

The Fitness of Reproductive-Cycle Plasticity in Yellow-Cedar (*Chamaecyparis nootkatensis*)¹

By Y. A. EL-KASSABY

Pacific Forest Products Ltd., Saanich Forestry Centre,
8067 East Saanich Rd., R.R.#1, Saanichton, B.C. V8M 1K1, Canada

(Received 7th August 1995)

Summary

The development of an abbreviated reproductive cycle in yellow-cedar is considered to be a classical form of phenotypic plasticity that occurs in response to a favourable environmental stimulus. The ability of genotypes to produce a diversity of reactions/forms in response to various environmental conditions secures its survival; however, survival alone does not ensure the genotypes' reproductive success. I analyzed the fitness of the observed reproductive-cycle plasticity in seed germination of yellow-cedar produced under a "normal" 3-year-reproductive cycle and compared it with that produced under an abbreviated 2-year-reproductive cycle. The germination of viable seed produced from abbreviated reproductive cycle was higher than that from high-elevation seedlots (i.e., control), indicating that there is a potentially greater cost for fitness at high-elevations due to the dependence on the presence of a favourable environment during the 2-year-period required for a seed to develop.

Key words: *Chamaecyparis nootkatensis*, reproductive cycle, phenotypic plasticity, fitness, germination.

FDC: 161.6; 165.3; 181.5; 174.7 *Chamaecyparis nootkatensis*.

Yellow-cedar (*Chamaecyparis nootkatensis* (D. DON) SPACH), a member of the Cupressaceae family, is characterized by having a 3-year-reproductive cycle in its natural habitat (OWENS and MOLDER, 1975). Pollen and seed cone bud initiation start in the summer of the first year, pollination and subsequent fertilization occur in the spring or early summer of the second year, after which embryo and seed development are arrested in the late summer or fall of that year to resume development in the spring of the third year, followed by cone opening and seed shed in the fall of that year. This relatively long reproductive cycle has arisen as an adaptation to the short growing season of its high-altitude environment (OWENS and BLAKE, 1985). Yellow-cedar trees transplanted from their high-elevation sites to low-elevation seed-orchards on southern Vancouver Island produced an abbreviated 2-year-reproductive cycle (EL-KASSABY *et al.*, 1991). The development of an abbreviated reproductive cycle in response to favorable environmental stimulus is a form of phenotypic plasticity, the ability of a single genotype to produce more than one alternative form of morphology, physiological state, and/or performance in response to environmental conditions. However, the response's fitness, rather than its appropriateness, is of interest if it is to produce the raw material for natural selection and evolution of the species under heterogeneous environments. The ability of a single genotype to produce a diversity of responses in response to various environmental conditions secures its survival; however, survival alone does not ensure the genotype's reproductive success.

Variation in the degree of survival and reproductive success achieved is usually attributed to parentage and environmental contingencies. LEWONTIN (1957) made a clear distinction between genetic variability and plasticity. He stated that the former is a characteristic of the population and the latter is a characteristic of the individual. Results from a standard germination test on seed collected from 12 transplanted yellow-cedar genotypes gave an overall germination of 49.44% (range: 26.75% to 67.50%) (Figure 1) and a broad-sense heritability of 0.36 (EL-KASSABY *et al.*, 1993), thus indicating the presence of population variation in fitness, or at least a significant component of fitness, and that the different genotypes differed in their homeostatic ability (see range of germination in Figure 1).

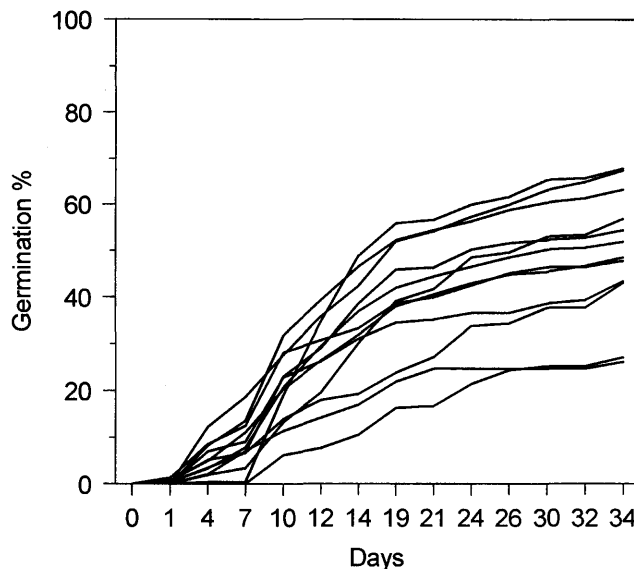


Figure 1. - Germination curves for seed produced under abbreviated reproductive cycle collected from 12 different transplanted yellow cedar genotypes (see EL-KASSABY *et al.*, 1993, for germination test details).

Traditionally, phenotypic plasticity is studied by comparing the performance of the same genotype(s) under different environmental conditions. In the present study, observations were made on different genotypes grown in one environment. I observed a large difference in germination between the transplanted trees and that from 27 commercial seedlots. A comparison of the germination of seed produced under an abbreviated cycle at low elevation (average 49.44%, range: 26.75% to 67.50% (Fig. 1)) with that from 27 high elevation, commercial seedlots (overall average 35.7%, range: 1% to 73%, data not included) produced under a "normal" reproductive cycle indicates that the overall average is higher in the seed produced in abbreviated crops from low elevation than in the high elevation

¹) To the memory of ROBIN DAVIDSON

seedlots. However, the variance (expressed as range) is wider in seedlots from the high elevation implying that there is a potentially greater cost for fitness in high-elevation sites. This is expected under unpredictable environmental conditions if germination is genetically determined (LEVINS, 1968). Viable seed development in high-elevation sites is dependent on the presence of a favourable environment during the 2 year period required for a seed to develop (i.e., 2 successive years that are required for pollination, fertilization, and seed development (see above)).

Phenotypic plasticity was considered as a non-genetic mechanism (CLAUSEN *et al.*, 1940; BJORKMAN and HOLMGREN, 1966; BRADSHAW, 1973), replacing or supplementing genetic variation as a buffer against fluctuating spatial or temporal habitat conditions (but see SCHLICHTING, 1986; and WEST-EBERHARD, 1989, for reviews). By definition, non-genetic mechanisms such as plasticity are therefore unimportant for natural selection or evolution. However, this study supports the concept that phenotypic plasticity is a trait by itself which is genetically variable (GUPTA and LEWONTIN, 1982) and thus capable of responding to selection (SCHLICHTING, 1986; WEST-EBERHARD, 1989).

For plants, phenotypic plasticity is useful for their survival because of their sessile life-style. This study demonstrates the presence of within-population variation in reproductive cycle-fitness and has provided its underlying genetic mechanism ($h^2=0.36$, see EL-KASSABY *et al.*, 1993 for details). This is an indication that the observed plasticity is a part of a trait that, by itself, is subject to natural selection and evolutionary changes. Because yellow-cedar is under early stages of domestication, it is expected that the level of selection for phenotypic plasticity will be higher than under natural conditions. It has been suggested that in species that have been long

domesticated all plasticity would have been stabilized and thus such species will no longer exhibit plasticity.

Acknowledgements

I thank D. KOLOTELO, British Columbia Forest Service, Tree Seed Centre for providing data on natural-stand germination. This work was supported by the Science Council of British Columbia.

References

- BJORKMAN, O. and HOLMGREN, P.: Photosynthetic adaptation to light intensity in plants native to shaded and exposed habitats. *Physiologia Plant* **19**: 854–859 (1966). — BRADSHAW, A. D.: Environment and phenotypic plasticity. *Brookhaven Symp. Biol.* **25**: 75–94 (1973). — CLAUSEN, J., KECK, D. D. and HIESEY, W. M.: Experimental studies on the nature of species. I. Effect of varied environments in western North American plants. *Carnegie Inst. Washington, Pub.* 520 (1940). — EL-KASSABY, Y. A., CHAISURISRI, K., EDWARDS, D. G. W. and TAYLOR, D. W.: Genetic control of germination parameters of Douglas-fir, Sitka spruce, western redcedar, and yellow-cedar and its impact on container nursery production. *In: Dormancy and Barriers to Germination*. Ed. and Comp. D.G.W. EDWARDS. IUFRO Proc. Group P2-04.00 (seed problem) Sympos. Victoria, B.C. Canada. Forestry Canada, Pacific Forestry Centre. pp. 37–42 (1993). — EL-KASSABY, Y. A., MAZE, J., MACLEOD, D. A. and BANERJEE, S.: Reproductive cycle plasticity in yellow-cedar (*Chamaecyparis nootkatensis*). *Can. J. For. Res.* **21**: 1360–1364 (1991). — GUPTA, A. P. and LEWONTIN, R. C.: A study of reaction norms in natural populations of *Drosophila pseudoobscura*. *Evolution* **36**: 934–948 (1982). — LEVINS, R.: *Evolution in Changing Environments*. Princeton University Press (1968). — LEWONTIN, R. C.: The adaptation of populations to varying environments. *Cold Spring Harbour Symp. Quant. Biol.* **22**: 395–408 (1957). — OWENS, J. N. and BLAKE, M. D.: Forest tree seed production. *Can. For. Serv. Petawawa Natl. For. Inst. Inf. Rep.* PI-X-53 (1985). — OWENS, J. N. and MOLDER, M.: Pollination, female gametophyte, and embryo and seed development in yellow cedar (*Chamaecyparis nootkatensis*). *Can. J. Bot.* **53**: 186–199 (1975). — SCHLICHTING, C. D.: The evolution of phenotypic plasticity in plants. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **17**: 667–693 (1986). — WEST-EBERHARD, M. J.: Phenotypic plasticity and the origins of diversity. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **20**: 249–278 (1989).

Buchbesprechungen

Methods for Risk Assessment of Transgenic Plants.

I. Competition, Establishment and Ecosystem Effects. By G. KJELLSSON and V. SIMONSEN. 1994. Public Relations, Birkhäuser Verlag AG, Basel, Berlin, Boston. ISBN 3-7643-5065-2. 224 pages. Hardcover DM 88,-.

The development of efficient methods to genetically modify various plant is increasing very rapidly. Without doubt, in the future a wide range of genetically engineered plant species, ranging from tobacco and potato to citrus, plums and forest trees, deriving from all parts of the world, will be produced and released into natural ecosystems. Therefore, risk assessment of transgenic plants in natural ecosystems is important, because only very few informations are available on possible pleiotropic effects of the inserted gene(s), on possible transmission of the gene to related species, and its risk for ecosystems. The present book compiles a catalogue of methods which may be used in ecological risk assessment and gives an overall review of useful methods for studying competition and establishment of transgenic plants. The catalogue, which is based on a literature search in two main library databases, is well organized and summarized in several chapters. The authors differentiated very strongly relevant key words, which were divided in 2 parts, first the level of the organism, and secondly, processes

related to the level. By level, the authors understand the life stage (e.g. seed, seedling), genome (natural or modified), population or ecosystem. By process, either the phases (e.g. seed bank, seed germination) related to the specific level (e.g. life stage: seed), or the processes (e.g. invasion) which are influenced by, is defined by the authors. Chapter 3 is a list of processes with corresponding methods, and chapter 4 is a list of methods relevant for each processes. A synopsis of processes and recommended methods, and comments on processes, which lack relevant methods, will be presented in chapter 5. In summary, the present book is a general reference book of methods for population ecology and population genetics. It will be useful for scientists and students working in plant ecology and risk assessment, and also for administrators responsible for the legislation of transgenic plants.

M. FLADUNG (Grosshansdorf)

Biologie der Flechten. (UTB 1546). Von G. MASUCH. 1993. Quelle und Meyer Verlag, Heidelberg, Wiesbaden. ISBN 3-8252-1546-6. 411 Seiten mit zahlreichen Abbildungen und Tabellen sowie 8 Tafeln. DM 48,-.

Flechten sind Organismen mit einer perfekten Symbiose zwischen Pilzen (Ascomyceten und Basidiomyceten) und Algen (Grünalgen) bzw. Bakterien (Cyanobakterien oder Blaualgen). Sie zeichnen sich durch spezifische Angepaßtheit an unterschiedlichste Standorte aus und sind in sehr großer Artenzahl weltweit in einer beeindruckenden Formen- und Farbenvielfalt verbreitet. Zahlreiche Arten leben epiphytisch auf Baumrinde. Gesteinsbewohnende Flechten können mehrere Jahrhunderte alt werden. Seit langem wird ihre teilweise große Empfindlichkeit gegenüber sich ändernden Umweltbedingungen beobachtet, insbesondere die gegenüber Luftverschmutzung. Aufgrund dieses Verhaltens eignen sich Flechten hervorragend als Bioindikatoren. Für ein Verständnis der hierbei ablaufenden komplexen Lebensvorgänge sind Kenntnisse über die Biologie der Flechten erforderlich. Das vorliegende Buch ist hierfür eine sehr gute Einführung. In 11 Kapiteln werden morphologische, physiologische und ökologische Grundlagen eingehend dargestellt. Auch auf die Taxonomie der Flechten wird in einem eigenen Kapitel eingegangen. Besonders hervorzuheben sind die vielen in den Text eingebauten Anleitungen zum selbständigen praktischen Arbeiten mit Flechten, was insbesondere dem Anfänger ein willkommener Anreiz zu einem vertiefenden Einstieg in die Flechtenkunde sein dürfte. Allen Kapiteln sind zum Teil umfangreiche Literaturhinweise beigelegt, was sehr zu begrüßen ist. Im Anhang wird zusammenfassend auf einführnde Literatur und Zeitschriften hingewiesen. Es folgen ausführliche Sach- und Gattungsregister sowie 8 Tafeln mit elektronenmikroskopischen Aufnahmen. Insgesamt ist das Taschenbuch allen an Flechten Interessierten sehr zu empfehlen.

B. R. STEPHAN (Grosshansdorf)

Der Baumschulbetrieb. Hrsg. von A. BÄRTELS. 1995. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. ISBN 3-8001-5139-1. 739 Seiten mit 69 Farbfotos, 396 Schwarzweißabbildungen und 165 Tabellen. Gebunden DM 198,-/1545,- ÖS/178,- SFr.

Das Standardwerk „Der Baumschulbetrieb“ liegt nunmehr als 4. aktualisierte und erweiterte Auflage vor. Es wurde entsprechend der gesetzlichen Rahmenbedingungen für die Nutzung von Boden und Wasser sowie den Einsatz von Substraten, Düngern und Pflanzenschutzmitteln überarbeitet sowie neue Daten und Entwicklungen eingearbeitet. A. BÄRTELS, als Herausgeber, und 12 weitere Autoren aus Wissenschaft und Praxis decken in ihren Beiträgen alle Aspekte des Fachgebietes ab. Einführend wird auf den Stand und die Entwicklung der Baumschulen in Europa eingegangen. Nachfolgend werden der Standort einer Baumschule aus produktionstechnischer, ökologischer und absatztechnischer Sicht beschrieben und auf den „Integrierten Pflanzenbau“ sowie das Klima und den Boden eingegangen. In den beiden zuletzt genannten Abschnitten berücksichtigen die Abbildungen der mittleren Lufttemperaturen, der mittleren Niederschlagssumme und der wichtigsten Bodenarten nur das alte Bundesgebiet, während die graphische Darstellung die Winterhärtezonen bereits für ganz Deutschland wiedergibt. Die folgenden 11 Kapitel beschäftigen sich mit der Einrichtung und dem Betrieb einer Baumschule: Bauliche Einrichtungen; Maschinen und Geräte; Bewässerung; Gehölzvermehrung; Bodenpflege und Düngung in der Baumschule; Kultur der Baumschulpflanzen im Freiland; Anzucht von Baumschulpflanzen in Gefäßen; Boden, Einschlagen, Lagern; Pflanzenschutz; Betriebswirtschaft; Marktwirtschaft. Intensiviert bzw. neu hinzugefügt wurden u. a. die Abschnitte Mikrovegetativvermehrung, Bodenbearbeitung, Düngung und Pflanzenschutz. Damit zielt die aktualisierte Auflage auf umweltschonende Kulturmethoden und auf von außen auf den Baumschulbetrieb einwirkende Faktoren, die immer bedeutender werden, ab. Den einzelnen Kapiteln sind Hinweise auf weiterführende Literatur angefügt. Ein 16seitiges Sachregi-

ster, das eine gezielte Suche nach Schlagworten erlaubt, beschließt dieses umfangreiche, übersichtliche und klar gegliederte Fachbuch. Die guten fotografischen Farb- und Schwarzweißabbildungen und Zeichnungen sowie die vielen, oft mehrseitigen Tabellen sollen nicht unerwähnt bleiben. Das Fachbuch ist uneingeschränkt zu empfehlen und wendet sich gleichermaßen an Lehrende und Lernende sowie an jeden interessierten Praktiker.

M. LIESEBACH (Grosshansdorf)

Kiefern in Europa: Bildtafeln und Beschreibungen der in europäischen Wäldern, Gärten und Parks anzutreffenden einheimischen und fremdländischen Arten. Von K.-H. KINDEL. 1995. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York. ISBN 3-437-30771-1. 204 Seiten mit 833 Detailabbildungen auf 93 Tafeln. Gebunden DM 78,-.

Mit dem vorliegenden Buch stellt der Autor seine bislang nur einem kleinen Kreis von Dendrologen bekannte Materialsammlung einem breiten Leserkreis vor. In vorbildlicher Weise ist es dem Autor mit seinen exakten Illustrationen, die mit knappen Texten auskommen, gelungen, zur Kenntnis der Vielfalt der in Europa heimischen und angebaute Kiefernarten beizutragen. Im 1. Teil des Buches wird auf die Gattung Kiefer, ihre Taxonomie und Gliederung sowie ihre Merkmale (Knospen, Nadeln und Nadelquerschnitte, Blüten, Hybridisierung und Phänologie, Zapfen, Apophysen, Samen und Kotyledonen, Rinde sowie Habitus) eingegangen. Im 2. Teil werden 68 Kiefernarten, die in Europa beheimatet sind oder kultiviert werden, auf jeweils 2 Seiten eingehend beschrieben und abgebildet. Die gut strukturierten Beschreibungen sind präzise und knapp gehalten und stellen die wesentlichen Merkmale der jeweiligen Art deutlich heraus. Neben Angaben zu charakteristischen Merkmalen der Art findet der Leser Informationen zu ihrer Verbreitung, zur Verwendung des Holzes und zu ihrer Unterscheidung sowie eine Karte mit dem natürlichen Verbreitungsgebiet der jeweiligen Baumart. Zapfen, Zapfenschuppen, Samen sowie Habitusabbildung und häufig auch Nadelquerschnitt, Nadelbüschel, Blüten oder Knospen sind in detailreichen Zeichnungen des Autors nach Material bzw. Vorlagen vom natürlichen Standort in einer ganzseitigen Tafel auf der dem Text gegenüberliegenden Seite abgebildet. Im Anhang werden zu 12 bedeutenderen Arten Ergänzungen nachgetragen. Ein Literaturverzeichnis und diverse Register beschließen dieses in Europa einzigartige Kiefern-Nachschlagewerk. Das Buch verschafft einem breiten Leserkreis Zugang zur Vielfalt der Gattung Pinus und hat einen ausgesprochen hohen ästhetischen Wert.

M. LIESEBACH (Grosshansdorf)

100 Jahre Waldbau auf natürlicher Grundlage im Staatlichen Forstamt Erdmannshausen. Schriftenreihe „Aus dem Walde“. Mitteilungen aus der Niedersächsischen Landesforstverwaltung, Heft 45. Von G. C. HÖHER u. a. 1992. Bezug: Bezirksregierung Hannover, Am Aegidientorplatz 3, D-30159 Hannover. 140 Seiten. DM 15,-.

Das Buch beschreibt das Staatliche Forstamt Erdmannshausen (40 km südlich von Bremen in Niedersachsen) und dessen Entwicklung. Es würdigt das Wirken F. A. CH. ERDMANN's, der hier seinen „Waldbau auf natürlicher Grundlage“ entwickelte. Er war einer der ersten, der die Bedeutung des Bodenzustandes für die Leistungsfähigkeit der Wälder herausstellte, die Bedeutung der Buche für die Ablösung der ertragsschwachen Kiefernbestände erkannte und realisierte. Im 1. Teil des Buches wird nach einer Einführung in die standörtlichen Verhältnisse des Forstamtes auf die geschichtliche Entwicklung in

mehreren Kapiteln eingegangen. Der 2. Teil ist der Beschreibung des Waldzustandes, der Kiefernstarkholzproduktion, den Besonderheiten der sog. ERDMANNbestände (von ERDMANN umgebaute Kiefernbestände) und den Zielen einer naturgemäßen Waldbewirtschaftung im Forstamt gewidmet. Dem Buch sind 5 Karten beigelegt, die die Bestockungsentwicklung in der Betriebsklasse Erdmannshausen dokumentieren. Die Darstellung dieser beispielhaften Waldentwicklung von der Aufforstung der Heideödländer bis in die heutige Zeit bietet dem waldbaulich interessierten Leser eine Fülle von Anregungen für die eigene Arbeit.

M. LIESEBACH (Grosshansdorf)

Flechten erkennen – Luftgüte bestimmen. Von U. KIRSCHBAUM und V. WIRTH. 1995. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. ISBN 3-8001-3477-2. 128 Seiten mit 73 Farbfotos, Zeichnungen und Tabellen. DM 19,80.

Die Eignung der Flechten zur Bioindikation von Immissionswirkungen ist seit langem bekannt. Zur Ermittlung des Luftgütewertes kann man daher die in einem Stadtgebiet oder auch landesweit vorkommenden Flechtenarten und ihre Häufigkeit kartieren. Da sich die einzelnen Flechtenarten deutlich in ihrer Reaktion gegenüber Luftschadstoffen unterscheiden, ergibt sich aus der Kartierung eine gute Beurteilungsmöglichkeit über die Luftgüte. Grundbedingung für eine Kartierung ist die genaue Artenkenntnis. Eine in Hessen durchgeführte Flechtenkartierung war Anlaß für das jetzt veröffentlichte Bändchen. Es enthält zunächst eine Einführung in die Biologie der Flechten und in die Methode der Flechtenkartierung, die sich auf die Richtlinie 3799, Blatt 1, 1993, des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) bezieht. Es folgt ein Bestimmungsschlüssel (20 Seiten), der die Bestimmung von etwa 120 in Mitteleuropa auf freistehenden Bäumen häufiger vorkommenden Arten ermöglicht. Den Hauptteil des Taschenbuches bilden die Farbabbildungen und Artbeschreibungen (je Art 1 Seite) von 60 ausgewählten, baumbewohnenden Arten. Die Abbildungen sind von hervorragender Qualität, so daß zusammen mit dem ausführlichen Text eine eindeutige Bestimmung der dargestellten Arten möglich ist. Das preiswerte Bändchen kann allen Naturinteressierten sehr empfohlen werden.

B. R. STEPHAN (Grosshansdorf)

Standörtlich-naturräumliche Grundlagen ökologiegerechter Forstwirtschaft: Grundzüge von Verfahren und Ergebnissen der forstlichen Standortserkundung in den fünf ostdeutschen Bundesländern. Von D. KOPP und W. SCHWANECHE. 1994. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin. ISBN 3-331-00666-1. 248 Seiten. DM 72,-.

Die beiden Autoren fühlen sich als Sprecher der Standorterkunder, die isoliert in der DDR eine forstliche Standorterkundung erstellt haben. Das vorliegende Buch stellt einen

Übersichtsband über die Ergebnisse der forstlichen Standortserkundung in den 5 ostdeutschen Bundesländern unter besonderer Berücksichtigung des Methodischen dar. Die Idee für einen Waldbau auf standörtlicher Grundlage geht bereits auf W. PFEIL (1857) zurück. Mit systematischen Versuchen wurde jedoch erst zwischen den beiden Weltkriegen begonnen. Die vorgestellte Methode der Standortserkundung hat ihre Wurzeln in der Bodenkunde, Standortlehre und Vegetationskunde der Eberswalder und Tharandter Lehrstätten sowie der Jenaer Forschungsstätte für Standortkunde. In Zusammenarbeit mit der geowissenschaftlich-historischen und ökologischen Landschaftsplanung wurde der im vorliegenden Buch dargestellte Stand in langjähriger Arbeit entwickelt. Obgleich zwischen Tiefland und Bergland wesentliche Unterschiede bestehen, wurde ein relativ einheitliches Verfahren erreicht.

In 6 Kapiteln, mit umfangreichen Tabellen und zahlreichen Abbildungen, wird die Methodik erläutert und in die Interpretation der Ergebnisse der forstlichen Standortkartierung eingeführt. Nach der Darstellung der Aufgabe der Standortserkundung und einer ausführlichen Einführung in die Grundlagenfassung folgt auf der Grundlage der Kartierung von Standortformen und -mosaiken die Ausgrenzung einheitlich definierter Naturräume. Diese werden im Waldbau bei der Baumartenwahl sowie bei der Wahl standortgerechter Waldbautechnologien berücksichtigt und liefern Informationen für die Bodenmelioration. Schließlich wird auf die periodische Fortschreibung der Standortskarten und auf die Bewährung des Verfahrens innerhalb und außerhalb Ostdeutschlands eingegangen. Ein 9seitiges Literaturverzeichnis, das bedingt durch die ehemalige innerdeutsche Grenze fast ausschließlich ostdeutsche Literaturzitate beinhaltet, rundet den Übersichtsband über die forstliche Standortserhebung in den ostdeutschen Bundesländern ab.

M. LIESEBACH (Grosshansdorf)

Announcement

International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) Research Groups S2.04–01 (Population, ecological and conservation genetics) and P2.05–05 (Genetic aspects of air pollution and climate change) will jointly hold an international symposium at the University of British Columbia in Vancouver, B.C. Canada, on August 5 to 8, 1996. Theme: "Diversity and adaptation in forest ecosystems in a changing world". For more information please contact FRANCIS C. YEH, Dep. of Renewable Resources, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada T6G 2H1, or

FLORIAN SCHOLZ, Inst. Forest Genetics, D-22927 Grosshansdorf, Germany