

INTERNATIONAL BIOLOGICAL PROGRAMME 2

Crop genetic resources for today and tomorrow

EDITED BY
O. H. Frankel

AND
J. G. Hawkes

INTERNATIONAL BIOLOGICAL PROGRAMME 2

Crop genetic resources for today and tomorrow

EDITED BY

O. H. Frankel

Senior Research Fellow

Division of Plant Industry, CSIRO, Canberra, Australia

AND

J. G. Hawkes

Professor of Botany, University of Birmingham, UK

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

CAMBRIDGE

LONDON · NEW YORK · MELBOURNE

Published by the Syndics of the Cambridge University Press
The Pitt Building, Trumpington Street, Cambridge CB2 1RP
Bentley House, 200 Euston Road, London NW1 2DB
32 East 57th Street, New York, NY 10022, USA
296 Beaconsfield Parade, Middle Park, Melbourne 3206, Australia

© Cambridge University Press 1975

Library of Congress catalogue card number: 74-82586

ISBN: 0 521 20575 1

First published 1975

Printed in Great Britain
at the University Printing House, Cambridge
(Euan Phillips, University Printer)

THE INTERNATIONAL BIOLOGICAL PROGRAMME

The International Biological Programme was established by the International Council of Scientific Unions in 1964 as a counterpart of the International Geophysical Year. The subject of the IBP was defined as 'The Biological Basis of Productivity and Human Welfare', and the reason for its establishment was recognition that the rapidly increasing human population called for a better understanding of the environment as a basis for the rational management of natural resources. This could be achieved only on the basis of scientific knowledge, which in many fields of biology and in many parts of the world was felt to be inadequate. At the same time it was recognised that human activities were creating rapid and comprehensive changes in the environment. Thus, in terms of human welfare, the reason for the IBP lay in its promotion of basic knowledge relevant to the needs of man.

The IBP provided the first occasion on which biologists throughout the world were challenged to work together for a common cause. It involved an integrated and concerted examination of a wide range of problems. The Programme was co-ordinated through a series of seven sections representing the major subject areas of research. Four of these sections were concerned with the study of biological productivity on land, in freshwater, and in the seas, together with the processes of photosynthesis and nitrogen-fixation. Three sections were concerned with adaptability of human populations, conservation of ecosystems and the use of biological resources.

After a decade of work, the Programme terminated in June 1974 and this series of volumes brings together, in the form of syntheses, the results of national and international activities.

Contributors

- Alexander, D. E. Department of Agronomy, College of Agriculture, University of Illinois, Urbana, Illinois 61801, USA
- Bradshaw, A. D. Department of Botany, University of Liverpool, P.O. Box 147, Liverpool L69 3BX, UK
- Brezhnev, D. D. N. I. Vavilov All-Union Research Institute of Plant Industry, 44 Herzen Street, Leningrad 19000, USSR
- Brown, A. H. D. CSIRO, P.O. Box 1600, Canberra City, A.C.T. 2601, Australia
- Brown, W. L. Pioneer Hi-Bred International Inc., 1206 Mulberry Street, Des Moines, Iowa 50308, USA
- Chang, T. T. International Rice Research Institute (IRRI), P.O. Box 583, Manila, Philippines
- D'Amato, F. Institute of Genetics, University of Pisa, 56100 Pisa, Italy
- Dinoor, A. Faculty of Agriculture, The Hebrew University of Jerusalem, P.O. Box 12, Rehovot, Israel
- Dorofeev, V. F. Department of Wheats, N. I. Vavilov All-Union Research Institute of Plant Industry, 44 Herzen Street, Leningrad 19000, USSR
- Frankel, O. H. CSIRO, P.O. Box 1600, Canberra City, A.C.T. 2601, Australia
- Harlan, J. R. Department of Agronomy, S-516 Turner Hall, University of Illinois, Urbana, Illinois 61801, USA
- Hawkes, J. G. Department of Botany, University of Birmingham, P.O. Box 363, Birmingham, B15 2TT, UK
- Hegnauer, R. Laboratorium voor Experimentele Plantensystematiek, Rijksuniversiteit, Leiden, 5e Binnenvestgracht 8, Netherlands
- Henshaw, G. G. Department of Botany, University of Birmingham, P.O. Box 363, Birmingham B15 2TT, UK

Contributors

- Hersh, G. Taximetrics Laboratory, Department of EPO Biology, University of Colorado, Boulder, Colorado 80302, USA
- Howard, B. East Malling Research Station, East Malling, Maidstone ME19 6BJ, Kent, UK
- Hyland, H. Germplasm Resources Laboratory, USDA Agricultural Research Center, Beltsville, Maryland 20705, USA
- Jain, S. K. Department of Agronomy, University of California, Davis, California 95616, USA
- Kjellqvist, E. Agricultural Research and Introduction Centre, P.O. Box 9, Menemen, Izmir, Turkey
- Kauffman, H. E. International Rice Research Institute, P.O. Box 583, Manila, Philippines
- Ling, K. C. International Rice Research Institute, P.O. Box 583, Manila, Philippines
- Loresto, G. International Rice Research Institute, P.O. Box 583, Manila, Philippines
- Marshall, D. R. CSIRO, P.O. Box 1600, Canberra City, A.C.T. 2601, Australia
- Martin, F. W. Federal Experiment Station, USDA, Mayaguez, Puerto Rico 00708
- Mengesha, M. Haile Selassie I University, Addis Ababa, Ethiopia
- Morel, G. Centre National de Recherches Agronomiques, Station de Physiologie Végétale, Etoile de Choisy, Route de St Cyr, 78, Versailles, France
- Noshiro, M. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, Sapporo, Japan
- Ochoa, C. Centro Internacional de la Papa, Apartado 5969, Lima, Peru
- Ou, S. H. International Rice Research Institute, P.O. Box 583, Manila, Philippines
- Pathak, M. D. International Rice Research Institute, P.O. Box 583, Manila, Philippines
- Perez, A. T. International Rice Research Institute, P.O. Box 583, Manila, Philippines

- Qualset, C. O. Department of Agronomy and Range Science,
University of California, Davis, California 95616,
USA
- Röbbelen, G. Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, 34
Göttingen, v. Siebold Strasse 8, German Federal
Republic
- Roberts, E. H. Department of Agriculture and Horticulture, Uni-
versity of Reading, Earley Gate, Reading RG6
2AT, UK
- Rogers, D. J. Taximetrics Laboratory, Department of EPO
Biology, University of Colorado, Boulder,
Colorado 80302, USA
- Sakai, A. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido
University, Sapporo, Japan
- Seidewitz, L. Institut Pflanzenbau FAL, Braunschweig-Völken-
rode, 33, Braunschweig, Bundesallee 50, German
Federal Republic
- Sencer, H. A. Agricultural Research and Introduction Centre,
P.O. Box 9, Menemen, Izmir, Turkey
- Snoad, B. Applied Genetics Department, John Innes Insti-
tute, Colney Lane, Norwich NOR 70F, UK
- Soria, J. Tropical Crops and Soils Department, IICA, P.O.
Box 74, Turrialba, Costa Rica
- Sykes, J. T.* Department of Horticultural Science, University
of Guelph, Guelph, Ontario, Canada
- Villareal, R. L. International Rice Research Institute, P.O. Box
583, Manila, Philippines
- Villiers, T. A. Department of Biological Sciences, University
of Natal, Durban, Natal, South Africa

* Present address: Crop Ecology and Genetic Resources Unit, FAO, Via delle Terme di Caracalla, 00100, Rome, Italy.

Contents

- 1 Genetic resources – the past ten years and the next 1
O. H. Frankel & J. G. Hawkes

Part I. Genetic variation in plant populations

- 2 Population structure and the effects of breeding system 15
S. K. Jain
- 3 Population structure and the effects of isolation and selection 37
A. D. Bradshaw
- 4 Optimum sampling strategies in genetic conservation 53
D. R. Marshall & A. H. D. Brown
- 5 Sampling germplasm in a center of diversity: an example of disease resistance in Ethiopian barley 81
C. O. Qualset

Part II. Exploration

Part II A. Exploration targets

- 6 Genetic resources survey as a basis for exploration 99
O. H. Frankel

Part II B. Practical problems in exploration

- 7 Seed crops 111
J. R. Harlan
- 8 Vegetatively propagated crops 117
J. G. Hawkes
- 9 Tree crops 123
J. T. Sykes

Part II C. National and regional exploration activities

- 10 Recent plant exploration in the USA 139
H. L. Hyland
- 11 Plant exploration in the USSR 147
D. D. Brezhnev

Contents

12	Recent and proposed exploration activities of the Izmir Centre, Turkey <i>H. A. Sencer</i>	page 151
13	Exploration and survey in rice <i>T. T. Chang</i>	159
14	Potato collecting expeditions in Chile, Bolivia and Peru, and the genetic erosion of indigenous cultivars <i>C. Ochoa</i>	167
15	Recent cocoa collecting expeditions <i>J. Soria</i>	175

Part III. Evaluation problems

16	The search for disease and insect resistance in rice germplasm <i>T. T. Chang, S. H. Ou, M. D. Pathak, K. C. Ling & H. E. Kauffman</i>	183
17	Evaluation of sources of disease resistance <i>A. Dinoor</i>	201
18	Evaluation of material for frost and drought resistance in wheat breeding <i>V. F. Dorofeev</i>	211
19	The identification of high-quality protein variants and their use in crop plant improvement <i>D. E. Alexander</i>	223
20	Screening for oils and fats in plants <i>G. Röbbelen</i>	231
21	Secondary metabolites and crop plants <i>R. Hegnauer</i>	249

Part IV. Conservation and storage

22	Problems of long-term storage of seed and pollen for genetic resources conservation <i>E. H. Roberts</i>	269
23	Genetic maintenance of seeds in imbibed storage <i>T. A. Villiers</i>	297
24	Some factors contributing to the survival of crop seeds cooled to the temperature of liquid nitrogen <i>A. Sakai & M. Noshiro</i>	317

25	Meristem culture techniques for the long-term storage of cultivated plants <i>G. Morel</i>	page 327
26	The problem of genetic stability in plant tissue and cell cultures <i>F. D'Amato</i>	333
27	Technical aspects of tissue culture storage for genetic conservation <i>G. G. Henshaw</i>	349
28	Possible long-term cold storage of woody plant material <i>B. H. Howard</i>	359
29	The storage of germplasm of tropical roots and tubers in the vegetative form <i>F. W. Martin</i>	369
30	Genetic reserves <i>S. K. Jain</i>	379

Part V. Documentation and information management

31	Documentation for genetic resources centers <i>D. J. Rogers, B. Snoad & L. Seidewitz</i>	399
32	Documentation and information requirements for genetic resources application <i>G. N. Hersh & D. J. Rogers</i>	407

Part VI. Genetic resources centres

33	Crop germplasm diversity and resources in Ethiopia <i>M. H. Mengesha</i>	449
34	A regional plan for the collection, conservation and evaluation of genetic resources <i>E. Kjellqvist</i>	455
35	IRRI's role as a genetic resources center <i>T. T. Chang, R. L. Villareal, G. Loresto & A. T. Perez</i>	457
36	Maize germplasm banks in the Western Hemisphere <i>W. L. Brown</i>	467
37	Genetic resources centres – a co-operative global network <i>O. H. Frankel</i>	473

	<i>Index</i>	483
--	--------------	-----

Table des matières

- 1 **Ressources génétiques – la dernière décennie et la prochaine** 1
O. H. Frankel et J. G. Hawkes

lière partie. Variation génétique dans les populations végétales

- 2 La structure de la population et les effets du système biologique de reproduction 15
S. K. Jain
- 3 La structure de la population et les effets de l'isolement et de la sélection 37
A. D. Bradshaw
- 4 Les meilleurs procédés d'échantillonnage pour la conservation génétique 53
D. R. Marshall et A. H. D. Brown
- 5 L'échantillonnage du germplasm dans un centre de diversification: un exemple de résistance à une maladie chez l'orge en Ethiopie 81
C. O. Qualset

liième partie. Exploration

A. Buts de l'exploration

- 6 La vue des ressources génétiques en tant qu'objectif de l'exploration 99
O. H. Frankel

B. Problèmes pratiques de l'exploration

- 7 Plantes cultivées à semences 111
J. R. Harlan
- 8 Plantes cultivées par propagation végétative 117
J. G. Hawkes
- 9 Arbres cultivés 123
J. T. Sykes

C. Explorations nationales et régionales

- 10 Explorations botaniques récentes de la part des USA 139
H. Hyland
- 11 Explorations botaniques de la part de l'URSS 147
D. D. Brezhnev

12	Explorations récentes ou en projet au centre d'Izmir, Turquie	page 151
	<i>H. A. Sencer</i>	
13	Exploration et la vue du le riz	159
	<i>T. T. Chang</i>	
14	Expéditions de récoltes de pommes de terre au Chili, en Bolivie et au Pérou; l'érosion génétique des cultivars indigènes	167
	<i>C. Ochoa</i>	
15	Récentes expéditions de récolte de cacaoyers	175
	<i>J. Soria</i>	

IIIème partie. Problèmes de l'évaluation

16	La recherche sur la résistance aux maladies et aux insectes chez le germplasm du riz	183
	<i>T. T. Chang, S. H. Ou, M. D. Pathak, K. C. Ling et H. E. Kauffman</i>	
17	Evaluation des sources de résistance à la maladie	201
	<i>A. Dinoor</i>	
18	Evaluation des capacités de résistance à la glace et à la sécheresse chez l'amélioration de blé	211
	<i>V. F. Dorofeev</i>	
19	L'identification des variantes à protéines de haute qualité; utilisation de celles-ci pour l'amélioration des plantes cultivées	223
	<i>D. E. Alexander</i>	
20	Evaluation des huiles et des graisses végétales	231
	<i>G. Röbbelen</i>	
21	Métabolites secondaires et plantes cultivées	249
	<i>R. Hegnauer</i>	

IVième partie. Conservation et stockage

22	Problèmes de stockage de longue durée des semences et des pollens pour la conservation des ressources génétiques	269
	<i>E. H. Roberts</i>	
23	L'entretien génétique des semences en stockage à pleine imbibition	297
	<i>T. A. Villiers</i>	
24	Quelques facteurs contribuant à la survie des semences de plantes cultivées refroidies à la température de l'azote liquide	317
	<i>A. Sakai et M. Noshiro</i>	
25	Techniques de culture des méristèmes pour une conservation de longue durée de plantes cultivées	327
	<i>G. Morel</i>	

Table des matières

26	Les problèmes de la stabilité génétique dans les cultures de cellules et de tissus végétaux <i>F. D'Amato</i>	page 333
27	Aspects techniques du stockage des cultures de tissus pour la conservation génétique <i>G. G. Henshaw</i>	349
28	La possibilité du stockage de longue durée par le froid du matériel végétal ligneux <i>B. H. Howard</i>	359
29	La conservation du germplasm des racines et tubercules tropicaux en forme végétative <i>F. W. Martin</i>	369
30	Réserves génétiques <i>S. K. Jain</i>	379

Vième partie. Direction de la documentation et de l'information

31	Documentation pour les centres de ressources génétiques <i>D. J. Rogers, B. Snoad et L. Seidewitz</i>	399
32	Les exigences de la documentation et de l'information en matière de conservation des ressources génétiques <i>G. N. Hersh et D. J. Rogers</i>	407

Vlième partie. Centres de ressources génétiques

33	Diversité et ressources génétiques de plantes cultivées en Ethiopie <i>M. H. Mengesha</i>	449
34	Un plan régional pour la récolte, la conservation et l'évaluation des ressources génétiques <i>E. Kjellqvist</i>	455
35	Le rôle de l'IRRI en tant que centre de conservation des ressources génétiques <i>T. T. Chang, R. L. Villareal, G. Loresto et A. T. Perez</i>	457
36	Les banques de germplasm de maïs dans l'hémisphère occidental <i>W. L. Brown</i>	467
37	Les centres de ressources génétiques: un réseau de coopération mondiale <i>O. H. Frankel</i>	473

	<i>Index</i>	483
--	--------------	-----

Содержание

1	Генетические ресурсы – предыдущее и последующее десятилетие	1
	<i>O. H. Frankel u J. G. Hawkes</i>	
Секция I. Генетическая изменчивость в растительных популяциях		
2	Структура популяций и влияние систем селекции	15
	<i>S. K. Jain</i>	
3	Структура популяций и влияние изоляции и отбора	37
	<i>A. D. Bradshaw</i>	
4	Оптимальные выборка методы при генетической консервации	53
	<i>D. R. Marshall u A. H. D. Brown</i>	
5	Выборка зародышевой плазмы в центрах разнообразия: пример устойчивого к заболеваниям Эфиопского ячменя	81
	<i>C. O. Qualset</i>	
Секция II. Исследования по сбору		
Подсекция IIА. Цели исследования		
6	Изучение генетических ресурсов, как основа для сбора	99
	<i>O. H. Frankel</i>	
Подсекция IIВ. Практические проблемы сбора		
7	Культуры, размножаемые семенами	111
	<i>J. R. Harlan</i>	
8	Вегетативно размножаемые культуры	117
	<i>J. G. Hawkes</i>	
9	Древесные культуры	123
	<i>J. T. Sykes</i>	
Подсекция IIС. Национальная и региональная деятельность по сбору		
10	Сборы образцов растений в США за последнее время	139
	<i>H. Hyland</i>	
11	Сбор растительных ресурсов в СССР	147
	<i>D. D. Brezhnev</i>	
		xi

Содержание

- 12 Настоящая и перспективная деятельность Измирского центра по сбору растительных ресурсов, Турция *страница* 151
H. A. Sencer
- 13 Сбор и изучение риса 159
T. T. Chang
- 14 Экспедиции по сбору картофеля в Чили, Боливии и Перу, и генетическое обеднение местных сортов 167
C. Ochoa
- 15 Последние экспедиции по сбору какао
J. Soria

Секция III. Проблемы оценки

- 16 Поиски устойчивости к заболеваниям и вредителям в зародышевой плазме риса 183
*T. T. Chang, S. H. Ou, M. D. Pathak, K. C. Ling и
H. E. Kauffman*
- 17 Оценка источников устойчивости к заболеваниям 201
A. Dinooor
- 18 Оценка исходного материала для селекции пшеницы на морозоустойчивость и засухоустойчивость 211
V. F. Dorofeev
- 19 Выделение форм с содержанием высококачественного белка и их использование в улучшении растений 223
D. E. Alexander
- 20 Комплексное изучение растений на масличность и содержание жира 231
G. Röbbelgen
- 21 Вторичные метаболиты и культурные растения 249
R. Hegnauer

Секция IV. Консервация и хранение

- 22 Проблемы долгосрочного хранения семян и пыльцы для консервации генетических ресурсов 269
E. H. Roberts
- 23 Генетическое поддержание всхожести семян при хранении с поглотителями влаги 297
T. A. Villiers
- 24 Некоторые факторы, способствующие к сохранению всхожести семян, охлажденных до температуры жидкого азота 317
A. Sakai и M. Noshiro

25	Техника меристемной культуры для долгосрочного хранения культурных растений <i>G. Morel</i>	страница 327
26	Проблемы генетической стабильности в тканевой и клеточных культурах <i>F. D'Amato</i>	333
27	Технические аспекты хранения тканевых культур при генетической консервации <i>G. G. Henshaw</i>	349
28	Сроки продолжительности хранения древесных культур при низких температурах <i>B. H. Howard</i>	359
29	Хранение зародышевой плазмы корней и клубней тропических растений в вегетативной форме <i>F. W. Martin</i>	369
30	Генетические резервы <i>S. K. Jain</i>	379
 Секция V. Документация и обработка информации		
31	Документация для центров генетических ресурсов <i>D. J. Roberts, B. Snoad и L. Seidewitz</i>	399
32	Необходимая документация и информация применительно к генетическим ресурсам <i>G. N. Hersh и D. J. Rogers</i>	407
 Секция VI. Центры генетических ресурсов		
33	Разнообразие и ресурсы зародышевой плазмы в Эфиопии <i>M. H. Mengesha</i>	449
34	Региональный план по сбору, консервации и оценке генетических ресурсов <i>E. Kjellqvist</i>	455
35	Значение Международного Исследовательского Института Риса (IRRI), как центра генетических ресурсов <i>T. T. Chang, R. L. Villareal, G. Loresto и A. T. Perez</i>	457
36	Банки зародышевой плазмы кукурузы в западном полушарии <i>W. L. Brown</i>	467
37	Центры генетических ресурсов, как глобальная сеть для сотрудничества <i>O. H. Frankel</i>	473
	Индекс	483 xiii

Contenido

- 1 Recursos genéticos – la década pasada y la próxima 1
O. H. Frankel y J. G. Hawkes

Sección I. Variación genética en poblaciones de plantas

- 2 Estructura de poblaciones y efectos del sistema de reproducción 15
S. K. Jain
- 3 Estructura de poblaciones y efectos del aislamiento y de la selección 37
A. D. Bradshaw
- 4 Planificación del muestreo óptimo en la conservación genética 53
D. R. Marshall y A. H. D. Brown
- 5 Muestreo de germoplasma en un centro de diversificación:
un ejemplo de resistencia a enfermedades de la cebada en Etiopía 81
C. O. Qualset

Sección II. Exploración

Subsección II A. Objetivos de la exploración

- 6 El estudio de recursos genéticos como base de la exploración 99
O. H. Frankel

Subsección II B. Problemas prácticos de la exploración

- 7 Cultivos de semilla 111
J. R. Harlan
- 8 Cultivos de propagación vegetativa 117
J. G. Hawkes
- 9 Cultivos arbóreos 123
J. T. Sykes

Subsección II C. Actividades nacionales y regionales de exploración

- 10 Exploración fitológica reciente en EE.UU. 139
H. Hyland
- 11 Exploración fitológica en la URSS 147
D. D. Brezhnev
- 12 Actividades exploratorias recientes y propuestas en el centro de
Esmirna, Turquía 151
H. A. Sencer