméně po celém území České republiky. Předmětem specifické pozornosti v lesním hospodářství se modřín opadavý, sudetský stal až koncem 19. století, kdy na základě srovnávacích pokusů (Cieslar, 1904) bylo možné konstatovat jeho dobrý růst a zdravotní stav, zejména ve srovnání s dílčími populacemi modřínu opadavého z alpských oblastí vyšších poloh. Ke zlepšení poznatků o modřínu opadavém přispěly dále zejména práce Müncha (1933), který prokázal, že předpokladem úspěchu pěstování modřínu je volba vhodné dílčí populace (provenience). Naznačil

také, že modřín opadavý, sudetský ve srovnání s dílčími populacemi vyšších alpských poloh rychleji roste, je odolnější zejména k poškození mrazem se zřetelem na pozdější rašení, a proto méně trpí rakovinou modřínu. Tyto skutečnosti – zejména rychlý růst a značná objemová produkce modřínu opadavého, sudetského – byly prokázány četnými provenienčními pokusy, z nichž specifický význam mají mezinárodní provenienční pokusy série IUFRO z let 1944/46 a dále z let 1958/59. Modřín opadavý, sudetský roste v současnosti nejen na stovkách výzkumných ploch provenienčních v zemích Evropy, ale i v některých mimoevropských zemích (USA, Kanada, Austrálie) a s ohledem na pozitivní výsledky výzkumu se jeho pěstování doporučuje nejen v ČR, ale i v některých dalších evropských zemích (některé spolkové země SRN, Švýcarsko, Francie, Belgie aj.). Osivo modřínu opadavého, sudetského se v součas-

ně době produkuje v řadě semenných sadů v ČR i v zahraničí.

S ohledem na uvedené skutečnosti (význam modřinu opadavého pro lesní hospodářství ČR a jeho význam mezinárodní) je této dřevině věnována pozornost v zákoně č. 289/1995 o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon) a specificky pak ve vyhlášce č. 82/1996 Ministerstva zemědělství ČR o genetické klasifikaci, obnově lesa, zalesňování a o evidenci při nakládání se semeny a sazenicemi lesních dřevin. Pro racionizaci reprodukčního materiálu jsou pro modřin opadavý vymezeny dvě semenářské oblasti, a to I – jesenická, která zahrnuje části přírodních lesních oblastí 27 – Hrubý Jeseník, 28 – Předhoří Hrubého Jeseníku, 29 – Nízký Jeseník a 32 – Slezská nížina, oblast II pak ostatní území ČR. V § 13 této vyhlášky jsou stanoveny podmínky přenosu reprodukčního materiálu pro modřin opadavý. Reprodukční materiál ze semenářské oblasti I lze používat i v oblasti II s přípustným vertikálním posunem podle § 10, odst. 1 vyhlášky. Významné je ustanovení, že v rámci semenářské oblasti I, tj. v areálu původního rozšíření modřinu opadavého, sudetského lze používat pouze reprodukční materiál modřinu z této oblasti. Toto ustanovení sleduje cíl zabránit případné možné kontaminaci původních sudetských populací v rámci obnovy cizím nepůvodním reprodukčním materiálem. Toto ustanovení je účelné i přesto, že v oblasti původního rozšíření modřinu opadavého, sudetského byl v malém rozsahu uplatňován v minulosti i modřin z jiných oblastí. Tuto skutečnost dokumentuje Rubner (1943). Podíl modřinu cizího původu v sudetské oblasti je ovšem ve srovnání s modřinem původním, a to jednak autochtonním, jednak i uměle zavedeným, relativně malý a některé zejména nevhodné vysokohorské dílčí populace ustupují a jsou potlačovány v porostních směsích jinými dřevinami (Šindelář, 1965).

S ohledem na ustanovení vyhlášky o semenářské racionizaci je proto třeba vymezit hranice původního rozšíření modřinu opadavého, sudetského tak, aby tyto podklady mohly být využity jednak v souvislosti s praktickou realizací zásad semenářské racionizace pro modřin v ČR, jednak jako materiál pro zpracování elaborátů oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů ve smyslu vyhlášky č. 83 Ministerstva zemědělství ČR z r. 1996.

STRUČNÝ PŘEHLED DOSAVIDNÍCH AKTIVIT SPOJENÝCH S PROBLÉMEM VYMEZENÍ AREÁLU MODŘINU OPADAVÉHO, SUDETSKÉHO

O přirozeném rozšíření modřinu opadavého, sudetského se v minulosti zmiňuje Micklitz (1857), který zdůrazňuje, že přirozené rozšíření této dřeviny se nápadně shoduje s hranicemi moravskoslezských oblastí kulmských drob a jen zřídka zasahuje do oblasti starších jílovitých břidlic. Oblast kulmských drob je na území ČR na severní Moravě a ve Slezsku relativně rozsáhlá a zahrnuje především Nízký Jeseník a Oderské

vrchy, částečně Drahanskou vrchovinu. Ještě větší rozsah areálu původního rozšíření modřinu opadavého, sudetského uvádí Wunder (1895). Areál má podle jeho názoru zasahovat až do Čech (okolí Lanškrouna). Již Cieslar (1904) však upozorňuje, že areál původního rozšíření modřinu je ve srovnání s názorem Wundera zřejmě menší a zdůrazňuje, že se modřin jako původní dřevina vyskytuje v Moravskoslezské oblasti v rozpětí od 357 do 866 m n. m. V nadmořských výškách nad 800 m přichází již jen sporadicky. Cieslar (1904) nadále zdůrazňuje, že modřin nedává přednost žádné expozici a roste stejně dobře na kulmských drobách jako na břidlicích a čedičových substrátech.

V období po první světové válce se otázce původního rozšíření modřinu opadavého, sudetského velmi podrobně věnoval Herrmann (1933). V rozsáhlé práci se zabývá vymezením areálu, stanovištními podmínkami v rámci areálu, dále charakteristikou růstu a produkce modřinu zejména v tehdejší pruské Slezsku. Uveřejnil i mapku, která charakterizuje průběh hranic areálu. Západní hranice vychází ze Zlatých hor na severozápadě, probíhá jižním směrem na Heřmanovice, Vrbno pod Pradědem, Malou Morávku, Janovice u Rýmařova, dále jihozápadním směrem na Hrabšíň, Libín, severovýchodním směrem na Oskavu a Horní Město. Pak hranice sleduje přibližně tok řeky Moravice až po ústí do Opavice. Dále sleduje státní hranici až po Osoblahu a Zlaté hory. Na základě prací Cieslara (1904) a Herrmanna (1933) se pokusili zpřesnit hranici původního rozšíření modřinu opadavého, sudetského Kraus, Riedel (1936). Autoři uveřejnili jako přílohu článku i mapku areálu, která se v zásadě shoduje s koncepcí Herrmanna (1933). Pouze na jihozápadě je areál zúžen a zasahuje jen asi 20 km na západ od Rýmařova. Na severovýchodě je areál rozšířen ještě do prostoru jihozápadně od Opavy.

Základní práci o vymezení areálu modřinu opadavého, sudetského je velmi podrobná práce Rubnera (1943). Autor na základě rozsáhlé dotazníkové akce u podstatně většiny lesních majetků v severomoravské a slezské oblasti získal obsáhlý materiál. Kromě historických pramenů charakterizuje průběh areálu původního rozšíření modřinu v této oblasti. Podává informace o výskytu uměle zaváděných porostů modřinu opadavého, sudetského i modřin cizího původu. Značnou pozornost věnuje ekologickým příčinám rozšíření modřinu a oblast charakterizuje co do orografických a klimatických poměrů i půdních podmínek. Na základě rozsáhlého faktografického materiálu (zejména o klimatických podmínkách) formuluje některé závěry o závislosti původního výskytu modřinu opadavého, sudetského na souboru stanovištních faktorů. Významnou součástí práce tvoří výsledky inventarizace výskytu modřinu opadavého, sudetského podle ploch a objemu dřeva na základě výsledků zpracované dotazníkové akce. Vedle písemných podkladů, které autor získal od správ jednotlivých lesních majetků, uplatnil Rubner v práci i řadu vlastních poznatků z několika návštěv, které uskutečnil v severomoravské a slezské oblasti po-

čátkem čtyřicátých let. Na základě informací z dotazníků a vlastních poznatků z orientačního terénního šetření navrhl a mapově nově charakterizoval areál. Ve srovnání s koncepcí Herrmanna (1933) rozšířil hranici původního rozšíření v oblasti jihozápadní v prostoru Zábřehu na Moravě zejména tím, že do oblasti původního rozšíření zahrnul východní části nynějšího lesního hospodářského celku Zábřeh na Moravě (bývalé polesí Dubicko a Brničko). Dále připojil na jihovýchodě poměrně rozsáhlou oblast Oderských vrchů a na severovýchodě část LHC Opava až po bývalá polesí Hlubočec, Pustý Polom a Hrabyně.

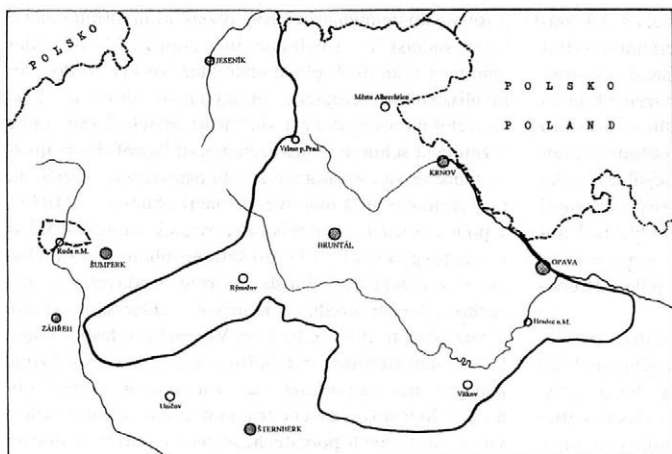
Významný přínos k objasnění problematiky původního rozšíření a k historii umělého zavádění modřinu opadavého, sudetského představuje práce Nožičky (1961). Na základě archivních dokladů a jejich kritického zhodnocení vymezuje uvedením místních jmen obcí prostor, kde lze považovat výskyt původního sudetského modřinu za prokázaný, a dále lokality, kde je výskyt pravděpodobný, ale historicky nedoložený. Podle archivních studií Nožičky se původní modřin vyskytoval převážně jen na Krnovsku, a to v tamějších bývalých revírech Milotice, Horní Benešov, Lichnov, Rázová, Nové Heřminovy a Radiměk. Autor vyslovuje názor, že autochtonní modřin opadavý, sudetský zasahoval z nesporného bruntálsko-krnovského areálu pravděpodobně i do okolních velkostatkářských i drobných lesů, a to jak na straně slezské (Mladecko, Velké Heřaltice, lesy města Krnova, Hošťálkovy, Linhartovy, Albrechtice, Osoblaha, Rudoltice), tak i v části moravské (Sovinec, Karlovec). Prostor, pro který prokazoval archivními doklady prokázaný a pravděpodobný výskyt modřinu opadavého, sudetského (Nožička, 1961), je výrazně užší než areály vymezené Herrmannem (1933) a zejména Rubnerem (1943). V této souvislosti je nutné zdůraznit, že existence a zhodnocení archivních dokladů je pouze jednou (i když velmi významnou) cestou pro ověření původnosti výskytu dřevin v lesích. Je třeba ji kombinovat s možnými dalšími postupy – zejména ekologickými charakteristikami prostředí, výskytem, biologickým a pěstebním chováním existujících dílčích populací dřevin. Tento postup volil zejména Rubner (1943), a proto jeho koncepce areálu původního rozšíření modřinu opadavého, sudetského je do značné míry syntetická a komplexní.

METODIKA A PŘEHLED VÝSLEDKŮ

V šedesátých letech tohoto století byla do programu lesnického výzkumu ve Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Stráža zařazena problematika proměnlivosti a šlechtění modřinu. Vedle provenienčního výzkumu se řešila i otázka fenotypové variability. V souvislosti se založením více než sta výzkumných ploch v oblasti předpokládaného areálu původního rozšíření modřinu opadavého, sudetského byly ověřovány i výsledky šetření, které konal Rubner (1943), a jeho koncepce areálu. V rámci těchto prací se

posuzovalo zejména současné rozšíření modřinu opadavého, sudetského a vybrané dílčí populace byly zakládáním výzkumných ploch charakterizovány co do proměnlivosti morfoloické, produkční a zdravotní. Bral se zřetel na některé další vlastnosti pěstebně významné – zejména schopnost přirozeného zmrazení. Bylo možné konstatovat, že hranice areálu přirozeného rozšíření, tak jak je navrhl a mapově vyznačil Rubner (1943), v podstatě (až na výjimky) odpovídají stavu, který byl konstatován téměř 30 let po šetření tohoto autora. Diskusní je otázka původnosti modřinu opadavého, sudetského v lesích střední a jižní části Oderských vrchů. V této oblasti (dnes ředitelství Vojenských lesů a statků Lipník nad Bečvou) se modřin v současnosti vyskytuje jen sporadicky a pochází značným podílem z umělé obnovy. Modřin zde značně trpí konkurencí ostatních dřevin ve smíšených porostech, zejména smrků ztepilých. Většinou se zvláště ve střední a jižní části objektu Vojenských lesů a statků (Lesní správa Velký Újezd, Hlubičky, Potštát) uplatňuje v porostní skladbě poměrně malým podílem. Jeho zastoupení je v průměru 2 až 3 % porostní plochy. V oblasti Lesní správy Libavá se předpokládá již původní výskyt modřinu opadavého, sudetského. Jeho zastoupení je v tomto lesním objektu vyšší, kolem 6 %, zvláště v porostech středního věku a starších. S ohledem na tyto skutečnosti se v návrhu, který byl formulován nově pro účely rajonizace reprodukčního materiálu lesních dřevin a pro zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a lesního hospodářství střední a jižní části Oderských vrchů na rozdíl od koncepce K. Rubnera, z rámce areálu vypouští (obr. 1).

Navíc se ve srovnání s koncepcemi předchozích autorů, kteří navrhli hranice tohoto modřinu, možná původnost modřinu opadavého, sudetského nevylučuje v relativně úzce vymezené oblasti kolem Rudy nad Moravou. Oprávněnost tohoto pojetí je ovšem diskutní. Lokality může být pokládána za malou předsumatou areálu, zbytek pravděpodobně širšího původního areálu, dnes oddělený od areálu souvislého územím kolem města Šumperka a dále jihozápadní části komplexu lesů Hrubého Jeseníku. V tomto případě se většinou jedná o vyšší polohy v nadmořských výškách vesměs nad 800 m, kde se modřin opadavý nemohl prosadit v konkurenci s ostatními dřevinami horského lesa, v tomto případě zejména se smrkem ztepilým. O výskytu modřinu opadavého, sudetského na lokalitě kolem Rudy nad Moravou se ve své práci zmiňuje Rubner (1943) v souvislosti s informacemi, které mu na základě dotazníkové akce poskytl místní personál. Z tehdejší informace vyplývá, že zejména modřiny starší 80 let je třeba považovat za sudetské. Možnou oprávněnost zařazení úzce vymezené oblasti kolem Rudy nad Moravou do rámce celkového areálu jako izolovanou arelu naznačuje mj. skutečnost, že modřin je hojně zastoupen v různých směsích, např. i v porostech s jedlí bělokorou nejen ve státních lesích (hlavně menší lesní komplexy Žďár, Klapuš), ale i v okolních drobných lesích jako přimíšená nebo vtroušená dřevina s dobrou zmrazovací schopností. Modřin z oblasti Rudy nad Moravou byl



1. Hranice areálu původního rozšíření modřínu opadavého, sudetského – Boundaries of the area of autochthonous distribution of European larch of Sudetic type

předmětem pozornosti lesnického výzkumu již v minulých letech (Klíka, 1931; Domin, 1930; Hrubý, 1932, 1933) a na základě materiálu z Rudy nad Moravou byl realizován i pokus modřín opadavý, sudetský charakterizovat zejména co do některých morfologických vlastností. Modřín opadavý u Rudy nad Moravou, který roste ve stanovištních a porostních podmínkách srovnatelných např. s poměry v oblasti Krnova, je zastoupen na velkém počtu výzkumných ploch provenienčních v ČR a v zahraničí, mj. v rámci mezinárodního provenienčního pokusu IUFRO 1958/59. Ve srovnání s ostatními, prokazatelně původními proveniencemi ze sudetské oblasti je charakteristický rychlým růstem, značnou objemovou produkcí i relativně značnou proměnlivostí tvárnosti kmene. Tyto vlastnosti, které jsou podle dosavadních zkušeností typické pro modřín opadavý, sudetský, naznačují, že zařazení regionální populace z oblasti Rudy nad Moravou jako izolované části původního areálu může mít oprávnění.

Pro naznačené účely semenářské rajonizace a zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a vymezení hospodářských souborů ve smyslu vyhlášky Ministerstva zemědělství ČR č. 83/1996 Sb. jsou navrženy hranice, vymezující areál původního rozšíření modřínu opadavého, sudetského na obr. 1. Hranice souvislého areálu probíhá těmito lokalitami (obce, sídliště, případně jiné geografické prvky):

Státní hranice na průsečku se spojnici obce Zlaté hory a Jarnoltówek (Polsko), dále Zlaté hory, jižním směrem na Heřmanovice, Vrbno pod Pradědem, Ludvíkov, Karlova Studánka, dále směr Karlov pod Pradědem, Nová Ves, Žďárský Potok, dále jihozápadním směrem na Hrabší, Brničko, Lesnice, jihovýchodním směrem na Hrabov, Dubicko, Klopín, dále severovýchodním směrem na Troubelice, Šumvald, Sovinec (vrch), Stránské, Albrechtice u Rýmařova, pak jihovýchodním směrem na Rýžoviště, Lomnici, Nové Valteřice, dále na jih na Moravský Beroun, Domašov nad Bystřicí, jihovýchodním směrem na Město Libavá, dále na východ na Klokočůvek, na severovýchod na Vetřkovi-

ce, Lesní Albrechtice, Jakubčovice, na východ na Kyjovice, Horní Lhotu, severně na Háj ve Slezsku, severozápadním směrem na Mokré Lazce, Komárov, Opavu, Vávrovice, pak po státní hranici na severozápad na Krnov, Město Albrechtice, dále po státní hranici na Osoblahu a po státní hranici na západ až po Zlaté hory.

Hranice malé předsunuté arely, jejíž zařazení je diskutní, je charakterizováno (v mapce tečkovaně) tímto průběhem: obec Janoušov, jižním směrem na Hartíkov, Bušín, na jihovýchod přes Olšany do Rudy nad Moravou, východním směrem na Hraběn, Temenice, severozápad na Bohdíkov a na západ na Janoušov.

GEOGRAFICKO-OROGRAFICKÁ A EKOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA AREÁLU PŮVODNÍHO ROZŠÍŘENÍ MODŘÍNU OPADAVÉHO, SUDETSKÉHO

Vycházíme-li z lesních oblastí navržených Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů v Brandýse nad Labem (Modely hospodaření, 1983), pak areál zaujímá části těchto oblastí:

- 32 – Slezská nížina (hlavně Osoblazsko, okolí Opavy),
- 28 – předhoří Hrubého Jeseníku (Lesní hospodářský celek Město Albrechtice, podstatná část, LHC Karlovice část, LHC Ruda nad Moravou část, LHC Loučná, malá část),
- 27 – Hrubý Jeseník (LHC Janovice u Rýmařova část, LHC Loučná, malá část),
- 31 – Českomoravské mezihoří, část Zábřežské krystalinikum (LHC Zábřeh na Moravě část),
- 29 – Nízký Jeseník a Oderské vrchy část (LHC Bruntál část, Karlovice část, Opava část, Vítkov část, Lesy MNO Lipník nad Bečvou část).

Převážnou část areálu tvoří zvlněná plošina Nizkého Jeseníku, předhoří a výběžky Oderských vrchů a část předhoří Hrubého Jeseníku. V rámci výzkumu VÚLHM Jiloviště-Strnady byly pro charakteristiku modřínu zakládány výzkumné plochy v nadmořských výškách 276 m (LHC Město Albrechtice, bývalé poleší Slezské

Rudoltice) až 900 m (LHC Janovice u Rýmařova, bývalé polesí Hubertov). Nadmořská výška kolem 900 m je poloha, kde byl nalezen ještě velmi pravděpodobně autochtonní modřín (LHC Janovice, bývalá polesí Malá Morávka a Hubertov). Jde ovšem již o malé skupiny, hloučky nebo jednotlivé stromy.

Pfeifer (1891) uvádí jako nejvyšší polohu původního výskytu modřínu na lesním majetku bruntálském (řád německých rytířů) nadmořskou výšku 790 m. Micklitz (1857) zmiňuje pro bývalé polesí Hubertov ojedinělý modřín dobrého vzrůstu, věku 110 let v nadmořské výšce 1 065 m. Netrvdí však, že jde o výskyt původní. V současnosti je výskyt autochtonního modřínu v nadmořské výšce nad 700 m v omezené oblasti východních svahů Hrubého Jeseníku vzácný (lokality Malá Morávka, Karlov, Hubertov), nad 800 m je již velmi řídký až ojedinělý.

Po stránce klimatické charakterizoval oblast původního rozšíření modřínu opadavého, sudetského již Herrmann (1933) a zvláště Rubner (1943) vesměs na bázi tehdy dostupných pramenů (Machatschek, 1927; Gregor, 1929). V rámci této stručné informace se omezujeme pouze na několik charakteristik podle díla Atlas podnebí Československé republiky, 1958.

Celkově je možné podnebí areálu modřínu opadavého, sudetského charakterizovat jako typické přechodné klima na straně jedné mezi oceánickým a kontinentálním podnebím, na straně druhé jako přechodné klima nížiny a hor. Průměrné roční teploty se pohybují v rozmezí 5,8 °C (Heřmanovice) až 8,5 °C (Osoblaha), průměrné roční teploty vegetačního období (duben až září) kolísají v mezích 11,9–14,9 °C, délka vegetační doby se pohybuje v intervalu 135–167 dní. Areál modřínu patří do zóny málo souvislých středohor s mírným horským podnebím a pouze severními výběžky zasahuje do oblasti nížin a pahorkatin s nížinným podnebím. Pokud jde o lesní vegetační stupně, patří převážná část území do lvs dubobukového, bukového a jedlobukového (3.–5. lvs). Jen okrajově se v nejnižších polohách dotýká stupně bukodobového (2. lvs).

Úhrn ročních srážek se v areálu modřínu opadavého, sudetského pohybuje v mezích 609 mm (Krnov) až 978 mm (Heřmanovice). Úhrn ročních srážek ve vegetační době kolísá v intervalu 387–619 mm. Jde o oblast, která je ve srovnání s jinými regiony, např. s Moravskoslezskými Beskydami, charakteristická značně nižším celkovým úhrnem ročních srážek (Šindelář, 1993). Tato skutečnost může být jednou z příčin toho, proč modřín opadavý v současném areálu původního rozšíření přece jen odolává konkurenčnímu tlaku ostatních dřevin ve smíšených porostech, zejména smrku a buku, zatímco např. v Moravskoslezských Beskydách dnes jako původní dřevina zastoupen není a jeho výskyt v této oblasti v časných dobách poledových nemusel být vyloučen.

Rubner (1943) se pokusil na bázi porovnání klimatických poměrů areálu modřínu a oblastí sousedních vysvětlit příčiny vzniku hranic areálu. Došel k závěru, že klimatickými poměry lze vysvětlit pouze existenci

západní a jižní hranice (modřín nemůže ve větších nadmořských výškách Hrubého Jeseníku a Oderských vrchů odolávat konkurenčnímu vlivu smrku, jedle a buku).

Geologický podklad v oblasti tvoří převážně paleozoické horniny. Jsou to především břidlice a droby kulmské, v úzkém pruhu při západní hranici areálu i devonské (linie Rýmařov, Vrbno, Zlaté hory). V tomto pruhu jsou také časté diabasy. Jižně od Bruntálu vystupují efuze čediče (např. Uhlířský vrch, Venušina sopka, Velký Roudný).

Ve Slezské nížině, zejména na Osoblažsku a Krnovsku, se vyskytují sprašové hlíny, na Opavsku miocenní sedimenty jílovité a písčité. Na celém území (zvláště na plochém a mírně pokleslém terénu) jsou časté svahové hlíny a zbytky pokryvů sprašových hlín. Východně od Zábřehu se vyskytují algonické ruly a fylity, v izolované arele severně do Rudy nad Moravou také amfibolity a krystalické vápence.

Půdy vznikly většinou jako produkty větrání kulmských drob a jílovitých břidlic a jsou ve svrchních vrstvách dosti často promíšené spraší nebo svahovými hlínami. Jde obvykle o minerálně dobře až středně zásobené půdy, většinou svěží. Hloubka půd značně kolísá. Vyskytují se půdy velmi mělké (svahová eluvia), silně skeletovité až velmi hluboké (hluboké spraše např. na Zábřežsku a Opavsku). Pokud jde o mechanické složení, jde převážně o půdy hlinité až jílovitohlinité, většinou se značným podílem půdního skeletu, jde-li o půdy *in situ*.

Pokud jde o půdní typy, jsou nejrozšířenější kambizemě (hnědé lesní půdy). Převažují mezotrofní kambizemě, jen na minerálně chudších horninách oligotrofní kambizemě. Na půdách hlinitých až jílovitých jsou časté kambizemě luvičké, případně kambizemě pseudoglejové. Na silně kamenitých půdách se vyskytují kambizemě rankerové.

V rámci areálu původního rozšíření modřínu na severní Moravě a části Slezska převažují soubory lesních typů řady živné, částečně řady oglejené a kyselé. Nejvíce je zastoupena půdní kategorie svěží (S), v menší míře kategorie bohatá (B). Půdní kategorie kyselé (K) se vyskytuje jen na chudších horninách. Na hluboké hlinité půdy je vázána půdní kategorie hlinitá (H), případně kategorie oglejená (O).

Modřín tvoří směsi především se smrkem, bukem a jedlí, někdy s borovicí. Jeho zastoupení v porostní směsi je značně proměnlivé. Zastoupení modřínu bývá vyšší na stanovištích relativně chudších (na kategorii S, K), na půdách silněji skeletovitých, případně na stanovištích druhotně ochuzených.

Na základě informací o vlivu jednotlivých fází doby ledové na území současného areálu původního zastoupení modřínu opadavého, sudetského vyslovuje Rubner (1943) názor, že modřín opadavý jako původní dřevina měl v době poledové jako pionýrská dřevina značnou úlohu a osidloval větší území, než je tomu v současnosti. Teprve když se v oblasti v pozdější době objevil smrk, jedle a buk, v nižších polohách dub, začal konkurenční boj. V průběhu těchto konkurenčních vzta-

hů byl modřín postupně zatlačován. Jako slunná dřevina má modřín ve vztahu k ostatním dřevinám v porostních směsích obtížné postavení. Mohl se udržívat pouze tehdy, jestliže v mládí získal s ohledem na rychlý růst dostatečný předstih před stinnými dřevinami. Dnes vzdoruje značnému tlaku ostatních dřevin, s nimiž vytváří společenstva. Tuto skutečnost dokumentují četné příklady – např. situace v rámci Státní přírodní rezervace Ptačí hora, kde je modřín tísněn, na některých lokalitách dokonce potlačován vitálním bukem. Současný areál původního rozšíření modřínu opadavého, sudetského je proto možné považovat za zbytek původního rozsáhlejšího rozšíření.

Je třeba poznamenat, že areál modřínu opadavého zasahuje podle koncepce Rubnera (1943) velmi malými částmi i do polské slezské nížiny, a to v oblasti osoblazského výběžku, Hlubčic (tzv. hlubčický les) a dále v oblasti Trzebina a Laka Prudnicka. V tomto případě jde o tři menší komplexy lesů v jinak převážně zemědělské krajině.

ODHAD SOUČASNÉHO ZASTOUPENÍ MODŘÍNU OPADAVÉHO, SUDETSKÉHO V OBLASTI PŮVODNÍHO ROZŠÍŘENÍ

V rámci dotazníkové akce, kterou uskutečnil počátkem čtyřicátých let Rubner (1943) jako základ rozsáhlé práce o modřínu opadavém, sudetském, byla realizována i inventarizace zastoupení této dřeviny. Šetření se neomezilo pouze na později vymezený areál původního modřínu, ale zasahovalo do širších území zejména na severozápadě, západě, jihozápadě a částečně i na jihovýchodě. Oblast zahrnovala kromě později vymezeného areálu prakticky celý Hrubý Jeseník, Rychlebské hory, na západě zasahovala do Čech v oblasti Svitav a Lanškrouna, na jihozápadě po Mohelnici, na jihovýchodě až po Nový Jičín a Štramberk. Autor zdůrazňuje nutnost zachytit plošně i co do objemu dřeva současný stav zastoupení modřínu (zejména se zřetelem na udržení dostatečného množství porostů) jako základu pro sklizeň osiva. Již tehdy byl modřín opadavý, sudetský hodnocen jako dřevina s vysokou produkcí a vynikajícími technickými vlastnostmi dřeva. Zachování základny pro sběr cenného osiva bylo již v této době považováno za jeden z prioritních úkolů lesního hospodářství v severomoravské a slezské oblasti. V souvislosti s inventarizací a udržením porostů modřínu opadavého, sudetského zdůrazňuje Rubner (1943) jako problém skutečnost, že modřín se ve zkoumané oblasti vyskytuje výhradně ve smíšených porostech a jeho podíl podle objemu biomasy není zpravidla větší než 25 %. Zachování modřínu v těchto porostech proto předpokládá současně šetření i ostatních dřevin tvořících porosty.

Základní šetření autor uskutečnil formou dotazníkové akce v lesích o výměře nad 50 ha převážně na soukromých velkostatkách, ale i v tehdejších státních lesích. Předmětem registrace byla jednak redukovaná

plocha porostů do 40 let, jednak starších 40 let. Porosty starší 40 let byl vedle redukované plochy registrován i objem dřeva v plnometrech. V rámci inventarizace byl modřín kategorizován ve čtyřech skupinách, a to jako modřín opadavý, sudetský autochtonní, modřín opadavý, sudetský uměle zavedený, dále modřín pochybného původu a konečně modřín cizího původu. Tento postup a výsledky představují nesporně cenné informace, tehdejší kategorizace však může vzbuzovat pochybnosti. Odlišení modřínu opadavého, sudetského od ostatních proveniencí druhu je zejména po morfologické stránce obtížné a nejisté. Šetření a kategorizace, byť i zřejmě podle naznačeného návodu, musela být z největší části věcí místních provozních pracovníků. S ohledem na tuto skutečnost a se zřetelem na to, že v Rubnerově práci nejsou uvedena kritéria pro rozlišování zvolených kategorií, je třeba uvést výsledky hodnotit sice pozitivně, současně však velmi kriticky, zejména se zřetelem na zkušenosti získané v rámci výzkumu proměnlivosti, který uskutečnili pracovníci VÚLHM cca 30 let po Rubnerově akci (Šindelář, 1965).

Kromě šetření, které se uskutečnilo na základě dotazníkové akce ve velkostatkářských lesích, bylo podle zmíněného členění do čtyř kategorií registrováno zastoupení modřínu v drobných lesích pod 50 ha, a to podle jednotlivých obcí v rámci tehdejších krajů. Pro každou obec se uvádí celková plocha lesů v katastru, procentuální odhad současně zastoupení modřínu a podle zmíněné kategorizace i současně množství, a to pouze jako objem dřeva v plnometrech.

Na základě sumarizace výsledků šetření ve velkostatkářských lesích v oblasti východních Sudet uvádí autor pro původní modřín 945,51 ha redukované plochy pro porosty starší 40 let a 356,54 ha pro porosty do 40 let. Poměrně značné plochy modřínu jsou registrovány pro uměle zavedený sudetský modřín, a to 704,68 ha pro porosty starší 40 let a 453,70 ha pro porosty do 40 let. Na modřín pochybného původu připadá celkem plocha 445,24 ha, z toho přibližně polovinu obnášejí porosty do 40 let věku a polovinu porosty starší 40 let. Pro porosty vykazované jako modřín cizího původu je uvedena plocha 271,21 ha, z toho přibližně polovina pro porosty do 40 let a polovina pro porosty nad 40 let.

Celkově se plošně zastoupení modřínu ve velkostatkářských lesích ve východosudetské oblasti odhaduje na 3 176,88 ha, z toho připadá na modřín sudetský, autochtonní 41 % plochy, na modřín opadavý, sudetský uměle zavedený 36 %, na modřín pochybného původu 14 % a na modřín vykazovaný jako cizí 9 %. Kromě toho se pro velkostatkářské lesy pro porosty starší 40 let uvádí celková zásoba dřeva pro modřín 680 861 plm. Z tohoto množství připadá na porosty původní 48 %, na sudetský modřín uměle zavedený 38 %, na modřín pochybného původu 10 % a na modřín cizí 4 %.

Vedle šetření ve velkostatkářských lesích uskutečnil Rubner (1943) dotazníkovou akci i v obcích tehdejších krajů, ve 12 územních organizačních jednotkách (Landkreise); jsou to zejména Moravský Beroun, Jese-

ník, Bruntál, Zábřeh, Krnov, Šumperk, Moravská Třebová, Rýmařov, Šternberk, Opava a Vítkov. Z přepočtu ploch a uvedeného zastoupení modřinu vyplývá, že v drobných lesích, kde se dotazníkové šetření uskutečnilo, zaujímá modřin celkovou redukovanou plochu 593,06 ha, což v průměru představuje plošné zastoupení asi 5 %. Celková zásoba modřinu opadavého v drobných lesích územních jednotek činí celkem 43 062 plm, z čehož připadá 78 % na modřin opadavý, sudetský autochtonní, 9 % na modřin uměle zavedený, 4 % na modřin pochybného původu a 9 % na modřin cizího původu.

Výsledky inventarizace, kterou autor uskutečnil, lze po přepočtu dat shrnout v konstatování, že v tehdejší době byl modřin opadavý ve zkoumané oblasti zastoupen na celkové redukované ploše 3 771,94 ha. V drobných lesích podle obcí nejsou uvedeny plošné údaje, takže nelze rozčlenit celkovou plochu na jednotlivé kategorie, uvažované Rubnerem. Podle objemu dřeva však lze usuzovat, že i v drobných lesích (podobně jako na velkých lesních majetcích) připadá na modřin opadavý, sudetský autochtonní a uměle zavedený cca 80 % celkového zastoupení.

V současnosti existují informační podklady, které umožňují přibližně konfrontovat zastoupení modřinu opadavého, konstatované Rubnerem v severomoravské a slezské oblasti, s novými výsledky po uplynutí téměř 50 let. Podkladový materiál představuje souhrnný lesní hospodářský plán, zpracovaný Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů v Brandýse nad Labem, resp. dílčí podklady pro sestavení tohoto plánu. Pro účely konfrontace byly zvoleny údaje těch lesních hospodářských celků, které zcela nebo částečně zasahují do rámce areálu původního zastoupení modřinu opadavého, sudetského. Jde o lesní hospodářské celky Město Albrechtice, Bruntál, Opava, Janovice u Rýmařova, Karlovice, Ruda nad Moravou, Vítkov, Zábřeh na Moravě a dvě lesní správy lesů Ministerstva obrany ČR Lipník nad Bečvou, a to Libavá a Bruntál. I když v převážné vět-

šině LHC (s výjimkou LHC Město Albrechtice a Bruntál) zasahuje areál původního rozšíření modřinu do území celků jen částečně, je celkové území, na které se vztahují údaje o současném zastoupení modřinu, zřetelně méně rozsáhlé než oblast, která byla předmětem Rubnerova šetření ve čtyřicátých letech. Pokud budou pro konfrontaci nutné uvažovány údaje za celé LHC, budou sumární údaje (s ohledem na širší oblast sledovanou Rubnerem) spíše podhodnoceny. Pro porovnání byl zvolen stav ke 31. 12. 1992 s ohledem na to, že v této době ještě výrazněji nepokročila restituce a reprivatizace lesních majetků a hospodářské plány jednotlivých celků proto zahrnují prakticky celou plochu lesů v příslušné oblasti včetně drobných lesních celků. Je pochopitelné, že v lesních hospodářských plánech je zachyceno zastoupení modřinu opadavého celkem, bez jakéhokoli členění podle původu. Konfrontace současného stavu se situací přibližně před 50 lety je proto možná pouze sumárně. Současné údaje tak zahrnují vedle modřinu opadavého, sudetského původního a uměle zavedeného i modřiny podezřelého a cizího původu. Lze předpokládat, že během posledních 50 let se v oblasti severní Moravy a Slezska uplatňoval při umělé obnově lesních porostů a zalesňování modřin místního původu, případně z blízkého okolí. Od počátku čtyřicátých let totiž na základě vydaných právních předpisů platila povinnost používat osivo z uznaných jednotek. Není ovšem vyloučeno, že určitá část porostů mohla vzniknout z reprodukčního materiálu z uznaných jednotek dalších oblastí Čech a Moravy. K dovozu osiva modřinu ze zahraničí v období posledních 50 let již prakticky nedocházelo. Poměrně značná plocha modřinových porostů vznikla z přirozené obnovy původních porostů zejména náletem na opuštěné a zemědělsky nevyužívané pozemky ve čtyřicátých až šedesátých letech.

Z tab. I je patrné, že zastoupení modřinu opadavého v lesních hospodářských celcích, zasahujících do areálu původního rozšíření modřinu opadavého, sudetského bylo koncem roku 1992 celkem 8 981 ha. Proti tomuto

I. Odhad současného zastoupení modřinu v oblasti původního rozšíření modřinu opadavého, sudetského – Estimate of larch representation in the area of autochthonous distribution of European larch of Sudetic type at present

Hospodářský celek ¹	Plošné zastoupení věkových tříd ² (ha)							Celkem ³	(%)	Celková zásoba ⁴ (1 000 m ³)	Celkový roční zalesňovací úkol ⁵	
	1-20	21-40	41-60	61-80	81-100	101-120	121+				(ha)	(%)
Město Albrechtice	124	709	362	263	308	202	66	2 034	9,7	484,6	22	7,6
Bruntál	108	342	245	182	201	162	97	1 337	7,8	305,0	21	10,8
Opava	107	176	186	147	110	60	24	810	4,6	213,3	26	8,1
Janovice u Rýmařova	123	205	79	127	170	88	33	825	4,0	182,9	10	5,3
Karlovice	47	93	47	28	28	12	10	265	2,0	59,6	13	6,8
Ruda nad Moravou	135	140	348	220	230	77	28	1 178	8,4	393,7	20	10,7
Vítkov	93	308	140	205	266	100	12	1 124	6,1	358,4	21	6,6
Zábřeh na Moravě	99	143	154	195	166	47	14	818	6,1	260,4	19	10,8
Lipník nad Bečvou	29	160	157	82	113	35	14	590	6,0	184,2	8	8,8
Celkem ³	865	2 276	1 718	1 449	1 592	783	298	8 981	6,3	2 442,1	160	8,2

¹management-plan area, ²areal representation of age classes, ³total, ⁴total standing volume, ⁵total annual reforestation target

stavu zjistil v r. 1943 Rubner ve srovnatelné, poněkud větší oblasti, než zaujímají lesní hospodářské celky uvedené v tab. I, celkovou redukovanou plochu modřinu opadavého 3 771,94 ha. Z konfrontace výsledků vyplývá, že během asi 50 let se ve zkoumané oblasti plocha modřinu celkem výrazně zvýšila, a to cca o 138 %, tedy více než na dvojnásobek. Tato situace odpovídá přibližně celkovým změnám, které, pokud jde o modřin, nastaly v lesích České republiky. Zatímco v letech čtyřicátých bylo přibližně plošně zastoupení modřinu v lesích ČR asi 1,6 %, podle souborného lesního hospodářského plánu v r. 1992 dosáhl plošný podíl modřinu 3,3 %. K celkovému zvýšení podílu této dřeviny o více než 100 % došlo tedy i v celé republice.

Významný podíl na zvýšení plochy modřinu opadavého v některých územních částech areálu původního modřinu mají rozsáhlé přirozené nálety modřinu na nelesní plochy, které byly po roce 1945 a v následujících obdobích opuštěny, resp. vyřazeny ze zemědělského hospodaření. Modřin se v těchto podmínkách uplatnil velmi výrazně jako pionýrská dřevina a nalétal na opuštěná pole, louky a pastviny nejen v těsném sousedství lesů, ale i na četných dalších vzdálenějších lokalitách. Tyto skutečnosti dokládají šetření uskutečněná počátkem let šedesátých (Šindelář, 1974). Celková plocha modřinových mlazin vzniklých na bývalých nelesních půdách byla v roce 1960 celkem 914 ha (v oblasti tehdejších lesních závodů Město Albrechtice, Šternberk, Ruda nad Moravou, Karlovice, Janovice u Rýmařova, Hradec u Opavy, Bílovec, Hanušovice, Bruntál, Litovel, Vítkov a Krnov). Z této plochy připadlo na porosty dobré jakosti 712 ha. Tyto skutečnosti výrazně

přispěly k tomu, že současná plocha modřinu opadavého ve zkoumané oblasti je relativně velmi vysoká pro porosty druhé a třetí dvacetileté věkové třídy, a to i přesto, že redukovaná plocha modřinu nalétnutého na bývalých nelesních půdách se proti stavu v r. 1960 značně snížila. Na mnohých lokalitách současně s modřinem nebo v následných fázích nalétly i některé další dřeviny (zejména borovice a smrk). V některých případech do porostu pod clonou modřinu spontánně pronikal i dub, buk, ve výjimečných případech i jedle. Tyto následné dřeviny byly na mnohých lokalitách výchovnými zásahy (tj. redukcí modřinu) uvolňovány. V některých případech byly smíšené modřinové porosty ve věku nad 20 let uvolňovány a podsazovány zejména bukem, v některých případech i jedlí.

Tendence uplatňovat v lesním hospodářství České republiky modřin v relativně velkém rozsahu trvá. Podle prognostických představ a kalkulací (Šindelář, 1994; Vokoun, 1995) se navrhuje postupně zvyšování celkového podílu v lesích na 5 %. Z tab. I je zřejmé, že celková současná redukovaná plocha modřinu ve sledované oblasti je pro první dvacetiletou věkovou třídu relativně malá – představuje jen asi 60 % plochy normální za předpokladu stoleté doby obměny pro modřin. Při tom však lesní hospodářské plány navrhuji v celkových zalesňovacích úkolech pro modřin podíl poměrně značný, a to diferencovaně podle lesních hospodářských celků 5,3–10,8 %. Celkově však lze konstatovat, že tendence, které se projevují během posledních 50 let, naznačují, že další existence modřinu opadavého ve východosudetské oblasti a jeho významné zastoupení v druhové skladbě lesních porostů by mělo být pro budoucnost zajišťováno.

OPATŘENÍ K ZACHOVÁNÍ A REPRODUKCI GENOVÝCH ZDROJŮ MODŘINU OPADAVÉHO, SUDETSKÉHO

Původnost modřinu opadavého, sudetského na území České republiky, jeho značný lesnický význam nejen pro české, ale i mezinárodní lesní hospodářství odůvodňuje a vyžaduje aktivní opatření k zachování a reprodukci genových zdrojů této dřeviny.

Za základní opatření lesnického charakteru je třeba považovat tendence nadále udržet přiměřené zastoupení této dřeviny v druhové skladbě lesních porostů především v rámci areálu původního zastoupení. Základním nástrojem tohoto postupu je zejména přirozená obnova, která by měla být indukována a prakticky realizována všude tam, kde má tento postup pozitivní perspektivy. Dosavadní zkušenosti naznačují možnost přirozené obnovy modřinu opadavého především v porostních okrajích v rámci násečné formy reprodukce porostů a na menších užších holinách bočním náletem. V některých případech může přispět k žádoucím výsledkům i přirozená obnova pomocí výstavek. Lesní hospodářské plány v oblasti původního rozšíření modřinu opadavého, sudetského sledují přibližně průměrné žádoucí zastou-



2. Smíšený porost smrku, jedle, modřinu a buku, věk 125 let. Lesní hospodářský celek Karlovice, lokalita Karlovice sever – A mixed stand of spruce, fir, larch and beech, age 125 years. Karlovice forest-management area, Karlovice-North locality

pení modřinu v druhové skladbě lesních porostů kolem 10 % plochy.

Přírodní rezervace

Z hlediska ochrany přírody a krajiny, biodiverzity a z lesnických důvodů bylo pro zachování typických původních lesních porostů se zastoupením modřinu opadavého, sudetského navrženo několik státních přírodních rezervací (tab. II). Zřízení těchto rezervací vesměs navrhly lesnické instituce. Některé základní informační údaje jsou uvedeny podle Maršákové - Němejcové, Mihálíka et al. (1977) a Šindeláře (1965).

Rezervace Radim, dnes v obvodu Lesů České republiky, s. p., Lesní správy Město Albrechtice, představuje soubor smrk-jedle-bukových porostů s významnou příměsí modřinu opadavého, sudetského, javoru horského a jilmu horského. Bohatý bylinný porost tvoří strdivka níčí (*Melica nutans*), lipnice hajní (*Poa nemoralis*), šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*), mařinka vonná (*Asperula odorata*) a lilie zlatohlávek (*Lilium martagon*). Modřin v porostu dosahuje ve věku kolem 120 let výšek cca 40 m a výčetních tloušťek větších než 50 cm. Na výzkumné ploše založené ve vybrané části porostu byla zjištěna značná zásoba biomasy – celkem 857 m³ hroubí na 1 ha.

Rezervace Ptačí hora, dnes soubor porostů v rámci Lesů České republiky, s. p., Lesní správy Bruntál, na lokalitě v blízkosti obce Nové Heřmínovy představuje souvislý smíšený porost buku, smrku a modřinu na kulmských drobách. Zastoupení modřinu v porostní směsi je cca 30 % podle plochy, průměrná výška modřinů na výzkumné ploše založené v porostu byla v době měření v r. 1965 ve věku 104 let 36 m, průměrná výčetní tloušťka 36 cm. Modřin velmi silně trpí konkurencí buku, který jej tísní v korunách. V bohatém bylinném patru je hojná kyčelnice cibulkonosná (*Dentaria bulbifera*), mařinka vonná (*Asperula odorata*), šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*) aj. V porostu se velmi dobře skupinovitě zmlazuje buk a v současnosti se realizuje pokus indukovat přirozenou obnovu modřinu v porostních okrajích.

Soubor lesních porostů Karlovice sever v obvodu Lesů České republiky, s. p., Lesní správy Karlovice na



3. Smíšený porost smrku, jedle, modřinu, buku a javoru horského, věk 138 let, ve stadiu obnovy, LHC Město Albrechtice, Státní přírodní rezervace Radim – A mixed stand of spruce, fir, larch and sycamore maple, age 138 years, regeneration stage, Forest-management area Město Albrechtice, State Nature Preserve Radim

levém břehu Černé Opavy u Vrbna pod Pradědem představuje typický horský smíšený les na mírném jižním svahu. V porostu je zastoupen především smrk, dále jedle, modřin, buk, javor horský a jilm horský. Modřin opadavý tvoří příměs jen v některých lokálně omezených částech rezervace. Na výzkumné ploše, která byla v porostu založena, bylo zjištěno, že modřin docíloval ve věku 115 let průměrné výšky 41 m a průměrné výčetní tloušťky 44 cm. Celková zásoba biomasy na 1 ha byla na výzkumné ploše značná, a to více než 1 000 m³ hroubí na 1 ha. V bohatém porostu se uplatňuje kyčelnice devítilistá (*Dentaria enneaphyllos*), kyčelnice ci-

II. Přehled přírodních rezervací s modřinem opadavým, sudetským – An overview of nature preserves with European larch of Sudetic type

Označení ¹	Rok založení ²	Plocha ³ (ha)	Směs dřevin ⁴	Zastoupení modřinu v procentech plochy ⁵
Radim	1969	19,25	jd, bk, sm, md, kl, jl	30
Ptačí hora	1970	17,46	sm, bk, kl, md	30
Karlovice sever	1970	42,35	sm, jd, md, bk, kl, jl	10
U leskovicického chodníku	1969	28,97	sm, jd, md, bk, kl	10

sm – smrk ztepilý – Norway spruce, jd – jedle bělokorá – silver fir, md – modřin opadavý – European larch, bk – buk lesní – European beech, kl – javor horský – sycamore maple, jl – jilm horský – Scotch elm

¹name, ²year of foundation, ³area, ⁴tree species mixture, ⁵larch representation in area per cent

bulbosná (*D. bulbifera*), samorostlík klasnatý (*Acetia spicata*), lýkovec jedovatý (*Daphne mezereum*), lilie zlatohlávek (*Lilium martagon*) aj.

Přírodní rezervace U leskovického chodníku představuje soubor smíšených porostů smrku ztepilého s příměsí jedle bělokoré, buku lesního, javoru horského a modřínu opadavého. Otázka původního zastoupení modřínu opadavého je v tomto případě diskutní s ohledem na to, že v blízkosti objektu probíhá předpokládaná hranice původního rozšíření modřínu. V sousedním lesním celku Skřípov se původní zastoupení modřínu opadavého, sudetského nepředpokládá (Rubner, 1943). Relativně chudší stanoviště s půdou pomístně podmačenou je charakterizováno výskytem ostřice řeslicovité (*Carex brizoides*), třtiny rákosovité (*Calamagrostis arundinacea*), štavelu kyselého (*Oxalis acetosella*), violky lesní (*Viola sylvatica*) aj. Důvodem ochrany je uchování zachovalé ukázky víceméně přirozeného porostu Oderské pahorkatiny.

Genové základny

Dalším opatřením k zachování a reprodukci genových zdrojů modřínu opadavého, sudetského jsou genové základny (tab. III), zřízené v souvislosti s ustanovením § 8, odstavec 2f zákona č. 289/1995 Sb. o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon) a podle § 14 vyhlášky Ministerstva zemědělství ČR z 19. 4. 1996 o genetické klasifikaci, obnově lesa, zalesňování a o evidenci při nakládání se semeny a saze-

nicemi lesních dřevin. V lesních hospodářských celcích, zasahujících do areálu původního rozšíření modřínu opadavého, sudetského, je ke 31. 12. 1997 evidováno sedm genových základů o celkové výměře 2 603,07 ha. Jedná se vesměs o soubory smíšených porostů, kde modřín tvoří buď příměs, nebo je jen vtroušen. V genové základně 189 – Cvilín, která je zřízena především pro borovici lesní, tvoří modřín v porostech jen malou příměs, jde však o modřín původní, dobré kvality, který se při vhodném způsobu obnovy porostů může úspěšně přirozeně zmlazovat. V souladu se zásadami, obsaženými ve vyhlášce, se má modřín v těchto objektech intenzivně využívat pro sklizeň osiva a má se vhodnými pěstebními opatřeními sledovat přirozená obnova této dřeviny. Existují předpoklady pro zřízení ještě jedné nebo dvou genových základů v oblasti LHC Město Albrechtice, a to v lesích města Krnova. Genové základny jsou registrovány v celostátní evidenci a v lesních hospodářských plánech. V souvislosti s obnovou LHP je revidován i stav genových základů a rozhodnuto o prodloužení platnosti nebo o zrušení v případech významného narušení kalamitami.

Porosty uznané ke sklizni osiva a výběrové stromy

Podle evidence VÚLHM, Výzkumné stanice Uherské Hradiště bylo v oblasti hospodářských celků zasahujících do areálu původního rozšíření modřínu opadavého, sudetského uznáno ke sklizni osiva celkem 250,21 ha porostů pro modřín a vyhledáno, vyznačeno a uznáno celkem 191 výběrových stromů. Pokud jde o porosty uznané ke sklizni osiva, jde o plochy redukované pro modřín. S ohledem na to, že modřín tvoří v porostech příměs a někde je pouze vtroušen, je celková skutečná plocha registrovaných porostů značná a dosahuje více než 1 000 ha.

Plocha porostů uznaných ke sklizni osiva pro modřín je dostatečná pro to, aby osivo modřínu opadavého, sudetského mohlo být v dostatečném množství sklizené a využíváno pro obnovu lesních porostů a zalesňování všude tam, kde nelze počítat s obnovou přirozenou. Předpokladem žádoucích pozitivních výsledků je intenzivní sběr šišek při úrodách a vhodná organizace práce. Existují ještě další potenciální možnosti uznání porostů ke sklizni osiva pro modřín s ohledem na to, že v rámci lesních hospodářských celků, uvedených v tab. IV, bylo v rámci lesních hospodářských plánů v r. 1992 registrováno celkem 3 122 ha redukované plochy pro modřín v porostech starších 60 let. Lze předpokládat, že stav se do současnosti proti stavu v r. 1992 příliš nezměnil, takže současná plocha porostů uznaných ke sklizni osiva představuje pouze 8 až 9 % redukované plochy modřínu v porostech starších 60 let. Výběrové stromy byly vyhledávány podle potřeby se zřetelem na jejich využívání pro zakládání semenných sadů. Možnost event. dalšího rozšíření dnes registrovaného počtu je v případě aktuální potřeby reálná zejména v rámci LHC Město Albrechtice, Bruntál a Zábřeh na Moravě.



4. Výstavky modřínu opadavého, sudetského, věk 135 let. LHS Janovice u Rýmařova, lokalita Malá Morávka. Modřín téměř na hranici vertikálního rozšíření v nadmořské výšce cca 800 m – Standards of European larch of Sudetic type, age 135 years. Management-plan area Janovice near Rýmařov, Malá Morávka locality. The larch is almost at the boundary of vertical distribution at a height about 800 m above sea level

III. Genové základny se zastoupením modřínu opadavého, sudetského – Gene-pool plots with the presence of European larch of Sudetic type

Evidenční číslo ¹	Označení ²	Lesní hospodářský celek ³	Lesní oblast ⁴	Lesní vegetační stupeň ⁵	Výměra ⁶ (ha)	Dřeviny ⁷	Platnost do roku ⁸
158	Hradisko, Ptačí hora	Bruntál	28, 29	4, 5	340,88	bk, md, kl	2001
221	Karlovice sever	Karlovice	28	5, 6	536,00	sm, jd, bk, md, kl, jl	2003
173	Ruda nad Moravou	Ruda nad Moravou	28	4	211,54	sm, jd, bk, md, kl	2002
175	Brničko	Zábřeh na Moravě	28	3, 4	330,37	sm, bk, md	2008
192	Hůrky, V. Heraldice	Opava	29	3, 4	343,00	bor, md, dbz, lpv, bk	2008
192	Březina, V. Heraldice	Opava	29	3, 4	155,00	bor, md, dbz, lpv, bk	2008
189	Cvilín	Město Albrechtice	29	3, 4	686,28	bor, md+	2001

Lesní oblasti – Forest regions: 28 – Předhoří Hrubého Jeseníku – foothills of the Hrubý Jeseník Mts., 29 – Nizký Jeseník – Nizký Jeseník Mts.
 Lesní vegetační stupeň – Forest altitudinal zones: 3 – dubobukový – oak-beech, 4 – bukový – beech, 5 – jedlobukový – fir-beech, 6 – smrkobukový – spruce-beech

Dřeviny – Tree species: sm – smrk ztepilý – Norway spruce, jd – jedle bělokorá – silver fir, md – modřín opadavý – European larch, bor – borovice lesní – Scotch pine, bk – buk lesní – European beech, dbz – dub zimní – durmast oak, lpv – lípa velkolistá – large-leaved linden, kl – javor horský – sycamore maple, jl – jilm horský – Scotch elm

Podle evidence VÚLHM, Výzkumné stanice Uherské Hradiště, stav ke 31. 12. 1997 – According to records kept by the Research Institute of Forest and Game Management, Uherské Hradiště Station, situation to 31st Dec. 1997

¹No., ²name, ³management-plan area, ⁴forest region, ⁵forest altitudinal zone, ⁶plot size, ⁷tree species, ⁸valid by

IV. Přehled ploch porostů uznaných ke sklizni osiva pro modřín opadavý v oblasti areálu původního rozšíření modřínu opadavého, sudetského – An overview of plots with stands certified for seed collection for European larch in the area of autochthonous distribution of European larch of Sudetic type

Lesní hospodářský celek ¹	Porosty uznané ke sklizni osiva ² (ha)			Výběrové stromy (počet) ³
	A	B	celkem ⁴	
Bruntál	11,72	38,95	50,67	52
Janovice u Rýmařova		13,31	13,31	28
Karlovice	2,46	17,13	19,59	14
Město Albrechtice	18,88	64,52	83,40	78
Opava	2,42	9,60	12,02	3
Ruda nad Moravou	5,33	22,44	27,77	8
VLS Bruntál	0,39	43,16	43,55	
VLS Libavá		11,32	11,32	
Vitkov		18,21	18,21	
Zábřeh na Moravě	18,82	51,55	70,37	8
Celkem ⁴	60,02	290,19	350,21	191

Podle evidence VÚLHM, Výzkumné stanice Uherské Hradiště, stav ke 31. 12. 1997 – According to records kept by the Research Institute of Forest and Game Management, Uherské Hradiště Station, situation to 31st Dec. 1997

¹forest-management area, ²stands certified for seed collection, ³plus trees (number), ⁴total

Plochy reprodukční (semenné porosty) a semenné sady

Dalším prvkem v souboru opatření k zachování a reprodukci genových zdrojů lesních dřevin jsou reprodukční plochy (semenné porosty). V lesních hospodářských celcích zasahujících do areálu modřínu opadavého, sudetského bylo až dosud založeno 55,21 ha těchto ploch pro modřín, z toho nejvíce v oblasti LHC Ruda nad Moravou a Zábřeh na Moravě. Na těchto plochách, založených vesměs sadbou, rostou potomstva porostů uznaných ke sklizni osiva. Předpokládá se, že porosty po dosažení věku kolem 30 let bude možné silnými zásahy uvolnit a podsázet vhodnými dřevinami

(zejména bukem), podle podmínek i lípou tak, aby postupně vznikaly smíšené porosty žádoucího druhového složení. Předpokládá se také, že tyto porosty by měly být v budoucnu uznány a využívány jako zdroj osiva.

Z relativně velké plochy semenných sadů, které byly založeny pro modřín opadavý a jichž je pro Českou republiku registrováno 94,77 ha, jsou v oblasti původního rozšíření modřínu opadavého, sudetského založeny pouze dva objekty o výměře 3,60 ha. Klonová potomstva mnohých výběrových stromů ze sudetské oblasti (tab. IV) rostou v některých sadech v jiných oblastech ČR. V současnosti je aktuální ověřování (testování) semenných sadů jako celku a jednotlivých výbě-



5. Smíšený porost smrku, jedle a modřinu ve stadiu obnovy. Věk 125 let. LHC Bruntál, lokalita Rázová – A mixed stand of spruce, fir and larch at regeneration stage. Age 125 years. Bruntál forest-management area, Rázová locality



6. Výstavek modřinu opadavého, sudetského, tzv. „král modřinů“. Věk cca 180 let, výška 42 m, výčetní tloušťka 122 cm. LHC Bruntál, lokalita Nové Heřminovy – A standard of European larch of Sudetic type, so called King of Larches. Age about 180 years, height 42 m, breast-height diameter 122 cm. Bruntál forest-management area, Nové Heřminovy locality

V. Plochy reproduktivní (semenné porosty) a semenné sady v lesních hospodářských celcích zasahujících do oblastí původního rozšíření modřinu opadavého, sudetského – Reproductive plots (seed stands) and seed orchards in forest-management areas adjoining the area of autochthonous distribution of European larch of Sudetic type

Lesní hospodářský celek ¹	Semenné porosty ² (ha)	Semenné sady ³ (ha)
Bruntál	8,92	
Janovice u Rýmařova	3,78	1,60
Karlovice	7,55	
Město Albrechtice		
Opava	2,32	
Ruda nad Moravou	19,12	
Vítkov		2,00
Zábřeh na Moravě	13,52	
Celkem ⁴	55,21	3,60

¹ forest-management area, ² seed stands, ³ seed orchards, ⁴ total

rových stromů. Pro některé semenné sady jsou založeny a hodnoceny ověřovací výsadby.

DISKUSE A ZÁVĚR

Modřinu opadavého, sudetského byla věnována pozornost již ve vzdálenější minulosti zejména poté, co na jeho rychlý růst, značnou objemovou produkci a dobrý zdravotní stav upozornil Cieslar (1904). Výsledky

provenienčního výzkumu, zejména pak zkoumání rozsáhlého souboru výzkumných ploch série IUFRO 1958/59 prokázaly navíc velmi vysokou adaptační schopnost této dřeviny k různým podmínkám prostředí. Na základě výsledků výzkumu a praktických zkušeností je pěstování modřinu opadavého, sudetského doporučováno nejen v České republice, ale i v některých dalších evropských zemích. S ohledem na uvedené skutečnosti je logické, že modřinu opadavému, sudetskému je věnována specifická pozornost v českém lesním hospodářství, mj. i ve vyhlášce Ministerstva zemědělství ČR č. 82/1996 o genetické klasifikaci, obnově lesa, zalesňování a o evidenci při nakládání se semeny a sazenicemi lesních dřevin. Výrazem specifického zájmu je mj. i semenářská rajonizace, která vymezuje areál původního rozšíření modřinu opadavého, sudetského jako samostatnou rajonizační jednotku.

Pro účely semenářské rajonizace byl přezkoumán areál původního rozšíření, a to na základě starších disponibilních informací z literatury, které byly doplněny výsledky lesnického výzkumu. Jako základ pro vymezení areálu modřinu opadavého, sudetského byly využity zejména práce Herrmanna (1933), Rubnera (1943) a Nožičky (1961), které byly syntetizovány a doplněny novějšími poznatky (Šindelář, 1965). Navržená hranice areálu v podstatě sleduje koncepci Rubnera, která byla přezkoumána a až na výjimky byla shledána jako odpovídající. Výjimku představuje jižní část Oderských vrchů. Původní výskyt modřinu není v této oblasti historicky prokázán, v současné době je

modřín v porostech zastoupen malým podílem a je uplatňován převážně uměle. Navíc se ve srovnání s koncepcí Rubnera (1943) a dalších autorů zcela nevylučuje původnost modřínu v relativně velmi úzce vymezené oblasti kolem Rudy nad Moravou. Tato lokalita může být považována za malou předsunutou izolovanou arelu zbytků původního širšího přirozeného rozšíření modřínu ve vzdálenější minulosti. S ohledem na to, že toto pojetí může být považováno za diskusní, jsou hranice lokality na mapce (obr. 1) vyznačeny tečkovaně.

Vymezení areálu původního rozšíření modřínu opadavého, sudetského jako samostatné rajonizační jednotky sleduje cíl zachování a reprodukce sudetského modřínu a zákaz uplatňování jiného než místního reprodukčního materiálu ve snaze zamezit kontaminaci místního původního modřínu cizím reprodukčním materiálem. Podporuje se ovšem uplatňování modřínu opadavého, sudetského i mimo areál na celém území České republiky (s výjimkou nejvyšších horských poloh) s ohledem na zmíněné pozitivní produkční vlastnosti, dobrý zdravotní stav a zejména adaptabilitu na různé podmínky prostředí.

Z vědeckého i praktického hlediska je významné, v jakém rozsahu se modřín opadavý, sudetský autochtonní i uměle uplatňovaný v oblasti areálu původního rozšíření zachoval. Touto otázkou se zabýval již Rubner (1943), který na základě dotazníkové akce uskutečnil v severomoravské a slezské oblasti, tj. v širším prostoru kolem areálu původního rozšíření, inventarizaci počátkem čtyřicátých let. Podle ní rostl modřín ve zkoumané oblasti na redukované ploše 3 771,94 ha. Z této plochy podle názoru Rubnera a spolupracovníků (majitelé lesů a místní lesní hospodářství) připadlo cca 80 % plochy na modřín opadavý, sudetský autochtonní a uměle zavedený.

Inventarizace současného zastoupení modřínu v sudetské oblasti byla na základě disponibilních podkladů, tj. souborného lesního hospodářského plánu, uskutečněna ke 31. 12. 1992, tj. přibližně 50 let po akci, kterou realizoval Rubner. Porovnání je ovšem pouze velmi přibližné s ohledem na to, že oblasti, které jsou předmětem konfrontace, nejsou zcela identické. Na základě výsledků inventarizace v lesních hospodářských celcích, které zasahují do areálu původního rozšíření modřínu opadavého, sudetského, byla zjištěna v r. 1992 redukovaná plocha modřínu 8 981 ha. Rozdělení této dřeviny na modřín opadavý, sudetský autochtonní, alochtonní a na modřín problematičtější a cizího původu, jak postupoval Rubner ve čtyřicátých letech, ovšem není možné s ohledem na to, že nejsou k dispozici evidenční podklady. Celkově bylo možné konstatovat, že během posledních 50 let se podíl modřínu v druhové skladbě lesů zkoumané oblasti výrazně zvýšil, a to více než na dvojnásobek stavu z let čtyřicátých. V tomto směru se projevuje tendence, která je patrná i v ostatních oblastech České republiky. Důvodem prokázaného zvýšení podílu modřínu opadavého v druhové skladbě lesních porostů je zvláště jeho značná lesnická hodnota, tj. především produkce značného množství biomasy dobré jakosti.

Modřín je dále využitelný v poměrně širokém spektru stanovištních podmínek a v řadě porostních směsích. Vyznačuje se stabilitou a relativně dobrým zdravotním stavem. Pionýrský charakter dřeviny umožňuje její využití při zalesňování kalamitních holin. Významnou vlastností modřínu opadavého je dále relativní odolnost ke znečištění ovzduší a menší ohrožení škodami zvěří (např. ve srovnání s jedlí a bukem).

S ohledem na přírodní a hospodářskou hodnotu modřínu opadavého, sudetského jsou aktuální opatření k zachování a reprodukci genových zdrojů této dřeviny. Řada opatření se v současnosti již realizuje. Vedle specifických postupů má však zásadní důležitost přirozená obnova, tj. reprodukce *in situ*. V současnosti neprobíhá zcela uspokojivě, a je proto naléhavé orientovat systémy obnov lesních porostů s modřínem tak, aby byly pro přirozenou obnovu vhodné. Jde zejména o obnovu v porostních okrajích a bočním náletem na úzké holé seče, případně i o obnovu ze semenných výstavků.

V současnosti jsou registrovány čtyři přírodní rezervace se zastoupením modřínu opadavého, sudetského o celkové výměře 108,03 ha. Jde vesměs o soubory lesních porostů blížících se skladbě původních smíšených porostů s modřínem v sudetské oblasti. V rámci managementu těchto rezervací je záměrem tyto objekty (včetně modřínu) obnovovat přirozenou cestou. V objektu Ptačí hora se s biotechnickými zásahy k indukci přirozené obnovy modřínu již začalo.

Genové základny sledují většinou přednostní uchování, využití a reprodukci genových zdrojů nejen modřínu, ale i dalších dřevin, zejména jedle, buku, javoru kleny a jilmu horského. Až dosud bylo vyhlášeno ve východosudetské oblasti šest těchto objektů o celkové výměře 1 916,79 ha. K tomu navíc přistupuje jedna genová základna v oblasti LHC Město Albrechtice, lokalita Cvilín, která byla uznána především pro borovice lesní. V porostech základny je modřín pomísně vtroušen; při vhodném způsobu hospodaření je charakteristický dobrou kvalitou a zmlazovací schopností. Genové základny mají být přednostně využívány ke sklizni osiva a aplikaci principů ekologicky orientovaného pěstování lesů má být mj. sledována přirozená obnova porostů.

V lesních hospodářských celcích, které zaujímají areál původního rozšíření modřínu opadavého, sudetského nebo do něj zasahují, je v současnosti uznáno 350,21 ha porostů modřínu pro sklizeň osiva, 60,02 ha připadá na porosty kategorie A. Jde celkem o 8,49 % redukované plochy modřínu v porostech starších 60 let. Je žádoucí, aby tyto porosty byly ve větší míře než je tomu dosud v době úrodu využívány ke sklizni osiva a navíc aby byla sledována přirozená obnova těchto porostů. V oblasti je v současné době poměrně značná zásoba porostů s modřínem třetí věkové třídy, takže existují značné potenciální možnosti doplňování porostů pro sklizeň osiva dalším uznáváním.

Ve sledované východosudetské oblasti je v současnosti evidováno 191 výběrových stromů v souladu s požadavky na materiál k výrobě roubovanců pro se-

menné sady. Plocha semenných sadů pro modřín je v oblasti v současné době malá (dva sady o celkové výměře 3,60 ha). Klonová potomstva výběrových stromů jsou však využita v řadě dalších semenných sadů, které jsou založeny mimo areál původního rozšíření modřínu. Dalším prvkem k zachování a reprodukci genových zdrojů modřínu opadavého, sudetského jsou reproduktivní porosty (semenné porosty) v současnosti o výměře 55,21 ha. Tyto porosty jsou určeny pro budoucnost jako potenciální zdroje osiva. Předpokladem pro dosažení tohoto cíle je vhodná péče o tyto porosty – zejména výchova – a v pozdějších fázích vývoje event. podsadba vhodnými dřevinami tak, aby z těchto umělých výsadeb postupně vznikaly smíšené porosty vhodné druhové skladby.

Vybrané porosty uznané ke sklizni osiva, výběrové stromy i semenné sady je třeba postupně zařazovat do ověřovacích výsadeb k testování jejich hospodářské hodnoty, u výběrových stromů pak stupně dědičné podmíněnosti hospodářsky významných znaků a vlastností. První ověřovací série jsou založeny, soustavně se sledují a hodnotí. Výsledků se má využít pro rozhodování o zařazení porostů, případně semenných sadů do kategorie E – ověřených, poznatků získaných pro výběrové stromy pak pro jejich využití k zakládání semenných sadů z pozitivně ověřených klonů a pro účely dalšího šlechtění.

Opatření, která se až dosud realizovala a jsou aktuální pro budoucnost, naznačují, že jsou pozitivní předpoklady pro zachování a vhodné lesnické využití modřínu opadavého, sudetského jako významného prvku lesního hospodářství České republiky.

Literatura

- Atlas podnebí Československé republiky, 1958. Ústřední správa geodézie a kartografie, tab. část: 379, text. část: 355, map. část.
- CIESLAR, A., 1904. Waldbauliche Studien über die Lärche. Zbl. ges. Forstwes., XXX: 1–25.
- DOMIN, K., 1930. Studie o proměnlivosti modřínu v Evropě se zvláštním zřením k Československu. Sbor. výzk. Úst. zeměd. ČSR, Praha, 65: 148.
- GREGOR, A., 1929. Die Wärmeverhältnisse der Tschechoslowakischen Republik. Mitt. des Staatl. Meteorologischen Institutes, Praha: 186.
- HERRMANN, E., 1933. Die Sudetenlärche. Tharandt. forstl. Jb., 84: 363–341.
- HRUBÝ, K., 1932. Rozdíly československých modřínů. Věstník ČAZ, VIII: 514–535.
- HRUBÝ, K., 1933. Rozdíly československých modřínů. Věstník král. československé společnosti nauk, Tř. II: 14–32.
- KLIKA, J., 1931. O rasách modřínu evropského a jeho stanovištích. Věstník ČAZ, VII: 1066–1068.
- KRAUS, G. – RIEDEL, P., 1936. Beitrag zur Kenntniss des Heimatgebietes der Sudetenlärche. Sudetendtsch. Forst-Jagdztg., 36: 69–73.
- MACHATSCHEK, K., 1927. Landeskunde der Sudeten und Westkarpathenländer. Praha: 158.
- MARŠÁKOVÁ-NEMEJCOVÁ, M. – MIHÁLIK, S. et al., 1977. Národní parky, rezervace a jiná chráněná území přírody v Československu. Praha, Academia: 474.
- MICKLITZ, J., 1857. Die forstlichen Vegetationsverhältnisse des Altwater-Gebirges. Verhandlungen der Forst-Section f. Mähren und Schlesien, 3: 3–84, 4: 3–36.
- MÜNCH, E., 1933. Das Larchenrätzel als Rassenfrage. Tharandt. forstl. Jb., 84: 84–106.
- NOŽIČKA, J., 1962. Jesenický modřín. Krajské nakladatelství Ostrava: 221.
- PFEIFER, J., 1891. Forstgeschichte der deutsche Ritter-orden Domäne Freudental. Brno: 364.
- RUBNER, K., 1943. Das Areal der Sudetenlärche. Tharandt. forstl. Jb., 89: 1–99.
- ŠINDELÁŘ, J., 1965. Fenotypová charakteristika populace jesenického modřínu. [Dílčí závěrečná zpráva.] Jiloviště-Strnady, VÚLHM: 203.
- ŠINDELÁŘ, J., 1974. Přirozená obnova jesenického (sudetského) modřínu *Larix decidua* Mill., var. *sudetica* Dom., na nelesních půdách a struktura mlazín. Čas. Slez. Muz., Dendrol., XXIII. Opava: 33–51.
- ŠINDELÁŘ, J., 1993. Pokusné výsadby modřínu opadavého (*Larix decidua* Mill.) v Moravskoslezských Beskydech. Lesnictví-Forestry, 39: 2–9.
- ŠINDELÁŘ, J., 1996. Možnosti optimalizace druhové skladby lesů ČR. Studie VÚLHM Jiloviště-Strnady: 58.
- VOKOUN, J., 1995. Koncepce úprav druhové skladby lesů v dlouhodobé perspektivě z hlediska hospodářské úpravy lesů. Les. průvodce VÚLHM Jiloviště-Strnady: 29–39.
- WUNDER, A., 1895. Verhandlungen der Forstwirte von Mähren und Schlesien. Brno: 16–25.
- Modely hospodaření. 1985. Brandýs nad Labem. Lesprojekt, Ústav inženýrské činnosti Brandýs nad Labem: 144.
- Souhrnný lesní hospodářský plán 1992. Brandýs nad Labem. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 1993: 505.
- Vyhláška č. 82 Ministerstva zemědělství ČR z r. 1996 o genetické klasifikaci, obnově lesa, zalesňování a o evidenci při nakládání se semeny a sazenicemi lesních dřevin. In: Praktická příručka. MZe, Agrospoj Praha, 1996, 12: 30–44.
- Zákon č. 289/1995 Sb. o lesích a změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon). In: Praktická příručka. MZe, Agrospoj Praha: 3–19.
- Zpráva o stavu zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin za rok 1997. VÚLHM. Výzkumná stanice Uherské Hradiště, 1998: 6, 56 tab., 14 obr.

Došlo 13. 2. 1998

THE AREA OF NATURAL DISTRIBUTION OF EUROPEAN LARCH (*LARIX DECIDUA* MILL.) OF SUDETIC (JESENÍKY) TYPE

J. Šindelář

Research Institute of Forest and Game Management, 156 04 Jíloviště-Strnady

The area of autochthonous distribution of European larch (*Larix decidua* Mill.) of Sudetic type was investigated on the basis of available older literary sources and data acquired by recent research for the purpose of seed regionalization. The proposed boundary of the area follows the conception of Rubner (1943), which was reviewed and found as satisfactory with some exceptions. The southern part of the Oderské vrchy Hills is an exception. The distribution in this area has not been demonstrated by historical sources, and the proportion of larch in forest stands is currently very low there. Moreover, contrary to conceptions of Rubner and other authors, the autochthonous distribution of larch cannot be excluded in the delimited area in the environs of Ruda upon Morava. Delimitation of the area of autochthonous distribution of European larch of Sudetic type as an independent regionalization unit is aimed at larch conservation and reproduction, and at a ban on the use of other than local reproduction material for forest regeneration in order to prevent potential contamination of local larch population with foreign reproduction material.

The inventory of larch representation in the Sudetic area at present was conducted on the basis of available materials, i.e. forest management plans, to 31st Dec. 1992, i.e. in about 50 years after Rubner's inventory. The reduced area of larch stands was found to be 8981 ha in total there. It was possible to state in general that the larch percentage in the species composition in the area concerned substantially increased in the last fifty years, to more than a twofold proportion of that in the forties.

Taking into account the natural and commercial value of European larch of Sudetic type, it is urgent to take measures aimed at maintenance and reproduction

of genetic resources of this tree species. Natural regeneration, i.e. *in situ* reproduction, is a priority.

Four nature preserves with European larch of Sudetic type are currently registered; their total area is 108.03 ha. These are groups of mixed forest stands approaching the composition of autochthonous stands in the Sudetic area.

Priorities of gene-pool plots are mostly the maintenance, use and reproduction of genetic resources of European larch as well as other three species in mixed stands (silver fir, European beech, sycamore maple, Scotch elm). Six gene-pool plots have been established in the East Sudetic area until now; their total area is 1916.79 ha.

A total of 350.21 ha of stands for seed collection have been certified in management-plan areas situated in the area of autochthonous distribution of European larch of Sudetic type or in adjoining areas. The standing volume of European larch of the third age class is relatively high in the area concerned, so there is a great potential for complementation of forest stands for seed collection by certification. 191 plus trees have been designated in the area concerned and records are kept on them; they were mostly used for graft production for seed orchard establishment. The area of seed orchards for larch is small, 3.60 ha only. Reproductive plantings *ex situ* (seed stands) on the area of 55.21 ha are another component for the maintenance and reproduction of genetic resources of European larch of Sudetic type. These stands are to be potential seed sources in future.

The measures taken until now, which are promising in view of future practice, suggest that there are favorable conditions for the maintenance and appropriate forestry use of European larch of Sudetic type as an important element in the forest management sector of the Czech Republic.

Kontaktní adresa:

Ing. Jiří Šindelář, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jíloviště-Strnady, Česká republika

A STATE OF THE ART REPORT ON SOME RECENT FORESTRY POLICIES, INITIATIVES AND ACHIEVEMENTS IN INDONESIA (Oborová zpráva o některých nových opatřeních, iniciativách a výsledcích v lesnictví v Indonésii)

B. D. Nasendi

Ministry of Forestry of the Republic of Indonesia, Jakarta, 1997, 301 s., 6 s. barevných fotografií, mnoho literatury

Účelová publikace Ministerstva lesů v Indonésii s předmluvou ministra. Publikace byla vydána při příležitosti XI. světového lesnického kongresu v Antalyi v roce 1997; je rozdělena do osmi kapitol, které obsahují příspěvky řady autorů k danému tématu.

První kapitola se zabývá lesy z pohledu přírodního zdroje, jejich významem pro trvalý rozvoj země, historií využívání, způsobem monitorování současného stavu, vlivem klimatu, poklesem uhlíku aj. Kapitola je rozdělena na devět samostatných oddílů, které zpracovalo 23 odborníků.

Druhá kapitola je věnována změnám v diverzitě lesů a významu lesů jako národního dědictví. Pojednává o rozboru významu lesů pro kvalitu života člověka, o rozvoji ekoturistiky i o systému národních parků v zemi.

Třetí kapitola rozebírá ochrannou funkci lesů a jejich význam pro životní prostředí obyvatel. V osmi tabulkách jsou obsaženy podrobné údaje o erozi, o nákladech na zalesňování, o vlivu dobytka, jsou uvedeny ekonomické rozboru polání. Je zde znázorněn i biosociální model pro povodí.

Čtvrtá kapitola rozebírá produkční funkce lesů. V pěti oddělených částech sleduje systém zalesňování v Indonésii, význam hospodářsko-úpravnického rozdělení pro tvorbu jednotek pro těžbu v Kalimantanu (Borneo). Pro každou jednotku musí být zabezpečena trvalost využití lesní půdy, trvalost dřevní produkce, trvalost uchování lesních ekosystémů, vzrůst přírůstu, zachování genetické neměnnosti, zajištění prevence proti požárům, zabezpečení dostatku dřeva pro lokální malé podniky a obyvatelstvo, snížení ostatní výtěžky z lesů mimo lokální použití a nutnost zabezpečení zaměstnanosti místního obyvatelstva.

Vlastní hospodářsko-úpravnické jednotky jsou koncipovány tak, že asi 50 % zůstává zachováno v nezměněné, přírodní formě jako ekologická chráněná území. Další část je dělena lánovým způsobem na těžební paseky pro jednotlivé roky. V kapitole je rozebrán i stav v přípravě trvalých zkusných ploch, které by přispěly k zajištění trvale udržitelného rozvoje. V závěru kapitoly se popisuje i ostatní výtěžky z lesů.

Pátá kapitola se jmenuje *Ekonomický příspěvek lesa pro trvale udržitelný rozvoj*. V šesti oddělených částech 11 autorů uvádí zásady modelování potřeby dřeva v Indonésii, možnosti využití dřeva při stavbě lodí včetně některých fyzikálních vlastností jednotlivých dřevin, vývoj výroby překližek, možnosti oceňování ostatních užitečných vlivů lesa, sociální a ekonomický význam ratanu.

V šesté kapitole se sleduje sociální dimenze lesnictví ve vztahu k trvale udržitelnému rozvoji. Popisuje se zejména tzv. Kalimantanmodel, který byl pro Borneo vypracován s pomo-

cí odborníků ze SRN. Obdobný projekt zaměstnanosti, využití lesa místním obyvatelstvem aj. byl vypracován pro Sumatru. Jsou uvedeny podrobné rozboru významu lesa pro zajištění obživy, protože 200 milionů obyvatel nedokáže pouze zemědělství uživit. Jedna část se zabývá i možnostmi zapojení žen do lesnictví, vhodnosti jejich role pro různé pracovní oblasti. Byl vypracován dlouhodobý plán pro jejich využití (např. v lesnickém školství, v úpravě krajiny, těžbě a zpracování mimodřevních produktů lesů aj.). Do kapitoly je zařazen i přehled o vzdělání a výchově člověka ve vztahu k lesnímu hospodářství. Zde je třeba si uvědomit obrovskou populaci země i to, že 66 % obyvatelstva je soustředěno na ostrovy Jáva a Bali, a zároveň to, že 74 % plochy státu – tedy 144 mil. ha – představují lesy. V sektoru lesního hospodářství je zaměstnáno 34 090 lesníků, z nichž 87 % je středoškolsky vzdělaných. V soukromém sektoru je to dalších 15 300 techniků ve 351 současných společnostech s plnou těžební koncesí. Odděleně se pojednává i o významu nevládních organizací (NGO) pro sektor lesního hospodářství.

Sedmá kapitola je věnována lesnické politice uskutečňované v zemi. Je uveden vývoj a platné lesní zákony a další legislativní normy, informace o zásadách při jejich formulování a strategií pro šestileté hospodářské plány. Následuje stručné zhodnocení mezinárodní spolupráce a kooperace v lesnictví. Podrobně se uvádějí zásady pro dlouhodobé strategické plánování vývoje v lesním hospodářství Indonésie. Jsou popsány i zásady pro tvorbu hospodářských lesních jednotek (KHPH) a zásady pro jejich obhospodařování a využití.

Osmá (nepříliš obsáhlá) kapitola podává ekoregionální pohled na lesnictví Indonésie.

Každou kapitolu uvádí stránka s barevnými fotografiemi z lesnické činnosti nebo krajiny. Každý oddíl je ukončen více či méně podrobným přehledem užité literatury. Každá část uvádí i přesnou adresu autorů, což podává podrobný přehled o lesnických organizacích a institucích země.

Jedná se o ucelené zpracování přehledu o lesích a lesnické činnosti jedné z nejvíce lesnatých zemí světa. Kniha je významná i z pohledu nadcházejícího XXI. světového kongresu IUFRO v Kuala Lumpur v Malajsií v roce 2000, protože dokonale přibližuje odchylné podmínky pro lesní hospodářství v této části světa. Knihu lze získat např. prostřednictvím Directorate General of Forest Inventory, Manggala Wanabakti Building, Block I, Jl. Jend Gator Subroto, Jakarta, Indonesia.

Dr. Ing. Eugen Král,
VOŠL a SLŠ Trutnov

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 zasláného 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 úhozů 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 přehledně 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 doplňuje 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 redakcí přijat k evidenci, nebude-li po formální stránce odpovídat pokynům pro autory.

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 stuck 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.



CONTENTS

Kurth W., Sloboda B.: Tree and stand architecture and growth described by formal grammars – II. Sensitive trees and competition.....	53
Urban J.: <i>Strophosoma melanogrammum</i> Först. – a pest on young beech trees and on European mountain ash in the Žďár region.....	64
Šindelář J.: The area of natural distribution of European larch (<i>Larix decidua</i> Mill.) of Sudetic (Jeseníky) type.....	81
REVIEW	
Král E.: A state of the art report on some recent forestry policies, initiatives and achievements in Indonesia	96

OBSAH

Kurth W., Sloboda B.: Modelování stromové a porostní architektury a růstu pomocí formálních gramatik – II. Pro stromy senzitivního typu a konkurence.....	53
Urban J.: Listopas šedý (<i>Strophosoma melanogrammum</i> Först.) – škůdce mladých buků a jeřábu ptačího na Žďársku.....	64
Šindelář J.: Areál přirozeného rozšíření modřínu opadavého (<i>Larix decidua</i> Mill.), sudetského (jeseňnického).....	81
RECENZE	
Král E.: Oborová zpráva o některých nových opatřeních, iniciativách a výsledcích v lesnictví v Indonésii..	96