



General discussion

The main 'products' of this thesis on concepts and strategies are a breeding concept to arrive at varieties adapted to organic farming systems and a propagation concept to obtain seeds in a way that is compatible with organic principles, in short: organic varieties and organic seeds. The central characteristics of organic varieties are its yield stability and adaptation to organic farming systems, the central characteristic of organic seed is its health. In this chapter the main features, obstacles and challenges to produce the ideal variety and the ideal seed (see Figure 1, Chapter 1) will be discussed and future perspectives, especially for research will be given.

Naturalness as framework

Because organic agriculture operates from other values (ecological and ethical principles) than conventional agriculture and its related science, explication of those values is necessary in order to understand why organic farmers restrict their management options voluntarily and why they search for other strategies. Particularly in the context of new breeding techniques, such as genetic engineering, it became clear that the principles of the organic sector deviate. Principles and choices made by researchers in research protocols are usually not made explicit in formal science, as scientists tend to neglect the impact of underlying principles in their strive for 'value-free' science (Wirz & Lammerts van Bueren, 1997; Baars, 2002). However, it belongs to the realm of science to clarify the concepts behind values and develop strategies in a transparent way and from there to allow other scientists to understand, criticise and collaborate. That is why in the context of developing organic plant breeding and propagation first the concept of naturalness behind the idea of organic agriculture as a 'natural' way of farming was elaborated (Chapter 2). From the reported project it was concluded that 'naturalness' is a recognisable and convincing principle for the actors involved in organic agriculture. It can be considered as a central element in organic agriculture and can serve as a guiding principle for a discussion about the future direction of that agriculture. To create greater transparency operationalisation is found in three approaches related to naturalness in organic agriculture: the non-chemical approach, the agro-ecological approach, and the approach based on integrity of life. Although the concept of naturalness has to be further elaborated, this concept was used as a starting point and framework for this thesis. It should be noted that among the three approaches of the concept of naturalness, the non-chemical and agro-ecological approaches are much more established than the approach of integrity of life. The concept of integrity of life had not previously been conceptualised for the area of cultivated plants, neither in the organic sector nor to such an extent in general bio-ethics. This concept will need more time for further development and to demonstrate its value in developing strategies for organic breeding and organic propagation.

Non-chemical and agro-ecological approaches in the conceptualisation of an organic crop ideotype and organic varieties

In describing the complexity of the organic farming system from the non-chemical and agro-ecological point of view two main areas became apparent where organic farming systems differ most significantly from conventional farming systems: the soil fertility management and the disease and pest management, see Chapter 3. The organic management is focussed on long-term building up of (internal) resilience of the agro-ecosystem. Refraining from chemical pest and disease management and mineral fertilisers results in less (external) inputs and fewer instruments to quickly respond to adverse growing conditions and to interfere when corrections are needed due to yield-reducing and yield-limiting factors. This implies a greater need for 'reliable', adapted varieties, which means varieties with a greater buffering capacity and flexibility to cope with such conditions, compared to varieties in conventional farming systems. Currently organic farmers put more emphasis on higher yield stability than on higher yields. This thesis shows that this implies more than merely a sum of potential resistance traits against pests and diseases, as often is thought simply from the non-chemical way of thinking. From an agro-ecological point of view farmers look for an organic crop ideotype with several additional plant architectural and other growth dynamical aspects of the plant that can directly and indirectly contribute to yield stability and reduce the risks of quality loss. Here the farmer's eye can help to focus the breeder's eye on organic crop ideotypes. Breeders have difficulties when it comes to the issue of a broader genetic base for organic varieties and even more when the organic variety concept includes adaptation by selection under organic farming conditions. These two aspects profoundly affect the formal breeding strategy and imply that specific breeding programmes are required, which differ fundamentally from the current conventional programmes.

For the long-term optimisation of organic farming such new concepts of genetic variation within varieties and strategies for breeding, including the participatory approach are existential. To enlarge yield stability in organic farming systems as much functional diversity at all levels of farm management (farm, field, crop and gene level) should be explored. Because of the complex crop x environment x management interaction in organic farming systems, it is most efficient to select in diverse populations under organic farming conditions, as discussed in Chapter 4. In the short run organic farming can gain some profit from composing variety mixtures with selected existing varieties.

Organic propagation

From a conventional point of view organic seed production, without application of chemical protectants and with few natural treatments permitted in organic farming, is hardly thinkable and many problems for an economically sound development of organic propagation are

emphasised, see Chapter 5. Opposite to that view the organic sector operates from an agro-ecological approach and tends to conceive many problems as merely perceived or easy to overcome by education, training and discussion. Problems regarding soil fertility, weeds, pest and diseases can be adequately controlled in organic systems, although further work for optimisation has to be done on those issues.

Our opinion is that merely relying on a non-chemical approach and thus on 'alternative' seed treatment is expensive and does not guarantee high quality of seed. Because the current breeding and seed propagation industries can in many cases rely on chemical protection during seed production not all existing varieties are suitable for organic seed production. In the short run, the biggest challenge for the seed companies is, therefore, to find the right varieties for propagation, that means varieties which can produce seeds without chemical protectants. A change in assortment will be unavoidable, but in the long run it means that the ability to produce healthy seed should be added to the organic crop ideotype, and breeders should pay more attention to this aspect in their selection process. This will benefit not only the farmers but also the seed producers with less yield losses in seed production.

Furthermore, a great effort is needed to carry out comprehensive and coherent activities related to the development of empirical knowledge and research-based information on adapting and improving cultural practice for organic seed production, developing resistant varieties for healthy seed production, developing protocols for seed health testing, assessing threshold values, and designing organic seed treatments, like priming for quick germination.

Socio-economic aspects: a participatory approach

It may be that the economic constraints of the formal seed sector investing in such a limited area of organic production can trigger new socio-economic organisational and legal structures to re-organise breeding, maintenance and seed production for organic agriculture. A more prominent place in the process should be given to those farmers who have affinity with the process of selection, maintenance and/or seed production without giving up the benefits of the specialisms of farmers and breeders. In the Dutch potato farmer breeders model it is demonstrated how breeders and farmers can closely work together and can enlarge the potential of varieties (Chapter 4).

Another reason for close co-operation between organic farmers and breeders is the fact that formal breeders lack knowledge of organic farming systems. Therefore, it is very important at this stage of conceptualisation of crop ideotypes that breeders have close contact with organic farmers to better understand the organic farming system with its possibilities and limitations. The breeders can benefit especially from the experiential knowledge of the farmers when identifying important plant architectural or growth dynamical aspects that can contribute to

more yield stability. They have the most important impact on not only largely unexplored variety traits but also on the crop ideotype for organic agriculture. In weighing up the priorities the decisions involving an overall farmers' viewpoint are important. It is most efficient to design an interdisciplinary approach in which both farmers and breeders can benefit from each other's knowledge and experience.

Legal aspects: (VCU) variety testing and seed certification

More complex are the consequences of an organic variety concept resulting in more (functional) genetic diversity in the end product (e.g. line mixture variety) for the legal framework of variety registration and trade. In an approach aiming at functional biodiversity to reduce as much risk as possible and to gain more yield stability, genetic diversity in varieties should not be ruled out. The legal framework that is still based on the pure-line theory should be questioned, and should offer possibilities for a sustainable approach accepting a certain degree of genetic variation in a variety. As is now the case in Europe, the different components have to be registered as separate pure lines, and no breeders' rights can be obtained for the genotype mixtures but only by applying for breeders' rights of each single component. If this procedure does not alter the development and maintenance of sustainable approaches in breeding such as line mixture varieties will not be economically feasible.

Adapted regulations are also needed when it comes to organic seed production, concerning adaptation of the certification standards. This need for adjusting is recognised by the formal seed control agencies. They agree that the official threshold values are not adapted to organic farming conditions, and are insufficient for the trading of undressed seeds and guaranteeing the farmer adequate seed supply and quality. In some countries action has already been undertaken to revise such threshold values for organic agriculture, but more research is required to clarify in which cases higher or even lower threshold values are needed for several crops risking (too) high levels of contamination with seed-borne diseases.

Challenges for science

Even though the non-chemical and agro-ecological approaches have been established already for many years, main stream science has paid little attention to the organic sector until lately. Many research questions have come up in this thesis for optimising the yield stability of organic varieties. So far breeding efforts and variety testing have almost only targeted conventional agriculture. As most of the constraints in organic production are not so much an issue in conventional agriculture, current varieties are not selected to cope with these constraints and hence considerable advances are to be expected with breeding efforts and variety evaluation for organic growing conditions.

The organic principles should be a challenge for the breeding sector. It should not merely interpret the ecological and ethical principles of organic agriculture as restrictions to 'leave out' chemical protectants and certain valuable techniques. Organic agriculture challenges itself and researchers to develop new approaches within the framework of the principles of naturalness to gain the desired progress for organic production by new or additional breeding and propagation concepts. This includes multidisciplinary approaches from a non-chemical, agro-ecological and an integrity approach in which variety improvement can play an important role for organic production. Further elaboration of the concept of integrity including the perception of plants will show in which way it can complement the non-chemical and agro-ecological approaches in developing a broader crop ideotype and variety concept for the optimisation of organic production.

Relatively new research issues lie in developing strategies to optimise the organic plant health concept. The relationship with beneficial soil organisms is especially important and the adaptation to lower and to organic, slow-releasing fertilisers has been underexploited for a long time. Molecular markers might be able to help locate such useful traits, but also field selection criteria should be developed.

Closing remarks

The Dutch parliament accepted a motion in 1998 to request the government to come up with an action plan to stimulate organic plant breeding. The Dutch government is still looking to set criteria for the stimulation of organic plant breeding programmes (LNV, 2000). As long as commercial breeding companies will/can not invest in organic breeding programmes for small crops or low-yielding but important large crops such as cereals, there are opportunities for the government to invest in public breeding research to develop new strategies that renew the genetic base for breeding programmes and for (re)new(ed) variety concepts. Co-operation at the European level should be the basis for regional diversification. This thesis may contribute in setting out criteria for the further development of scientific concepts for organic plant breeding and propagation, and to the systematic development of the respectful and artful eye of the individual organic breeder.

The development of organic plant breeding and propagation concepts and strategies can potentially also benefit conventional agriculture seeking sustainable and environmental solutions. The needs in conventional agriculture can only be simultaneously served if the government's policy with regard to fungicides and herbicides becomes stricter in the future. For the future of organic varieties one can still hope that although organic farmers are now forced to use conventional varieties, there will come a time when conventional farmers will use organic varieties.

References

- Akanda, S.I. & C.C. Mundt, 1996. Effects of two-component wheat cultivar mixtures on stripe rust severity. *Phytopathology* 86: 347-353.
- Alexander, H.M. & P.J. Bramel-Cox, 1991. Sustainability of genetic resistance. In: D.A. Sleper, T.C. Barker & P.J. Bramel-Cox (Eds.), *Plant breeding and sustainable agriculture: considerations for objectives and methods*. CSSA Special Publication 18, Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp. 13-27.
- Alföldi, A. (Ed.), 2001. *Plant breeding techniques – an evaluation for organic agriculture*. FiBL Dossier nr 2, Frick-Switzerland, 24 pp.
- Allard, R.W. & J. Adams, 1969. Populations studies in predominantly self-pollinating species. XIII Intergenotypic competition and population structure in barley and wheat. *The American Naturalist* 103: 620-645.
- Almekinders, C. & P. Struik, 2000. Diversity in different components and at different scales. In: C. Almekinders & W. de Boef (Eds.), *Encouraging diversity*. Intermediate Technology Publications, London, pp. 14-20.
- Almekinders, C.J.M. & A. Elings, 2001. Collaboration of farmers and breeders: participatory crop improvement in perspective. *Euphytica* 122: 425-438.
- Almekinders, C.J.M., L.O. Fresco & P.C. Struik, 1995. The need to study and manage variation in agroecosystems. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 43: 127-142.
- Alrøe, H.F. & E.S. Kristensen, 2002. Towards a systemic research methodology in agriculture. Rethinking the role of values in science. *Agriculture and Human Values* 19: 3-23.
- Altieri, M.A., 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 19-32.
- Altieri, M.A. & M. Liebman, 1986. Insect, weed and plant disease management in multiple cropping systems. In: C.A. Francis (Ed.), *Multiple cropping systems*. Macmillan, New York, pp. 183-218.
- Altieri, M.A. & C.I. Nicholls, 1999. Biodiversity, ecosystem function, and insect pest management in agricultural systems. In: W.A. Collins & C.O. Qualset (Eds.), 1999. *Biodiversity in agroecosystems*. RC Press LCC, London, pp. 69-84.
- Altieri, M.A., C.I. Nicholls & M.S. Wolfe, 1996. Biodiversity – a central concept in organic agriculture: restraining pests and diseases. In: T.V. Østergaard (Ed.), *Fundamentals of Organic Agriculture*. Vol. 1, Proceedings of the 11th IFOAM Scientific Conference in Copenhagen 1996. IFOAM, Tholey-Theley, pp. 91-112.
- Amersfoort, I.I. van & H.M.M. de Wit, 2000. *Biologische landbouw en natuurlijkheid, een kwalitatief onderzoek*. Projectnummer D270, Motivaction, Amsterdam, 26 pp.
- Anonymous, 1981. *Nota 'Rijksoverheid en Dierenbescherming'*. Ministerie van Cultuur, Recreatie en Maatschappelijk Werk, Den Haag, 20 pp.
- Anonymous, 1991. Council Regulation (EEC) No 2092/91 of 24 June 1991 on organic production of agricultural products and indications referring thereto on agricultural products and foodstuffs, including all amendments. Official

REFERENCES

- Journal No L 198, 22.7.1991.
- Anonymous, 1999. An ethical foundation for genetic engineering choices. Danish Ministry of Trade and Industry, Copenhagen, 60 pp.
- Anonymous, 2000. Inventarisatie van knelpunten en oplossingsrichtingen voor de biologische landbouw in regelgeving betreffende kwaliteit van zaaizaad en pootgoed. Bureau Ecologie en Landbouw, Rapport nr 26, Wageningen.
- Anonymous, 2001. Geen aarfusarium, toch DON. Oogst Landbouw 41: 37.
- Anonymous, 2002a. Eko-monitor 13. Platform Biologica, Utrecht, p.1.
- Anonymous, 2002b. Meerjaren onderzoeksvisie granen 2002-2005. Productschap Granen, Zaden en peulvruchten, Den Haag, 20 pp.
- Arncken, C., 2001. Getreidequalität – ein ernährungs-, anbau- und standortbezogenes Leitbild für die Züchtung. Beiträge zur biologisch-dynamischen Landwirtschaft 1: 16-20.
- Aufhammer, W. & H. Stützel, 1984. Durch Sortenmischungen bei Wintergerste Verminderung des Krankheitsbefalls? DLG-Mitteilungen 8: 423-425.
- Baars, T., 2002. Reconciling scientific approaches for organic agricultural research. PhD thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, 352 pp.
- Baars, T. & A. de Vries (Eds.), 1999. De boer als ervaringswetenschapper. Elsevier Bedrijfsinformatie, Doetinchem, The Netherlands, 166 pp.
- Baars, T. & L. Brands, 2000. Een koppel koeien is nog geen kudde. Louis Bolk Instituut, Driebergen, 67 pp.
- Balkema-Boomstra, A.G., 2001. Ondergronds veredelen, een braakliggend terrein. Plant Research International, Wageningen UR, Wageningen, The Netherlands, 20 pp.
- Balkema-Boomstra, A.G., 2002. Veredeling op onkruidonderdrukkend vermogen van tarwe door middel van allelopathie. Plant Research International, Wageningen UR, Wageningen, The Netherlands, 26 pp.
- Bastiaans, L., M.J. Kropff, N. Kempuchetty, A. Rajan & T.R. Migo, 1997. Can simulation models help design rice cultivars that are more competitive against weeds? Field Crops Research 51: 101-111.
- Bauer, D., 2000. Enjoying – the new postulation of future plant breeding. In: C. Wiethaler, R. Oppermann, E. Wyss, (Eds.), Organic plant breeding and biodiversity of cultural plants. NABU/FiBL, Bonn, pp. 87-91.
- Becker, J. & H.C. Weltzien, 1993. Bekämpfung des Weizensteinbrandes (*Tilletia caries* (D.C.) Tul. & C.Tul.) mit organischen Nährstoffen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 100: 49-57.
- Berg, G. Van Den, 2001. Vage cijfers voor resistentie tegen bladvlekken in tarwe. Boerderij/Akkerbouw 86(21): 20-21.
- Bloksma, J., 1987. Ziekten en plagen in de biologische landbouw, NRLO, Den Haag, The Netherlands, 242 pp.
- Bloksma, J., 1991. Aantekeningen over luizen. Louis Bolk Instituut, Driebergen, The Netherlands, 56 pp.
- Bloksma, J. & J. van Damme, 1999. Plantgezondheid in plaats van gewasbescherming. Gewasbescherming 6: 170-177.
- Bloksma, J. & P.J. Jansonius, 1999. Biologisch uitgangsmateriaal voor de fruitteelt – situatie 1999, mogelijkheden en knelpunten. Louis Bolk Instituut, Driebergen, The Netherlands, 30 pp.
- Bloksma, J., P.J. Jansonius & M. Zanen, 2002. Annual report 2001 LBI fruit growing research. Louis Bolk Institute, Driebergen, The Netherlands, 20 pp.

- Bockemühl, J., 1983. Vergleiche zwischen Wild- und Kulturformen zum Verständnis der Nahrungspflanze und zum Finden einer Zielrichtung für die Züchtung. *Elemente der Naturwissenschaft* 39:1-14.
- Boelt, B., L. Deleuran & R. Gislum, 2002. Organic forage seed production in Denmark. *International Herbage Seed Group Newsletter IHSG* 34: 3-4.
- Bokhorst, J., 1989. The organic farm in Nagele. In: J.C. Zadoks (Ed), 1989. *Development of Farming Systems. Evaluation of five year period 1980-1984*. Pudoc, Wageningen, The Netherlands, pp. 57-65.
- Bonnier, F.J.M. & Th. Kramer, 1991. *Perspectieven van waardplantresistenties voor het terugdringen van het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen in de akker- en tuinbouw*. DLO-CPRO, Wageningen, The Netherlands, 124 pp.
- Bonthuis, H. & D.A. Donner, 2001. 77^e Rassenlijst voor Landbouwgewassen 2000. PRI, Wageningen, The Netherlands, 300 pp.
- Borgen, A., 2000. Perennial survival of common bunt (*Tilletia tritici*) in soil under modern farming practice. *Journal of Plant Diseases and Protection* 107: 182-188.
- Borgen, A. & L. Kristensen, 2000. Seed-borne diseases – a challenge for organic cereal production. In: T. Alföldi, W. Lockeretz & U. Niggli (Eds.), *Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference*. Hochschulverlag ETH Zürich, Zürich, p. 114.
- Borgen, A. & M. Davanlou, 2000. Biological control of common bunt (*Tilletia tritici*) in organic agriculture. *Journal of Crop Production* 3(5): 157-171.
- Borm, G.E.L., 2001. *Biologische teelt graszaad, oogst 2000, organische bemesting en oogsttechniek bij Engels raaigras in relatie tot rijenafstand*. PPO projectrapport nr. 1146015, Lelystad, The Netherlands, 39 pp.
- Brakeboer, Th., 1999. Biologisch geteeld zaad twee keer zo duur. *Groente en Fruit*, 17 sept.: 14-15.
- Briggs, F.N. & P.F. Knowles, 1967. *Introduction to plant breeding*. Reinhold Publishing Corporation, New York, 425 pp.
- Brom, F.W.A., 1999. The use of 'intrinsic value of animals' in the Netherlands. In: M. Dol et al. (Eds.), *Recognizing the intrinsic value of animals*, Van Gorcum, Assen, The Netherlands, pp. 15-28.
- Brom, F.W.A. & E. Schroten, 1993. Ethical questions around animal biotechnology. The Dutch approach. *Livestock Production Science* 36: 99-107.
- Brouwer, R., 1983. Functional equilibrium: sense or nonsense? *Netherlands Journal of Agricultural Science* 31: 335-348.
- Browning, J.A. & K.J. Frey, 1969. Multiline cultivars as a means of disease control. *Annual Review of Phytopathology* 59: 355-382.
- Bullard, L., B. Geier, F. Koechlin, D. Leskin, I. Meister, & N. Verhagen, 1994. Organic agriculture and genetic engineering. *Ecology and Farming* 8: 25-26.
- Bruggen, A.H.C. van, 1995. Plant disease severity in high-input compared to reduced-input and organic farming systems. *Plant Disease* 79: 976-984.
- Bruggen, A.H.C. van & A.M. Semenov, 2000. In search of biological indicators for soil health and disease suppression. *Applied Soil Ecology* 15: 13-24.
- Bulk, R. van den & R.J. Bino, 1998. Gezondheid van biologische zaaizaad is te verbeteren – zaadbehandeling met antagonisten onderdrukt ziekten. *Ekoland* 10: 16-17.

REFERENCES

- Burger, K. & C. Kik, 2001. Voordeel zoeken in veredeling uien. *Ekoland* 9: 26-27.
- Burgt, G.J. van der & T. Baars, 2001. Manure effects on soil fertility and earthworm populations in organic grass-clover swards on sandy soils. In: J. Isselstein, G. Spatz & M. Hofmann (Eds.), *Organic grassland farming. Grassland Science in Europe*, 6. EGF-Witzenhausen, 10-12 July 2001, pp. 281-283.
- Calonnec, A., H. Goyeau & C. de Vallavieille-Pope, 1996. Effects of induced resistance on infection efficiency and sporulation of *Puccinia striiformis* on seedlings in varietal mixtures and on field epidemics in pure stands. *European Journal of Plant Pathology* 102: 733-741.
- Ceccarelli, S., 1996. Adaptation to low/high input cultivation. *Euphytica* 92: 203-214.
- Ceccarelli, S., 2000. Decentralized-participatory plant breeding: adapting crops to environments and clients. *Proceedings of the 8th Int. Barley Genetics Symposium, Adelaide 22-27 Oct. 2000, Volume 1: 159-166.*
- Ceccarelli, S., S. Grando, E. Bailey, A. Amri, M. El-Felah, F. Nassif, S. Rezgui & A. Yahyaoui, 2001. Farmer participation in barley breeding in Syria, Morocco and Tunisia. *Euphytica* 122: 521-536.
- Cock Buning, Tj. de, 1999. The real role of 'intrinsic value' in ethical review committees. In: M. Dol et al. (Eds.), *Recognizing the intrinsic value of animals. Van Gorcum, Assen*, pp. 133-139.
- Colijn-Hooijmans, T. (Ed.), 2000. *Biologische landbouw in Wageningen Universiteit en Researchcentrum. Grafisch Service Centrum Wageningen, Wageningen, The Netherlands*, 56 pp.
- Cook, A., 2000. *Production of organic seed for the organic farming sector. Elm Farm Research Centre, Newbury-UK*, 40 pp.
- Daamen, R.A., 1990. *Pathosystem management of powdery mildew in winterwheat. Phd thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands*, 124 pp.
- Darwinkel, A., B.A. ten Hag & J. Kuizenga, 1981. Rassenmengsels bij wintertarwe. *Bedrijfsontwikkeling* 6: 619-623.
- Delden, A. van, 2001. *Yielding ability and weed suppression of potato and wheat under organic nitrogen management. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands*, 195 pp.
- Deleuran, L.C. & B. Boelt, 2002. Forage cuts as a by-product in organic seed production. *International Herbage Seed Group Newsletter IHSG* 34: 5-6.
- Den Nijs, T. & E.T. Lammerts van Bueren, 1999. Cross pollination between conventional breeders and organic farmers. *Profyta Annual 1999: 644-653.*
- Dornbos Jr, D.L., 1995. Production environment and seed quality. In: A.S. Basra (Ed.), *Seed quality. Basic mechanisms and agricultural implications. Food products Press, London*, pp. 119-145.
- Dornbusch, C., A. Schauder, P. Prior & U. Köpke, 1992. Seed production in organic agriculture – improved criteria of seed quality in winter wheat – Vol I. In: U. Köpke & D. Schultz (Eds.), *Proceedings of the 9th Conference of International Federation of Organic Agricultural Movements, Sao Paulo. IFOAM*, pp. 19-24.
- Dornbusch, C., A. Schauder, P. Prior & U. Köpke, 1993. Qualität bei Saatgut und Speisegetreide im organischen Landbau. *Ökologie und Landbau* 88: 54-57.
- Dutilh, C. & L. Mustard, 2001. *Nederlanders over duurzaam geproduceerde voeding. Voeding Nu* 4: 29-31.
- Duvick, D.N., 2002. Theory, empiricism and intuition in professional plant breeding. In: D.A. Cleveland & D. Soleri, *Farmers, scientists and plant breeding – integrating, knowledge and practice. CABI Publishing, Wallingford*, pp. 189-211.

- Ebskamp, A.G.M. & H. Bonthuis, 1999. 75^e Rassenlijst voor Landbouwgewassen 2000. CPRO, Wageningen, The Netherlands, 300 pp.
- Eekeren, N. van, 2001. Biologisch graszaad – aan welke eigenschappen moet het gras voldoen? *Ekoland* 2: 2001.
- Eisele, J.A. & U. Köpke, 1997. Choice of cultivars in organic farming: new criteria for winter wheat ideotypes, II: Weed competitiveness of morphologically different cultivars. *Pflanzenbauwissenschaften* 2: 84-89.
- El Bassam, N., 1998. A concept of selection for 'low-input' wheat varieties. In: H.J. Braun, F. Altay, W.E. Kronstad, S.O.S. Beniwal, A. McNab (Eds.), *Wheat: Prospects for global improvement*. Proceedings of the 5th International Wheat Conference, 10-14 June 1996, Ankara, Turkey. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 153-158.
- Falconer, D.S., 1952. The problem of environment and selection. *The American Naturalist* 830: 293-298.
- FAO, 2000. Food safety as affected by organic farming. Twenty second FAO regional conference for Europe. www.fao.org/organicag/frame2-e.htm (last visited Sept 2002).
- Finckh, M.R. & C.C. Mundt, 1992. Stripe rust, yield, and plant competition in wheat cultivars mixtures. *Phytopathology* 82: 905-913.
- Finckh, M.R. & M.S. Wolfe, 1997. The use of biodiversity to restrict plant diseases and some consequences for farmers and society. In: L.E. Jackson (Ed.), *Ecology in Agriculture*. San Diego: Academic Press, pp. 199-233.
- Finckh, M.R. & M.S. Wolfe, 1998. Diversification strategies. In: D.G. Jones (Ed.), *The epidemiology of plant diseases*. Chapman & Hall, London, pp. 231-259.
- Finckh, M.R., E.S. Gacek, H. Goyeau, C. Lannou, U. Merz, C.C. Mundt, L. Munk, J. Nadziak, A.C. Newton, C. de Vallavieille-Pope & M.S. Wolfe, 2000a. Cereal variety and species mixtures in practice, with emphasis on disease resistance. *Agronomie* 20: 813-837.
- Finckh, M.R., C.C. Mundt & M.S. Wolfe, 2000b Opportunities for managing plant diseases in organic farming through functional diversity. *Proceedings 13th IFOAM Scientific Conference*, Aug. 2002, Basel, pp. 101-104.
- Finckh, M.R., E.S. Gacek, H.J. Czembor & M.S. Wolfe, 1999. Host frequency and density effects on powdery mildew and yield in mixtures of barley cultivars. *Plant Pathology* 48: 807-816.
- Fitter, A.H. & T.R. Stickland, 1991. Architectural analysis of plant root systems. 2. Influence of nutrient supply on architecture in contrasting plant species. *New Phytology* 119: 383-389.
- Fitter, A.H., T.R. Stickland, M.L. Harvey & G.W. Wilson, 1991. Architectural analysis of plant root systems. 1. Architectural correlates of exploitation efficiency. *New Phytology* 118: 375-382.
- Fliessbach, A. & P. Mäder, 2000. Microbial biomass and size-density fractions differ between soils of organic and conventional agricultural systems. *Soil Biology & Biochemistry* 32 (6): 757-768.
- Foulkes, M.J., R. Sylvester-Bradley & R.K. Scott, 1998. Evidence for differences between winter wheat cultivars in acquisition of soil mineral nitrogen and uptake and utilisation of applied fertiliser nitrogen. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 130: 29-44.
- Francis, C.A. & M.D. Clegg, 1990. Crop rotations in sustainable agricultural systems. In: C.A. Edwards, R. Lal, P. Madden, R.H. Miller & G. House (Eds.), *Sustainable agricultural systems*. Soil and Water Conservation Society, Ankeny/Iowa, pp. 107-123.

REFERENCES

- Garrett, K.A. & C.C. Mundt, 1999. Epidemiology in mixed host populations. *Phytopathology* 89: 984-990.
- Garrett, K.A. & C.C. Mundt, 2000a. Effects of planting density and the composition of wheat cultivar mixtures on stripe rust: an analysis taking into account limits to the replication of controls. *Phytopathology* 90: 1313-1321.
- Garrett, K.A. & C.C. Mundt, 2000b. Host diversity can reduce potato late blight severity for local and general patterns of primary inoculum. *Phytopathology* 90: 1307-1312.
- Geier, B., 2000. The relationship between nature conservation, biodiversity and organic agriculture. In: L.B. Hoffmann (Ed.), *Stimulating positive linkages between agriculture and biodiversity. Recommendations for building blocks for the EC-Agricultural Action Plan on Biodiversity*. European Centre for Nature Conservation, ECNC Technical report series, Tilburg, The Netherlands, pp. 101-105.
- Gleich, A. von, 1989. *Der wissenschaftliche Umgang mit der Natur. Über die Vielfalt harter und sanfter Wissenschaften*, Campus Verlag Frankfurt, Frankfurt, 200 pp.
- Grevsen, K., 2000. Competitive ability of pea (*Pisum sativum* L.) cultivars against weeds. In: T. Alföldi, W. Lockeretz & U. Niggli (Eds.), *Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference*, 28-31 August 2000, Basel, Hochschulverlag ETH Zürich, Zürich, Switzerland, p. 179.
- Groenewegen, L., 1978. Ervaringen met multilijnrassen en perspectieven van mengsels. *Landbouwkundig Tijdschrift* 90: 489-493.
- Groenewegen, L.J.M. & J.C. Zadoks, 1979. Exploiting within field diversity as a defense against cereal diseases: a plea for 'poly-genotype' varieties. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 39: 81-94.
- Groh, T.M. & S.S.H. MacFadden, 1990. *Farms of tomorrow: community supported farms, farm supported communities*. Bio-dynamic Farming and Gardening Association, Kimberton, 169 pp.
- Groot, P.C., 2002. *Gezond en vitaal uitgangsmateriaal voor de biologische landbouw – een knelpunten analyse*. Rapport nr 44, Plant Research International, Wageningen University, Wageningen, 40 pp.
- Harlan, J.R. 1992. *Crops and Man*. American Society of Agronomy & Crop Science Society of America, Madison, 284 pp.
- Harlan, H.V. & M.L. Martini, 1929. A composite hybrid mixture. *Journal of the American Society of Agronomy* 21: 487-490.
- Hawtin, G., M. Iwanaga & T. Hodgkin, 1996. Genetic resources in breeding for adaptation. *Euphytica* 92: 255-266
- Hagel, I., D. Bauer, S. Haneklaus & E. Schnug, 2000. Quality assessment of summer and autumn carrots from a biodynamic breeding project and correlations of physico-chemical parameters and features determined by picture forming methods. In: T. Alföldi, W. Lockeretz & U. Niggli (Eds.), *Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference*, 28-31 August 2000, Basel, Hochschulverlag ETH Zürich, Zürich, pp. 284-287.
- Hare, M.C., D.W. Parry & M.D. Baker, 1999. The relationship between wheat seed weight, infection by *Fusarium culmorum* or *Microdochium nivale*, germination and seedling disease. *European Journal of Plant Pathology* 105: 859-866.
- Hartl, W., E. Fromm, L. Girsch, J. Hess, H. Hirschele, Ch. Huspeka, A. Kranzeler, G. Plakolm, B. Putz, E. Schwaiger, S. Söllinger & M. Weinhappel, 1999. Saatgutvermehrung im Ökologischen Landbau in Österreich. In: H. Hoffman, & S. Müller (Eds.), *Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau*, 23-25 Februar 1999, Berlin. Verlag Dr. Koster, Berlin, pp. 44-48.
- Heaf, D. & J. Wirz (Eds.), 2001. Intrinsic value and integrity of plants in the context of genetic engineering. *Proceedings of*

- the Ifigene workshop 9-11 May 2001. Natural Science Section, Dornach-Switzerland., 66 pp.
- Heath, M.C., 1991. Evolution of resistance to fungal parasitism in natural ecosystems. *New Phytologist* 119: 331-343.
- Henatsch, C., 2000. Organic farming needs biological cultivation - a network for independent seed production. In: T. Alföldi, W. Lockeretz & U. Niggli (Eds.), *Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference*, 28-31 August 2000. Hochschulverlag ETH Zürich, Zürich, p. 230.
- Hendriks, K. & G. Oomen, 2000. *Mest, stro en voer. Wetenschapswinkel*, Wageningen UR, Wageningen, The Netherlands, 94 pp.
- Hendrix, P.F., D.A. Crossly Jr, J.M. Blai, & D.C. Coleman, 1990. Soil biota as components of sustainable agroecosystems. In: C.A. Edwards, R. Lal, P. Madden, R.H. Miller & G. House (Eds.), *Sustainable agricultural systems*. Soil and Water Conservation Society, Ankeny/Iowa, pp. 637-654.
- Hetrick, B.A.D., G.W.T. Wilson & T.S. Cox, 1993. Mycorrhizal dependence of modern wheat cultivars and ancestors: a synthesis. *Canadian Journal of Botany* 71: 512-518.
- Heyden, B., 1997. Zum Wesenverständnis der Getreidepflanzen – eine Skizze. *Mitteilungen aus der Arbeit, J. und C. Graf Keyserlingk Institut* 13: 20-37.
- Heyden, B., 1999. Laufende Versuche und Ergebnisse der Vegetationsperiode 97/98. *Saatgut. Mitteilungen aus der Arbeit des Johanna und Carl Graf Keyserlinck Institutes* 14: 15-21.
- Heyden, B., 2002. Laufende Versuche und Ergebnisse der Vegetationsperiode 2000/2001. *Saatgut. Mitteilungen aus der Arbeit des Johanna und Carl Graf Keyserlinck Institutes* 17: 3-12.
- Heyden, B. & E. Lammerts van Bueren, 2000. *Biodiversity of vegetables and cereals – chances for developments in organic agriculture*. NABU, Bonn, 42 pp.
- Hermann, G. & A. Plakholm, 1993. *Ökologischer Landbau – Grundwissen für die Praxis*. Österreichischer Agrarverlag, Wien, 430 pp.
- Hoekman, J., 1998. Harmonisch bedrijf weerbaar tegen ziektes – biologisch-dynamisch pootgoedtelers willen gesloten bedrijf. *Boerderij* (1998) 42: 26-27.
- Hofmeister, G., 1999. *Ethikrelevantes Natur- und Schöpfungsverständnis: umweltpolitische Herausforderungen, naturwissenschaftlich-philosophische Grundlagen, schöpfungstheologische Perspektiven, Fallbeispiel: grüne Gentechnik*. Dissertation Universität Basel, 386 pp.
- Hoitink, H.A.J., M.E. Grebus & A.G. Stone, 1997. Impact of compost quality on plant disease severity. In: *Modern Agriculture and the Environment*. Kluwer Academic Publishers, London, pp. 363-371.
- Holdrege, C., 1996. *Genetics and the manipulation of life: the forgotten factor of context*, Lindesfarne Press, Hudson, NY, 199 pp.
- Hospers, M., 1996a. Optimization of biodynamic and ecological cultivation of seed potatoes. Final report on research carried out between 1992-1995. PAGV nr 210, Lelystad, The Netherlands, 100 pp.
- Hospers, M., 1996b. *Biologische teelt van pootaardappelen*. Louis Bolk Instituut, Driebergen, The Netherlands, 78 pp.
- Hospers, M., M. Hulscher & E. Lammerts van Bueren, 2001. *Phytophthora – een complexe ziekte vraagt om een integrale aanpak*. *Ekoland* 7/8: 22-23.

REFERENCES

- Hulscher, M. & E.T. Lammerts van Bueren, 2001. Zaadoverdraagbare ziektes. Pilotstudie naar tolerantiedrempels in de biologische zaadvermeerdering met *Fusarium* spp. Louis Bolk Instituut, Driebergen, The Netherlands, 10 pp.
- IFOAM, 2002. Basic standards for organic production and processing. International Federation of Organic Agricultural Movements. Tholey-Theley, Germany. www.ifoam.org (last visited Sept. 2002).
- ISTA, 1995. Handbook of vigour methods. 3rd edition. The International Seed Testing Association, Zürich.
- ITAB, 2001. Agriculture Biologique: Guide 2001 des variétés de blé tendre. Resultats des essais de l'année preconisations. Institut Technique de l'Agriculture Biologique, Paris, 38 pp.
- Jacobsen, E., 1984. Modification of symbiotic interaction of pea (*Pisum sativum* L.) and *Rhizobium leguminosarum* by induced mutations. Plant and Soil 82: 427-438.
- Jalink, H., R. van der Schoor, A. Frandas, J.G. van Pijlen & R.J. Bino, 1998. Chlorophyll fluorescence of Brassica oleracea seeds as a non-destructive marker for seed maturity and seed performance. Seed Science Research 8: 437-443.
- Jeger, M.J., E. Griffiths & D. Gareth Jones, 1981. Effects of cereal cultivar mixtures on diseases epidemics caused by splash-dispersed pathogens. In: J.F. Jenkyn & R.T. Plumb (Eds.), 1981. Strategies for the control of cereal disease, Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 81-88.
- Jenison, J.R., D.B. Shank & L.H. Penny, 1981. Root characteristics of 44 maize inbreds evaluated in four environments. Crop Science 21: 233-237.
- Jensen, N.F., 1952. Intra-varietaal diversificatie in oet breeding. Agronomy Journal 44: 30-34.
- Jensen, N.F., 1965. Multiline superiority in cereals. Crop Science 5: 566-68.
- Johnson, W.C., L.E. Jackson, O. Ochoa, R. van Wijk, J. Peleman, D.A. St. Clair & R.W. Michelmore, 2000. Lettuce, a shallow-rooted crop, and *Lactuca serriola*, its wild progenitor, differ at QTL determining root architecture and deep soil water exploitation. Theoretical and Applied Genetics 101: 1066-1073.
- Johnsson, L., 1990. Survival of common bunt (*Tilletia caries* (DC) Tul.) in soil and manure. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 97: 502-507.
- Jongerden, J. & G. Ruivenkamp, 1996. Patronen van verscheidenheid. Department of Technical and Agricultural Development (TAO, publicatie nr 1), Wageningen Universiteit, Wageningen, The Netherlands, 245 pp.
- Jongerden, J., C. Almekinders & G. Ruivenkamp, 2002. Over visies en nieuwe wegen – case studies van organisatievormen in de biologische veredeling en zaadproductie. Rapport nr 182, Wetenschapswinkel WUR, Wageningen, The Netherlands, 57 pp.
- Jordahl, J.L. & D.L. Karlen, 1993. Comparison of alternative farming systems. III. Soil aggregate stability. American Journal of Alternative Agriculture 8: 27-33.
- Karalus, W., 1999. Untersuchungen zur Qualität von Kartoffelpflanzgut aus ökologischem Landbau. In: H. Hoffman & S. Müller (Eds.), Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 23-25 February 1999, Berlin. Verlag Dr. Koster, Berlin, pp. 198-201.
- Karsdorp, E., 1999. Barenburg introduceert eerste ekologisch geteeld graszaad. Ekoland 9: 10-11.
- Karutz, C., 2000. Standortgerecht züchten. Ökologie und Landbau 113: 41-43.
- Kessel, G., E. Lammerts van Bueren, L. Colon, M. Hulscher, P. Scheepens, H. Schepers & W. Flier, 2002. Naar een oplossing

- voor *Phytophthora infestans* in de biologische aardappelteelt. In: F.G. Wijnands, J.J. Schröder, W. Sukkel & R. Booiij (Eds.), Biologisch bedrijf onder de loep – biologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt in perspectief. Publicatie PPO 303, Lelystad, The Netherlands, pp. 87-95.
- Keulartz, J., S. Swart & H. van der Windt, 2000. Natuurbeelden en natuurbeleid. NWO Ethiek & Beleid, Den Haag, The Netherlands, 133 pp.
- Kiene, H., 2001. Komplementäre Methodenlehre der klinische Forschung. Cognition-based medicine. Springer Verlag, Berlin.
- Kiewiet, B.P., 2000. Interaction between intellectual property and biodiversity. In: L.B. Hoffmann (Ed.), Stimulating positive linkages between agriculture and biodiversity – recommendations for the EC- agricultural Action Plan on Biodiversity. European Centre for Nature Conservation, ECNC Technical report series, Tilburg, pp. 106-107.
- Klett, M., 2000. The roots of ecological-biodynamic farming and its future perspectives. In: T. Alföldi, W. Lockeretz & U. Niggli (Eds.), Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference, 28-31 August 2000, Basel. Hochschulverlag ETH Zürich, Zürich, pp. 697-700.
- Kockelkoren, P.J.H., 1993. Van een plantaardig naar een plant-waardig bestaan. Ethische aspecten van biotechnologie bij planten. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag, 52 pp.
- Kockelkoren, P.J.H., 1995. Ethical aspects of plant biotechnology – report for the Dutch Government Commission on Ethical Aspects of Biotechnology in Plants. Appendix 1 in: Agriculture and Spirituality, essays from the Crossroad Conference at Wageningen Agricultural University, International Books, Utrecht, The Netherlands.
- Kölsch, E. & H. Stöppler, 1990. Pflanzgutvermehrung verschiedener Kartoffelsorten im ökologischen Landbau. Lebendige Erde 1: 16-22.
- Koopmans, C. & J. Bokhorst, 2000. Optimising organic farming systems: nitrogen dynamics and long-term soil fertility in arable and vegetable production systems in the Netherlands. In: T. Alföldi, W. Lockeretz & U. Niggli (Eds.), Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference, 28-31 August 2000, Basel. Hochschulverlag ETH Zürich, Zürich, pp. 69-72.
- Koopmans, C.J. & J. Bokhorst, 2002. Nitrogen mineralisation in organic farming systems: a test of the NDICEA model. *Agronomie* (in press).
- Kraakman, A.T.W., F.A. van Eeuwijk, C.J. Dourleijn & P. Stam, 2000. Fingerprinting varieties of barley to study yield stability. In: A. Gallais, C. Dillman & I. Goldringer, Quantitative genetics and breeding methods: the way ahead, INRA, Paris, Les Colloques nr 96: 117-124.
- Kristensen, L. & G. Forsberg, 2000. Control of common bunt (*Tilletia tritici*) in wheat by thermal seed treatment. In: T. Alföldi, W. Lockeretz & U. Niggli (Eds.), Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference, 28-31 August 2000. Hochschulverlag ETH Zürich, Zürich, p. 134.
- Kristensen, L. & A. Borgen, 2001. Reducing spread of spores of common bunt disease (*Tilletia tritici*) via combining equipment. *Biological Agriculture and Horticulture* 19: 9-19.
- Kropff, M.J., D.T. Baumann & L. Bastiaans, 2000. Dealing with weeds in organic agriculture – challenge and cutting the edge in weed management. In: T. Alföldi, W. Lockeretz & U. Niggli (Eds.), Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference, 28-31 August 2000, Basel. Hochschulverlag ETH Zürich, Zürich, pp. 175-177.

REFERENCES

- Kunz, P., 1983. Entwicklungsstufen bei Gerste und Weizen - ein Beitrag zu einem Leitbild für die Züchtung. *Elemente der Naturwissenschaft* 39: 23-37.
- Kunz, P., 1999. Das Ausreifungsverhalten bei Getreide als Kriterium für Nahrungsqualität. *Lebendige Erde* 1: 34-36.
- Kunz, P., 2000. Sensorische Nahrungsqualität. *Lebendige Erde* 3: 27- 28.
- Kunz, P., 2002. Gesunde Kulturpflanzen – eine Herausforderung. Verein für Kulturpflanzenentwicklung, Hombrechtikon, Switzerland, 36 pp.
- Kunz, P. & C. Karutz, 1991. Pflanzenzüchtung dynamisch. Die Züchtung standortangepasster Weizen und Dinkelsorten. Erfahrungen, Ideen, Projekten. Forschungslabor am Goetheanum, Dornach, Switzerland, 164 pp.
- Kunz, P., A. Beers, M. Buchmann, J. Rother, 1995. Backqualität bei Weizen aus ökologischem Anbau. In: Beitrag 3. Wiss.-Tagung Ökol. Landbau, Kiel, pp. 97-100.
- Kunz, P., M. Buchmann & C. Cuendet, 2000. Backqualität und/oder Brotqualität? *Lebendige Erde* 5: 38-41.
- Lammerts van Bueren, E.T., 1992. Vormgeven aan landbouwbedrijven. In: B. Pedroli (Ed.), *Het innerlijke kompas – richtinggevend principes bij het vormen van het landschap, landbouwbedrijf, de woonomgeving en jezelf*. Bolk Bericht 18, Louis Bolk Instituut, Driebergen, The Netherlands, pp. 17-23.
- Lammerts van Bueren, E.T. 1993. Biotechnologie en planten: veredeling of verarming? In: J. van de Wal & E. Lammerts van Bueren (Eds.), *Zit er toekomst in ons DNA? Genetische manipulatie bij plant, dier en mens: een aanzet tot maatschappelijke oordeelsvorming*. Louis Bolk Instituut, Driebergen, The Netherlands, pp. 41-60.
- Lammerts van Bueren, E.T. 1994. Zaaizaadvermeerdering in de biologische groenteteelt – een probleemverkennde studie. Louis Bolk Instituut, Driebergen, The Netherlands, 54 pp.
- Lammerts van Bueren, E.T., 1996. Notitie Gentechnologie en biologische landbouw. Louis Bolk Instituut, Driebergen, The Netherlands, 4 pp.
- Lammerts van Bueren, E.T., 2001a. Change course: an organic perspective – the answer to mycotoxins? *Proceedings World Mycotoxin Forum*, May 2001, Noordwijk (in press).
- Lammerts van Bueren, E.T., 2001b. Ethical plant breeding methods from an organic point of view. In: D. Heaf & J. Wirz (Eds.), *Intrinsic value and integrity of plants in the context of genetic engineering – a multidimensional approach including perspectives from philosophy and biology, legal and social aspects, as well as viewpoints from plant breeders, food producers and processors*. *Proceedings of the Ifgene workshop 9-11 May 2001*. Natural Science Section, Dornach, Switzerland, pp. 32-24.
- Lammerts van Bueren, E. T., 2002. Characterising gene bank material for organic farming systems, *Online ECO PB Newsletter on Organic Seeds and Plant Breeding (www.eco-pb.org)* (last visited Sept 2002), issue April 2002: 2.
- Lammerts van Bueren, E.T. & M. Hulscher, 1999. Concrete stappen op weg naar biologische uitgangsmateriaal. *Ekoland* 7/8: 10-11.
- Lammerts van Bueren, E.T. & L. Lutikholt, 2001. Standpuntbepalingen met betrekking tot biologische plantenveredeling en veredelings technieken in 2001. Louis Bolk Instituut, Driebergen, The Netherlands, 54 pp.
- Lammerts van Bueren, E.T. & R. van den Broek, 2002a. Bewaarbaarheid geeft doorslag bij geschiktheid biologische ui. *Oogst Landbouw* 15 (6): 43.

- Lammerts van Bueren, E.T. & R. van den Broek, 2002b. Zaaiuien: de beste rassen – eerste veldresultaten van rassenonderzoek zaaiuien. *Ekoland* 2: 24-25.
- Lammerts van Bueren, E.T. & R. van den Broek, 2002c. Onion variety trial in the Netherlands 2001-2004 – report from the first year 2001. European Consortium for Organic Plant Breeding (ECO-PB) website, www.eco-pb.org (last visited Sept. 2002).
- Lammerts van Bueren, E.T. & A.M. Osman, 2002. Organic plant breeding and seed production: the case of spring wheat in the Netherlands. In: E.T. Lammerts van Bueren, Organic plant breeding and propagation: concepts and strategies. PhD thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands. (Chapter 7)
- Lammerts van Bueren, E.T., O. van der Kreek, A. Huidekoper & J. Robbers, 1990. Kwaliteitsbeoordeling van knolselderij in relatie tot bedrijfsindividualiteit. Deels 2: Onderzoek op de biologisch-dynamische bedrijven 'De Plaats' (Friesland) en 'De Terp' (Betuwe). Louis Bolk Instituut, Driebergen, The Netherlands, 50 pp.
- Lammerts van Bueren, E.T., M. Hulscher, J. Jongerden, M. Haring, J. Hoogendoorn, J.D. van Mansvelt & G.T.P. Ruivenkamp, 1998. Sustainable organic plant breeding. Subproject 1. Discussion paper: defining a vision and assessing breeding methods. Louis Bolk Institute, Driebergen, 80 pp. (also published in German and in Dutch)
- Lammerts van Bueren, E.T., M. Hulscher, J. Jongerden, G.T.P. Ruivenkamp, M. Haring, J.D. van Mansvelt & A.M.P. den Nijs, 1999. Sustainable organic plant breeding. Final report: a vision, choices, consequences and steps. Louis Bolk Institute, Driebergen, The Netherlands, 60 pp. (also published in Dutch).
- Lammerts van Bueren, E.T., I. Schwagermann & A. Osman, 2000. 1^e Groene Zadengids 2001. Louis Bolk Instituut, Driebergen, The Netherlands, 112 pp.
- Lammerts van Bueren, E.T., C.J.M. Engelen & F.F.J. Schaap, 2001a. 2^e Groene Zadengids 2002 voor biologische akkerbouw- en tuinbouwgewassen voor de beroepsteelt. Louis Bolk Instituut, Driebergen, The Netherlands, 108 pp.
- Lammerts van Bueren, E.T., M. Hulscher, A.M. Osman, 2001b. Mycotoxinen en biologische tarweteelt. *Ekoland* 10: 18-19.
- Lammerts van Bueren, E.T., A.M. Osman & H. Bonthuis, 2001c. Beoordeling, toetsing en toelating van rassen ten behoeve van de biologische landbouw – pilotstudie peen en tarwe. Louis Bolk Instituut, Driebergen, The Netherlands, 52 pp.
- Lammerts van Bueren, E.T., K-P. Wilbois, L. Luttikholt, E. Wyss & L. Woodward, 2001d. Short report on the results of the international workshop on organic plant breeding techniques (Driebergen-NL 17th and 18th October 2001). Special issue of the online ECO-PB Newsletter on Organic Seeds and Plant Breeding (www.eco-pb.org) (last visited Sept 2002), 4 pp.
- Lammerts van Bueren, E.T., E. Bremer & F.F.J. Schaap, 2002a. 3^e Groene Zadengids 2003 voor biologische akkerbouw- en tuinbouwgewassen voor de beroepsteelt. Louis Bolk Instituut, Driebergen, The Netherlands, 110 pp.
- Lammerts van Bueren, E.T., M. Hulscher, A. Osman & F. Schaap, 2002b. Nieuwsbrief Veredeling en Teelt, nr 1. Louis Bolk Instituut, Driebergen, The Netherlands, 6 pp.
- Lammerts van Bueren, E.T., P.C. Struik & E. Jacobsen, 2002c. Ecological concepts in organic farming and their consequences for an organic crop ideotype. In: E.T. Lammerts van Bueren, Organic plant breeding and propagation: concepts and strategies. PhD thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands. (Chapter 3)

REFERENCES

- Lammerts van Bueren, E.T., P.C. Struik & E. Jacobsen, 2002d. Genetic variation in an organic variety concept. In: E.T. Lammerts van Bueren, Organic plant breeding and propagation: concepts and strategies. PhD thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands. (Chapter 4)
- Lammerts van Bueren, E.T., P.C. Struik & E. Jacobsen, 2002e. Strategies for organic propagation of seed and planting material. In: E.T. Lammerts van Bueren, Organic plant breeding and propagation: concepts and strategies. PhD thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands. (Chapter 5)
- Lammerts van Bueren, E.T., P.C. Struik & E. Jacobsen, 2002f. The concepts of intrinsic value and integrity of plants in organic plant breeding and propagation. In: E.T. Lammerts van Bueren, Organic plant breeding and propagation: concepts and strategies. PhD thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands. (Chapter 6)
- Lampkin, N., 1990. Organic Farming. Farming Press, Ipswich, 701 pp.
- Lee, K.E. & C.E. Pankhurst, 1992. Soil organisms and sustainable productivity. Australian Journal of Soil Research 30: 855-892.
- Leenen, F., 1990. Ekologisch zaaizaad en pootgoed steeds makkelijker te verkrijgen. Ekoland 2: 11.
- Le Gouis, J., D. Béghin, E. Heumez & P. Pluchard, 2000. Genetic differences for nitrogen uptake and utilisation efficiencies in winterwheat. European Journal of Agronomy 12: 163-173.
- Lenné, J.M., D.M. Teverson & M.J. Jeger, 1994. Evaluation of plant pathogen in complex ecosystems. In: J.P. Blakeman & B. Williamson (Eds.), Ecology of Plant Pathogens. CAB International, Wallingford, pp. 63-78.
- LNv, 2000. Een biologische markt te winnen: beleidsnota biologische landbouw 2001-2004. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag, The Netherlands, 22 pp.
- Lockeretz, W., 2000. Organic farming research today and tomorrow. In: T. Alföldi, W. Lockeretz & U. Niggli (Eds.), Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference, 28-31 August 2000. Hochschulverlag ETH Zürich, Zürich, pp. 718-720.
- Lotz, L.A.P., M.J. Kropf & R.M.W. Groeneveld, 1990. Modelling weed competition and yield losses to study the effect of omission of herbicides in winterwheat. Netherlands Journal of Agricultural Science 39: 711-718.
- Lotz, L.A.P., R.M.W. Groeneveld & N.A.M.A. de Groot, 1991. Potential for reducing herbicide inputs in sugarbeet by selecting early closing cultivars. Brighton Crop Protection Conference – Weeds 3. British Crop Protection Council, Farnham, pp. 1241-1248.
- Lund-Kristensen, J., M.T. Jensen & O. Grønbaek, 2000. Organic production of grass & clover seed in Denmark – a new challenge to the seed industry. Proceedings of the 18th General Meeting of the European Grassland Federation Aalborg, pp. 539-541.
- Mäder, P., S. Edenhofer, T. Boller, A. Wiemken & U. Niggli, 2000. Arbuscular mycorrhizae in a long-term field trial comparing low-input ('organic', 'biological') and high-input ('conventional') farming systems in a crop rotation. Biology and Fertility of Soils 31: 150-156.
- Mäder, P., A. Fliessbach, D. Dubois, L. Gunst, P. Fried & U. Niggli, 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. Science 296: 1694-1697.
- Manske, G.G.B., 1990. Genetical analysis of the efficiency of VA mycorrhiza with spring wheat. In: N. El Bassam, M.

- Dambroth, B.C. Lougham (Eds.), Proceedings of the Third International Symposium on Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition, June 19-24, 1988, Braunschweig, Germany. *Developments in Plant and Soil Sciences: Volume 42*, Nijhoff, Dordrecht, pp. 397-405.
- Marshall, D.R. & A.J. Pryor, 1978. Multiline varieties and disease control. 1. The 'dirty crop' approach with each component carrying a unique single resistance gene. *Theoretical and Applied Genetics* 51: 177-184.
- Martin, B.A., O.S. Smith & M. O'Neil, 1988. Relationship between laboratory germination tests and field emergence of maize inbreds. *Crop Science* 28: 801-805.
- Meyer-Abbich, K.M., 1997. *Praktische Naturphilosophie: Erinnerung an einen vergessenen Traum*. Beck, München, 520 pp.
- Miedenaar, T., 1997. Breeding wheat and rye for resistance to Fusarium diseases. *Plant Breeding* 116: 201-220.
- Müller, K.-J., 1989. Die Entwicklung von Basispopulationen bei Getreide für biologisch-dynamisch wirtschaftende Betriebe. *Lebendige Erde* 5: 364-367.
- Müller, K.-J., 1996. Welchen Weg eine ökologische Getreidezucht nehmen könnte. *Ökologie & Landbau* 99:11 -14.
- Müller, K.-J., 1998. From world assortments to regional varieties. In: C. Wiethaler, R. Oppermann, E.Wyss (Eds.). *Organic plant breeding and biodiversity of cultural plants*. Naturschutzbund (NABU)/Forschungsinstitut für biologische Landbau (FiBL), Bonn, pp: 81-87.
- Müller, K.-J., 2000. *Erweiternde Kriterien für die Züchtung von Sommergersten im Organischen Landbau*. Verlag Dr. Koster, Berlin, 140 pp.
- Mundt, C.C., L.S. & M.S. Schmitt, 1995. Disease severity and yield of pure line wheat cultivars and mixtures in the presence of eyespot, yellow rust, and their combination. *Plant Pathology* 44:173-182.
- Mundt, C.C., C. Cowger & K.A. Garrett, 2002. Relevance of integrated disease management to resistance durability. *Euphytica* 124: 245-252.
- Niggli, U. & H. Willer, 2002. Wie die Forschung in Europa organisiert ist. *Ökologie & Landbau* 3: 6-8.
- Niks, R.E. & D. Rubiales, 2002. Potentially durable resistance mechanisms in plants to specialised fungal pathogens. *Euphytica* 124: 201-216.
- Noordwijk, M. van & W.P. Wadman, 1992. Effects of spatial variability of nitrogen supply on environmentally acceptable nitrogen fertilizer application rates to arable crops. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 40: 51-72.
- Nuffield Council on Bio-ethics, 1999. *Genetically modified crops: the ethical and social issues*. London, 164 pp.
- Oades, J.M., 1984. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. *Plant and Soil* 76: 319-337.
- Ortiz-Monasterio, J.I., K.D. Sayre, S. Rajaram & M. McMahon, 1997. Genetic progress in wheat yield and nitrogen use efficiency under four nitrogen rates. *Crop Science* 37: 898-904.
- Osman, A.M. & C. ter Berg, 2000. Op zoek naar het ideale ras. *Telers schetsen de biologische peen en tarwe van de toekomst*. *Ekoland* 6: 22-23.
- Osman, A.M. & L. van den Brink, 2002. Bio-baktarwes met goede opbrengst op komst. *Boerderij/Akkerbouw* 87/5: 30-31.
- Osman, A.M. & E.T. Lammerts van Bueren, 2002. Bringing farmers, traders and plant breeders together to develop better suited varieties. In: R. Thompson (Ed.), *Proceedings of the 14th IFOAM Organic World Conference Victoria/Canada*,

REFERENCES

- August 2002, Canadian Organic Growers Inc., Ottawa, p. 302.
- Osman, A.M. & F.F.J. Schaap, 2002. Baking quality of spring wheat variety mixtures. In: R. Thompson (Ed.), Proceedings of the 14th IFOAM Organic World Conference Victoria/Canada, August 2002, Canadian Organic Growers Inc., Ottawa, p. 310.
- Osman, A.M., A. den Bakker & J. Koeman, 2000. Zomertarwe van Zeeland tot Friesland beproefd. *Ekoland* 12: 37-39.
- Osman, A., J. Welsh, K.P. Wilbois & E.T. Lammerts van Bueren, 2002. Optimising organic cereal production in the European Union. In: EU/ICC Cereal Conference 2002 – Implementation of the European Research Area, Vienna, 6-8 March 2002: 65-68.
- Østergaard, E., 1997. The role of learning in farmers' conversion to ecological agriculture. In: B. Öhlmer & D. Lunneryd (Eds.), Learning in farmers' decisionmaking. Swedish University of Agricultural Sciences, Report 116, Uppsala.
- Overbeeke, J., 2002. Agrifirm voorziet prijsdruk granen. *Ekoland* 7/8: 25.
- Parlevliet, J.E., 1975. Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. I. Effect of cultivar and development stage on latent period. *Euphytica* 24: 233-243.
- Parlevliet, J.E. & J.C. Zadoks, 1977. The integrated concept of disease resistance: a new view including horizontal and vertical resistance in plants. *Euphytica* 26: 5-21.
- Phillips, S.L., M.S. Wolfe & B.D. Pearce, 2002. The prevention of late blight (*Phytophthora infestans*) by variety mixtures of potato. In: R. Thompson (Ed.), Proceedings of the 14th IFOAM Organic World Conference Victoria/Canada, August 2002, Canadian Organic Growers Inc., Ottawa, p. 15.
- Plakolm, G. & J. Söllinger, 2000. Seed treatment for common wheat bunt (*Tilletia caries* (D.C.) Tul.) according to organic farming principles. In: T. Alföldi, W. Lockeretz & U. Niggli (Eds.), Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference, 28-31 August 2000. Hochschulverlag ETH Zürich, Zürich, p. 139.
- Ploeg, J.D. van der, 1990. Heterogeneity and styles of farming. In: J.D. van der Ploeg (Ed.), Labor, markets and agricultural production. Westview Press, Boulder, pp. 1-36.
- Pollan, M., 2001. The organic-industrial complex. *The New York Times Magazine* May 13 / section 6, p. 31.
- Prior, H.-P., 1991. Effects of seed quality on development and yield performance of cereals. Proceedings of the 8th International Scientific IFOAM Conference 27-30 August 1990, Budapest.
- Prior, H.-P., 1993. Spezifische Anforderungen des Organischen Landbaus und Integrierten Pflanzenbaus an die Saatgutqualität: Konsequenzen für die Saatgutvermehrung. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 6: 393-396.
- Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Volle Grond (PAV), 1985. Beworteling door wintertarwe. In: Verslag over 1983. OBS-publikatie nr 4, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Volle Grond (PAV), Lelystad, The Netherlands, pp. 53-58.
- Raad voor Landelijk Gebied, 2001. Kansen voor de biologische landbouw in Nederland in de periode tot 2015 Publication RLG 01/3, Raad voor Landelijk Gebied, Amersfoort, The Netherlands.
- Raupp, J., 1996. Yield patterns with organic or mineral fertilization. In: N.H. Kristensen & H. Høgh-Jensen (Eds.), New research in organic agriculture. Proc. Vol 2, 11th International Scientific IFOAM Conference, 11-15 August 1996,

- Copenhagen, pp. 62-69.
- Raupp J., 1999. Fertilization systems in organic farming based on long-term experiments. Institute for Biodynamic Research, 11, Darmstadt, 53 pp.
- Regnier, E.E. & R.R. Ranke, 1990. Evolving strategies for managing weeds. In: C.A. Edwards, R. Lal, P. Madden, R.H. Miller & G. House (Eds.), Sustainable agricultural systems. Soil and Water Conservation Society, Ankeny/Iowa, pp. 174-203.
- Reiss, M. & R. Straughan, 1996. Improving nature. The science and ethics of genetic engineering. Cambridge University Press, Cambridge, 288 pp.
- Ritz, K. & B.S. Griffiths, 2001. Implications of soil biodiversity for sustainable organic matter management. In: R.H. Rees, B.C. Ball, C.D. Campbell & C.A. Watson (Eds.), Sustainable management of soil organic matter. CAB International, New York, pp. 343-386.
- Roekel, A. van, 2000. Tijd rijp voor biologische veredeling en zaadproductie – Bejo lanceert biologisch zaadprogramma. *EkoLand* 9: 12-13.
- Rosenberg, A., 1985. The structure of biological science. Cambridge University Press.
- Rückenbauer, P., H. Buerstmayr & M. Lemmens, 2001. Present strategies in resistance breeding against scab (*Fusarium* spp.). *Euphytica* 119: 121-127.
- Rüegger, A., W. Winter & I. Bänziger, 1998. Gesundheitstest im Dienste der Biosaatgutproduktion. *Agrarforschung* 5: 121-124.
- Ruitenbeek, B. van, 2001. Niet alleen boeren moeten omschakelen. Nieuwsbrief van Platform Biologica 35 (febr. 2001): 1-2.
- Ruivenkamp, G. & J. Jongerden, 1999. Werken aan agrobiodiversiteit via ontwikkeling van veranderingsstrategieën binnen de agro-industriële productieketen. Department of Technology and Agricultural Development, Wageningen University Wageningen, The Netherlands, 33 pp.
- Rutgers, B. & R. Heeger, 1999. Inherent worth and respect for animal integrity. In: M. Dol et al. (Eds.), Recognizing the intrinsic value of animals. Van Gorcum & Comp., Assen, The Netherlands, pp. 41-51.
- Sagoff, M., 2001. Genetic engineering and the concept of the natural. *Philosophy & Public Policy Quarterly* (21)2: 2-10.
- Sattler, F., 1989. Saatgutpflege oder häufiger Sortenwechsel? *Lebendige Erde* 1: 8-10.
- Schachermayer, G., W. Winter & I. Bänziger, H. Krebs & P.M. Fried, 2000. Alternative methods to chemical treatments in seed dressing in cereal. In: T. Alföldi, W. Lockeretz & U. Niggli (Eds.), Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference, 28-31 August 2000. Hochschulverlag ETH Zürich, Zürich, p. 137.
- Schroën, G., 1986. Witte bewaarkool vraagt meer dan eerst gedacht - door omschakeling van zaadvaste naar hybrideras. *Groente en Fruit* (1986) 4: 10-13.
- Schütze, A., E.C. Oerke, J.A. Eisele & H.W. Dehne, 1997. Auftreten von Pflanzenkrankheiten im Winterweizenanbau des organischen Landbaus. In: U. Köpke & J.A. Eisele (Eds.), Beiträge 4. Wiss. Tagung Ökologische Landbau, 3.3-4.3 1997, Bonn Schrifteihe Institut für Organischen Landbau, Verlag Dr. Koster, pp. 308-314.
- Seyfang, A. & R. Frech-Emmelmann, 2000. The Austrian initiative for bio-dynamically grown vegetable seeds. In: T. Alföldi, W. Lockeretz & U. Niggli (Eds.), Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference, 28-31 August 2000. Hochschulverlag ETH Zürich, Zürich, p. 244.

REFERENCES

- Siddique, K.H.M., R.K. Belford & D. Tennant, 1990. Root-shoot ratios of old and modern, tall and semidwarf wheats in a Mediterranean environment. *Plant and Soil* 121: 89-98.
- Sieferle, R.P., 1989. *Die Krise der menschlichen Natur*. Suhrkamp, Frankfurt am Main, 250 pp.
- Simmonds, N.W. & J. Smartt, 1999. *Principles of crop improvement*. Blackwell Science Ltd, Oxford, 412 pp.
- Simon, P.W., 1993. Breeding carrot, cucumber, onion and garlic for improved quality and nutritional value. *Horticultura Brasileira* 11: 171-173.
- Simon, S.B., C. W. Howe & H. Kirschenbaum, 1978. *Values clarification, a handbook of practical strategies for teachers and students*. Hart Publishing Company, New York.
- Simon, P.W., C.E. Peterson & R.C. Lindsay, 1982. Genotype, soil and climate effects on sensory and objective components of carrot flavor. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 107 (4): 644-648.
- Smeding, F.W. & W. Joenje, 1999. Farm-nature Plan: landscape ecology based farm planning. *Landscape and Urban Planning* 46: 109-115.
- Smith, M.E. & C.A. Francis, 1986. Breeding for multiple cropping systems. In: C.A. Francis (Ed.), *Multiple cropping systems*. Macmillan Publishing Company, New York, pp. 219-249.
- Smith, K.P., J. Handelsman & J.R.M. Goodman, 1999. Genetic basis in plants for interactions with disease suppressive bacteria. *Proceedings of the National Academy of Science USA* 96: 4786-4790.
- Southwood, T.R.E. & M.J. Way, 1970. Ecological background to pest management. In: R.L. Rabb & F.E. Guthrie (Eds.), *Concepts of pest management: proceedings of a conference, held at North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, March 25-27, 1970, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina*, pp. 6-29.
- Spiertz, J.H.J., 1989. Arable crop production. In: J.C. Zadoks (Ed.), 1989. *Development of Farming Systems. Evaluation of five year period 1980-1984*. Pudoc, Wageningen, The Netherlands, pp. 19-25.
- Spiess, H., 1986. Bekämpfung des Weizensteinbrandes (*Tilletia caries*) im biologisch-dynamischen Landbau. *Lebendige Erde* 5: 220-227.
- Spiess, H., 1990. Zur Frage der Herkunft des Saatgutes. *Lebendige Erde* 4: 234-243.
- Spiess, H., 1996. Was bringt der Anbau von "Hofsorten"? Vergleichende Untersuchungen zum langjährigen Nachbau von Getreide bei ökologischer Bewirtschaftung. *Ökologie & Landbau* 3: 6-10.
- Spiess, H., 2000. Aktuelle Versuchsergebnisse zur Weizensteinbrandbekämpfung. *Lebendige Erde* 5: 41.
- Spiess, H. & J. Dutschke, 1991. Bekämpfung des Weizensteinbrandes (*Tilletia caries*) im biologisch dynamischen Landbau unter experimentellen und praktischen Bedingungen. *Gesunde Pflanzen* 43: 264-270.
- Stiftung Ökologie & Landbau (SÖL), 2002. *Organic Europe*. Online internet site www.organic-europe.net. (last visited Sept. 2002).
- Stöppler, H., E. Kölsch & H. Vogtmann, 1989. Auswirkungen der Züchtung bei Winterweizen in einem landwirtschaftlichen System mit geringer Betriebsmittelzufuhr von aussen. *Journal of Agronomy & Crop Science* 162: 325-332.
- Struik, P.C. & F. Bonciarelli, 1997. Resource use at the cropping system level. *European Journal of Agronomy* 7:133-143.
- Sukkel, W., 1999. Biologische bestrijdingsmiddelen kunnen imago ernstig schaden. Inzetten op maximale preventie bij ziekten en plagen. *Ekoland* 6: 8-9.

- Suneson, C.A., 1960. Genetic diversity – a protection against plant diseases and insects. *Agronomy Journal* 52: 319-321.
- Swift, M.J. & J.M. Anderson, 1993. Biodiversity and ecosystem function in agricultural systems. In: E.D. Schultze & H.A. Mooney (Eds.), *Biodiversity and ecosystem function*. Springer Verlag, Berlin, pp. 15-38.
- Tamis, W.L.M. & W.J. van den Brink, 1999. Conventional, integrated and organic winterwheat production in the Netherlands in the period 1993-1997. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 76: 47-59.
- Tamm, L., 2000. The future challenge and prospects in organic crop protection. In: T. Alföldi, W. Lockeretz & U. Niggli (Eds.), *Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference, 28-31 August 2000*. Hochschulverlag ETH Zürich, Zürich, pp. 106-109.
- Task Group on Public Perceptions of Biotechnology, 1999. *Ethical aspects of agricultural biotechnology*. Den Haag, 35 pp.
- Taylor, P.W., 1986. *Respect for nature. A theory of environmental ethics*. Princeton University Press, Princeton, 329 pp.
- Tekrony, D.M. & D.B. Egli, 1991. Relationship of seed vigour to crop yield: a review. *Crop Science* 31: 816-822.
- Theunissen, J., 1997. Application of intercropping in organic agriculture. *Biological Agriculture & Horticulture* 15: 251-259.
- Theunissen, J. & J. Köhl, 1999. Knelpuntenanalyse van ziekten en plagen in vollegrondsgroente- en akkerbouw gewassen in de ecologische teelt. *Plant Research International nota nr 14*, Wageningen, The Netherlands, 14 pp.
- Thomas, J. & R. Wyartt, 2002. Quality and disease issues in organic seed. In: D. Younie, B.R. Taylor, J.P. Welsh & J.M. Wilkinson (Eds.), *Organic Cereals and Pulses*. Chalcombe Publications, Lincoln, UK, pp. 140-145.
- Tilman, D., 1999. The ecological consequences of changes in biodiversity: A search for general principles. *Ecology* 80: 1455-1474.
- Turkensteen, L.J., W.G. Flier, R. Wanningen & A. Mulder, 2000. Production, survival and infectivity of oospores of *Phytophthora infestans*. *Plant Pathology* 49: 688-696.
- Vaessen, G., 1990. De bakkwaliteit van biologische tarwe. *Alta-mededelingen 1990.02*. Wageningen University, Wageningen, 27 pp.
- Vandermeer, J., 1995. The ecological basis of alternative agriculture. *Annual Review of Ecological Systems* 26: 201-224.
- Vandermeer, J., M. van Noordwijk, J. Anderson, C. Ong & Y. Perfecto, 1998. Global change and multi-species agroecosystems: concepts and issues. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 67: 1-22.
- Velema, J. & E.T. Lammerts van Bueren, 1996. *Notitie Agro-biodiversiteit en (biologische) plantenveredeling*. Louis Bolk Instituut, Driebergen, The Netherlands, 4 pp.
- Verhoog, H., 1992. The concept of intrinsic value and transgenic animals. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 5/2: 147-160.
- Verhoog, H., 1997. Intrinsic value and animal welfare. In: L.F.M. van Zutphen & M. Balls (Eds.), *Animal Alternatives, Welfare and Ethics*, Elsevier Science, pp. 169-177.
- Verhoog, H., 2000. Defining positive welfare and animal integrity. In: M. Hovi & R. García Trujillo (Eds.), *Diversity of livestock systems and definition of animal welfare*. University of Reading, Reading, UK, pp. 108-119.
- Verhoog, H., 2002. *GMO's in de landbouw: maatschappelijke en ethische aspecten*. COGEM, Bilthoven, 31 pp.
- Verhoog, H., M. Matze, E. Lammerts van Bueren & T. Baars, 2002a. Hoe natuurlijk is de biologische landbouw? Onderzoek naar de vraag of biologische landbouw een 'natuurlijke' landbouw is of zou moeten zijn. *Nederlandse Organisatie*

REFERENCES

- voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO), Den Haag, The Netherlands, 92 pp.
- Verhoog, H., M. Matze, E. Lammerts van Bueren & T. Baars, 2002b. The role of the concept of the natural (naturalness) in organic farming. In: E.T. Lammerts van Bueren, Concepts and strategies for organic plant breeding and propagation. PhD Thesis Wageningen University, Wageningen. (Chapter 2)
- Vijverberg, A.J., 2001. Natuurlijk of chemisch? Gewasbescherming 32: 108-109.
- Visser, M.B.H. & H. Verhoog, 1999. De aard van het beestje. De morele relevantie van natuurlijkheid. NWO Ethiek & Beleid, Den Haag, 123 pp.
- Vliet, M. van, 1997. Antagonists replace chemical pesticides. *Profyta Nov.* 1997: 26-27.
- Vorstenbosch, J., 1993. The concept of integrity, its significance for the ethical discussion on biotechnology and animals. *Livestock Production Science* 36: 109-112.
- Vries, A. de, 1999. Try-out: ontwikkelen van reflexieve professionaliteit, contouren van ervaringswetenschap. Stichting Onderzoek in eigen werk. Arnhem, The Netherlands, 176 pp.
- Waiblinger S., T. Baars & C. Menke, 2000. Understanding the cow – the central role of human-animal relationship in keeping horned dairy cows in loose housing. Proceedings of the 3rd workshop of the NAHWOA, Clermont-Ferrand, October 2000, pp. 64-78.
- Weide, R. van der, B. Lotz, P. Bleeker & R. Groenveld, 2002. Het spanningsveld tussen beheren en beheersen van onkruiden op biologische bedrijven. In: F.G. Wijnands et al. (Eds.), Themaboek Biologisch bedrijf onder de loep – biologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt in perspectief. PPO 303, Lelystad, pp. 129-138.
- Welsh, J., 2002. UK: Wheat breeding at EFRC. Online ECO-PB Newsletter on organic seeds and plant breeding, June: 2-3.
- Welsh, J., M.S. Wolfe & M. Morris, 2001. Cereal trials. *Organic Farming* 69: 14-15.
- Wende, H.G., 1996. Auf der Suche nach Geschmack. *Ökologie & Landbau* 4: 12-14.
- Wijnands, F.G. & P. Vereijken, 1992. Region-wise developments of prototypes of integrated arable farming and outdoor horticulture. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 40: 225-238.
- Wijnands, F.G., W. van Leeuwen-Haagsma & F. van Koesveld, 2002a. Op weg naar de goede biologische praktijk, resultaten en ervaringen uit het BIOM-project. In: F.G. Wijnands, J.J. Schröder, W. Sukkel, R. Booij (Eds.), *Biologisch bedrijf onder de loep – biologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt in perspectief*. Publicatie PPO 303, Lelystad, pp. 17-41.
- Wijnands, F.G., W. Sukkel & C. Booy, 2002b. Bedrijfs- en teeltinrichting basis voor beheer ziekten en plagen. In: F.G. Wijnands, J.J. Schröder, W. Sukkel & R. Booij (Eds.), *Biologisch bedrijf onder de loep – biologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt in perspectief*. Publicatie PPO 303, Lelystad, The Netherlands, pp. 65-71.
- Winter, W., I. Bänziger, H. Krebs & A. Rüeegger, 1997. Warm- und Heisswasserbehandlung gegen Auflaufkrankheiten. *Agrarforschung* 4(11-12): 467-470.
- Winter, W., I. Bänziger, A. Rüeegger & H. Krebs, 1998. Sommerweizensaatgut Praxiserfahrungen mit Warmwasserbehandlung gegen Auflaufkrankheiten. *Agrarforschung* 4(11-12): 467-470.
- Wirz, J. & E. Lammerts van Bueren (Eds.), 1997. The future of DNA, proceedings of an international Ifgene conference on presuppositions in science and expectations in society. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 290 pp.

- Wit, M. de & I. van Amersfoort, 2001. Vooral postmaterialisten en kosmopolieten kopen biologisch. Voeding Nu 4: 18-20.
- Woldeamlak, A., 2001. Mixed cropping of barley (*Hordeum vulgare*) and wheat (*Triticum aestivum*) landraces in the central highlands of Eritrea. PhD thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, 220 pp.
- Wolfe, M.S., 1985. The current status and prospects of multilines cultivars and variety mixtures for disease control. Annual Review of Phytopathology 23: 251-273.
- Wolfe, M.S., 1992. Barley diseases: maintaining the value of our varieties. In: L. Munk (Ed.), Barley Genetics VI. Munksgaard International Publishers, Copenhagen, pp. 1055-1067.
- Wolfe, M.S., 2000. Crop strength through diversity. Nature 406: 681-682.
- Wolfe, M.S. & W.F. Cormack, 2000. Companion cropping for organic vegetables. In: T. Alföldi, W. Lockeretz & U. Niggli (Eds.), Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference. Hochschulverlag ETH Zürich, Zürich, p. 89.
- Woodward, L., D. Flemming & H. Vogtmann, 1996. Reflections on the past, outlook for the past, outlook for the future. In: T.V. Østergaard (Ed.), Fundamentals of organic agriculture. Proceedings 11th IFOAM Scientific Conference, 11-15 August 1996, Copenhagen, Volume 1, IFOAM Ökozentrum Imsbach, Tholey-Theley, Germany, pp. 259-270.
- Zaag, D. van der, 1999. Die gewone aardappel – geschiedenis van de aardappel en de aardappelteelt in Nederland. B. van der Zaag, Wageningen, The Netherlands, 298 pp.
- Zhu, Y., H. Chen, J. Fan, Y. Wang, Y. Li, J. Chen, J.X. Fan, S. Yang, L. Hu, H. Leung, T.W. Mew, P.S. Teng, Z. Wang & C. Mundt, 2000. Genetic diversity and disease control in rice. Nature 406: 718-722.
- Zwart, K.B., S.L.G.E. Burgers, J. Bloem, L.A. Bouwman, L. Brussaard, G. Lebbink, W.A.M. Didden, J.C.Y. Marinissen, M.J. Vreeken-Buijs & P.C. de Ruiter, 1994. Populations dynamics in the belowground food webs in two different agricultural systems. Agriculture, Ecosystems and Environment 51: 187-198.
- Zweers, W., 1989. Houdingen ten opzichte van de natuur. Heidemij Tijdschrift 100 (3): 74-80.
- Zweers, W., 2000. Participating with nature. Outline for an ecologization of our world view. International Books, Utrecht, The Netherlands, 400 pp.



Summary

SUMMARY

Organic agriculture is gaining societal, political and scientific recognition for its contribution to sustainable agriculture. As most European governments strive for a growth of organic agriculture up to 10% (or more) in 2010 there is a need for development of organic plant breeding in order to arrive at organic varieties with proper propagation.

Organic farmers have long accepted their dependence on conventional varieties. However, although organic farmers profit from the improvements of conventional breeding, the fact that most organic farmers in north-western Europe use modern varieties does not imply that those are the best varieties for use in organic farming systems. Varieties supplied by conventional seed companies are developed for farming systems in which artificial fertilisers and agro-chemicals are widely used. Organic farming, however, aims at a 'natural' way of farming, refraining from agro-chemical inputs and applying agro-ecological strategies. Therefore, organic farmers require new varieties with characteristics that are better adapted to this kind of farming system. And when genetic engineering became important in breeding, organic farmers realised that they are not only concerned about new variety traits but also about how varieties are bred and propagated, and, thus, whether they comply with ethical principles valid in organic agriculture. In that context the world umbrella organisation for organic agriculture IFOAM (International Federation for Organic Agricultural Movements) has very recently (August 2002) given direction to future developments with respect to organic plant breeding by presenting draft definitions and standards for organic plant breeding and techniques to be used. The first step to close the organic production chain is set by the EU regulation 2092/91 allowing no more general derogation for the use of conventional propagated seed from 2004 onwards. Only the use of organically propagated seed will be permitted.

It is a great challenge for the seed sector to supply the organic market with sufficient quantities and adequate quality of organically propagated seed of current varieties. At the moment, only a few of these seed companies consider also breeding for organic agriculture. With the step of producing organic seed on a larger scale the commercial seed sector has now become economically involved and needs support not only by the organic sector defining their desired variety characteristics, but also from research to remove several obstacles to enable further improvement of organic propagation and breeding strategies.

The aim of this thesis is to further elaborate concepts and strategies for organic plant breeding and propagation to get from an organic crop ideotype and variety concept to organic varieties and seeds, and raise this subject to a scientific level. The main objectives of this thesis are, therefore, clarifying the ecological and ethical principles of organic agriculture, and discussing the consequences of these principles for an organic crop ideotype and the needed plant breeding and propagation strategies. This is further demonstrated for organic spring wheat in the Netherlands as a case.

In Chapter 2, a framework is sought for the ecological and ethical principles in organic agriculture, questioning the concept of 'naturalness' to characterise organic agriculture in contrast to the 'unnaturalness' of conventional agriculture. Attempts have been made to clarify the content and the use of the concepts of nature and naturalness in organic agriculture, to relate this conception to the bio-ethical literature, and to draw the implications for agricultural practice and policy. Qualitative interviews were carried out with a range of key-players in the field of organic agriculture and with consumers of organic products. Based on the results of the interviews, three aspects of the concept of naturalness were distinguished: natural as 'the organic' (life processes), natural as 'the ecological', and natural as referring to the characteristic nature of a living entity. These conceptual aspects have been brought into relation with three main approaches within the field of organic agriculture: the non-chemical approach, the agro-ecological approach, and the integrity of life approach. It became clear that these approaches could also be recognised in the change of attitude of farmers as they convert from conventional to organic agriculture, and in the attitudes of consumers to organic food products. The conclusion of Chapter 2 is that the idea of 'naturalness' can be used to characterise organic agriculture and to distinguish it from conventional agriculture, but only if naturalness not only refers to not using chemicals but also to ecological principles and attention to the integrity of life. Thus perceived, the principle of naturalness can also serve as a guide to future developments in the field of organic agriculture, as in this thesis concerning the development of concepts and strategies for organic plant breeding and propagation.

In the following chapters first the consequences of the non-chemical and agro-ecological approach were analysed, as these approaches are well established in organic farming systems.

Chapter 3 describes to what extent the organic farming system differs from the conventional farming system. The meaning of the central principle in organic agriculture of stimulating the self-regulatory ability of farm ecosystems through functional biodiversity is discussed by describing the organic soil, weed, disease and pest management at farm, field and crop level. This gives the basis for analysing the consequences of such ecological principles for the demands on variety characteristics, resulting in a general crop ideotype for organic varieties. The desired traits include adaptation to organic soil fertility management, implying lower and organic inputs, better root system and ability to interact with beneficial soil microorganisms, weed suppressiveness, soil, crop and seed health, good product quality, high-yield level and finally high-yield stability.

In addition to the contribution of functional diversity at farm, field and crop level to higher yield stability, the potential benefits of more genetic variation at variety level are explored in

SUMMARY

Chapter 4. Modern breeding, supporting specialisation and genetic monocultures in modern agricultural systems, has over-extended the application of the pure-line theory. This outruling of genetic variation in modern commercial varieties grown in temperate regions has resulted in highly homogeneous, high-yielding varieties, also broadly adapted and thus grown over large areas, with increased vulnerability to fungal diseases. In Chapter 4, a variety concept including sufficient genetic variation and adaptation to organic farming systems is described for self-fertilisers. Concepts, results, obstacles and perspectives of a strategy to 'restore' genetic variation to a functional level for organic farming systems are discussed. This includes the role of different types of genotype mixtures: variety mixtures, (isogenic) multiline varieties and (isophenic) line mixture varieties. Most promising seems the concept of line mixture varieties. Such line mixture varieties are composed of lines which are carefully selected on the basis of phenotypical uniformity for a number of important traits but which are genetically different. The line mixture variety is composed to create increased disease control by resistance for several diseases, and the composition is also based on positive interaction between genotypes to achieve more stable and higher yielding potential. Because of the small markets, adaptation to organic agriculture has not received enough priority in conventional breeding programmes until now. Therefore a new and broadened gene pool must be established by composite or population crossings among a large number of selected parents/varieties to come to better adapted genotypes. Because of the expected large plant x environment x management interaction under the lower (organic) input conditions the most efficient way is to select under organic farming conditions as early in the selection process as possible. The possibility of the participation of farmers in the selection process of new organic varieties is discussed.

Due to the EU regulations 2092/91 for organic farming the organic sector needs to close the organic chain by 2004, and thus to develop efficient schemes for producing adequate quantities of organically produced seeds and planting materials. Organic seed (planting material) is seed (planting material) produced by a crop that is planted and raised organically for at least one generation in the case of annual crops, and for two growing seasons in the case of biennial and perennial crops. In Chapter 5, problems associated with organic seed production are categorised into: a) market problems, b) technical problems, and c) problems with quality standards. The market problems are related to the limited area of organic agriculture and thus of the area of seed production per variety resulting in higher costs compared to conventional seed production. This will imply that the organic assortment of varieties per crop will be limited. The technical problems have to do with the lack of experience of the formal seed sector with organic seed production without chemical inputs (inorganic fertiliser and crop protectants). The main problems are: nutrient management, disease and pest management, and weed control. Among the

diseases the seed-borne diseases require special attention. This also brings up questions and research needs related to seed quality. After this overview of the three problem areas, the role of the different actors in developing a strategy towards organic production of seeds and planting material is described. For successful production of organic seed and planting material, intensive communication between and mutual commitment of farmers, traders, breeders and governmental organisations is necessary. Farmers together with traders should be involved in variety testing and designing of crop ideotypes to identify the desired variety traits. Breeders can influence further improvement of organic seed production not only by organically propagating the best suitable, existing varieties, but also by integrating organic traits in future breeding programmes. Furthermore, a great effort is needed to carry out comprehensive and coherent activities related to the development of empirical knowledge and research-based information on adapting and improving cultural practice for organic seed production. This implies developing adapted varieties for healthy seed production, developing protocols for seed health testing, assessing threshold values, and designing organic seed treatments.

The expectation is that by 2004 for the most important crops there will be sufficient quantities of adequate quality organic seed and planting material. However, ongoing optimisation of organic seed production management will be required to enlarge the cultivar assortment and to control the quality of organic seed and planting material.

After having discussed the consequences of the non-chemical and agro-ecological approaches for organic plant breeding and propagation, in Chapter 6, the ethical principles of organic agriculture are elaborated. The ecological and ethical principles of organic agriculture are not in the same stage of development, and have therefore different impacts on current practice. These principles have been described separately in this thesis.

The ethical principles are increasingly an issue in organic agriculture, not only in animal production but also in plant production, especially concerning plant-breeding methods. For more transparency in the ongoing discussions further conceptualisation and instrumentalisation are necessary.

Although the above-described non-chemical and agro-ecological approaches already express respect for nature and the nature of life, these approaches are mainly driven by or based on an instrumental (functional) point of view to benefit an ecologically and economically sound production system. Organic agriculture, however, also acknowledges an inherent, non-instrumental value of living organisms, thus independent on their utility for humans, out of respect for their 'otherness' and their being more or less 'autonomous'. This indicates that in organic agriculture plants and animals are also ethically relevant in decisions on human exploitation of such organisms. The integrity of living organisms is part of the concept of intrinsic

SUMMARY

value and refers to the characteristic nature or way of being of living organisms, their wholeness, completeness, their species-specific characteristics and their being in balance with the species-specific environment.

This concept of the inherent nature of plants can be made operational by deriving principles from the relevant characteristics at four different levels of the nature of plants: integrity of life, planttypic integrity, genotypic integrity and phenotypic integrity. Criteria derived from those principles are used to assess whether existing breeding and propagation techniques are compatible with the integrity of plants. Techniques at whole plant or crop level are in line with the principles of organic farming, respecting self-reproductive ability and reproductive barriers. *In-vitro* techniques and techniques at DNA level (genetic modification) are not compatible with the integrity of plants, except for the use of DNA markers. The concept of integrity of plants can also give direction to the perception of plants in the selection process. In the selection process the so-called 'breeder's eye' can be seen as a more or less consciously applied instrument to perceive aspects of the wholeness or phenotypic integrity of a plant.

In Chapter 7 an example is given of what the meaning is of the concepts and strategies for organic plant breeding and propagation by describing the case of spring wheat in the Netherlands. Spring wheat has a central role in the crop rotation of the organic farming systems. It is not only grown for the grains as product for feed and human consumption, but equally important is the production of straw for composting stable manure to contribute to soil fertility. Progress has been enhanced by developing a participatory approach in which farmers' eye can guide the focus of conventional breeders' eye in the organic sector. Designing a crop ideotype for organic spring wheat was an important tool for that purpose. Most modern, conventional varieties do not match the proposed ideotype as they lack the plant architectural characteristics that contribute to weed suppressiveness and disease tolerance. As a next step an adapted protocol for Value for Cultivation and Use (VCU) testing has been developed and applied in official VCU trials for organic spring wheat in the Netherlands, from 2001 onwards. It is described how organic breeders endeavour to take the intrinsic value and integrity of the cereal plant into account in more consciously developing an eye for the genotypic and phenotypic integrity of wheat. They have done so by investigating the basic characteristic of wheat and its potential spectrum of appearances by studying different gene bank accessions in relation to their region of origin. One of the typical questions one can ask in relation to the integrity of wheat is: what is typical of cereals as cultivated plants compared to their wild relatives, such as grasses. Or what are characteristic elements in the growth dynamics and morphology of wheat compared to other cereals such as barley? This investigation has resulted in the idea that most typical for cultivated plants is the ability to build up and ripen 'fruits'. Organic

breeders, therefore, searched for those wheat plant types that can optimally perform their ripening ability under organic conditions. Growth dynamical aspects of such plant types are described.

The obstacles in organic seed production of spring wheat are not so much the availability of quantities but more of seed quality. Organic farmers experience disappointing seed emergence rates, especially under cold and wet spring conditions. As a result of the VCU testing trials in the Netherlands this was confirmed, with some varieties showing problems in the organic fields, while emergence was normal with chemically treated seeds in the conventional fields. Because of the EU regulation 2092/91 more and more organically produced seed will be used that has been untreated during seed production, and risks of contamination with seed-borne diseases such as *Fusarium* and *Septoria* will therefore require more attention in the future. This requires more effort to develop strategies to avoid seed-borne diseases, seed treatments and threshold values for contamination on organically produced wheat seed.

By introducing the concept of naturalness, the organic sector challenges the plant breeder to develop additional and new approaches for organic plant breeding and propagation. It can open new perspectives for improvement of organic varieties in directions that have hardly received attention to date.

In describing the complexity of the organic farming system from the non-chemical and agro-ecological points of view two main areas became apparent where organic farming systems differ most significantly from conventional farming systems: the soil fertility management and the disease and pest management. This implies a greater need for 'reliable' varieties, which means varieties with a greater buffering capacity and flexibility to cope with such conditions, compared to conventional farming systems. Currently organic farmers put more emphasis on higher yield stability than on higher yields. This thesis shows that this implies more than merely a sum of potential resistance traits against pests and diseases, as is often simply thought from the non-chemical way of thinking. From an agro-ecological point of view, farmers look for an organic crop ideotype with several additional plant architectural and other growth dynamical aspects of the plant that can directly and indirectly contribute to yield stability and reduce the risks of quality and yield loss.

In the short and middle-long run, organic crop ideotypes per crop and per market segment can help in selecting the best available varieties among existing varieties which can also be propagated organically. Progress for more yield stability can be gained by developing adequate variety mixtures among the self-fertilising species, such as wheat. For the middle to long term, adapted protocols for testing varieties can enhance the opportunity for new varieties with

SUMMARY

interesting traits for organic farming to be admitted to the market. For the long term optimisation of organic farming, the proposed new concepts and strategies need to be explored to be able to profit from as much functional diversity at all levels of farm management: farm, field, crop and gene levels. The limited area of organic agriculture will be the bottleneck for economic interest in establishing specific breeding programmes for organic farming systems, especially concerning small crops and low-yielding but important crops such as cereals. A role for the government is to support public-private research and pre-breeding activities, and to invest in new strategies that renew the genetic base for breeding programmes and for (re)new(ed) variety concepts. Co-operation at the European level should be the basis for regional diversification and adaptation. Exploring and establishing new variety concepts with more functional genetic variation will not succeed when the adaptation of regulations for registration of new varieties and breeders' rights based on the pure-line theory will not be discussible. The proposed organic crop ideotype and variety concept may benefit not only organic farming systems, but in future also conventional systems moving away from high input of nutrients and chemical pesticides. The needs in conventional agriculture can only be simultaneously served if the government's policy with regard to fungicides and herbicides becomes stricter in the future.

This thesis provides an overview of the current debate in organic agriculture on ecological and ethical principles with respect to plant breeding and propagation, discusses the state of the art and also strengthens the basis for future development of organic plant breeding and organic propagation as new branches of organic agricultural science and practice.



Samenvatting

SAMENVATTING

Biologische landbouw krijgt steeds meer maatschappelijke, politieke en wetenschappelijke erkenning voor haar bijdrage aan een duurzame landbouw. Nu vele Europese regeringen streven naar een groei van de biologische landbouw naar 10% (of meer) in 2010 groeit ook de noodzaak voor een biologische plantenveredeling om tot rassen te komen die aangepast zijn aan de biologische landbouw en die op een geëigende manier kunnen worden vermeerderd.

Biologische telers hebben lang hun afhankelijkheid van gangbare rassen geaccepteerd. Echter, ook al profiteren biologische telers van de vorderingen van de gangbare veredeling, het feit dat de meeste biologische telers in Noordwest Europa gebruik maken van moderne rassen, maakt deze rassen nog niet tot de meest optimale voor gebruik in biologische bedrijfssystemen.

Rassen van gangbare handelshuizen zijn ontwikkeld voor bedrijfssystemen gebaseerd op het gebruik van kunstmest en chemisch-synthetische gewasbeschermingsmiddelen. Biologische landbouw, echter, streeft naar een 'natuurlijke' vorm van landbouw zonder agro-chemische input en met agro-ecologische strategieën. Daartoe hebben biologische telers rassen nodig met eigenschappen die beter aangepast zijn aan dit type bedrijfssystemen. Met de opkomst van genetische manipulatie realiseerden biologische telers zich dat het niet alleen gaat om aangepaste rassen met nieuwe raseigenschappen, maar ook om de wijze waarop rassen tot stand komen, en dus om de vraag of ze voldoen aan de ethische uitgangspunten die gehanteerd worden in de biologische landbouw. In dit verband heeft de wereld-koepelorganisatie voor biologische landbouw IFOAM (International Federation of Agricultural Movements) onlangs, augustus 2002, richting gegeven aan biologische plantenveredeling en vermeerdering door concepten voor definities en richtlijnen voor biologische plantenveredeling en toe te passen technieken te presenteren.

De eerste stap om de biologische keten op het gebied van zaad te sluiten is gezet door de EU verordening 2092/91 waarmee geen algemene ontheffing meer wordt verleend voor het gebruik van gangbaar vermeerderd zaad vanaf 1 januari 2004. Alleen biologisch vermeerderd uitgangsmateriaal is dan toegestaan. Dit betekent dat de vermeerderingsbedrijven voor de grote uitdaging staan de biologische markt te voorzien van voldoende biologisch vermeerderd uitgangsmateriaal van adequate kwaliteit. Behalve vermeerdering overwegen momenteel slechts enkele veredelingsbedrijven ook veredeling gericht op biologische landbouw. Met de stap om op grotere schaal biologisch uitgangsmateriaal te produceren is het zaadbedrijfsleven economisch betrokken geraakt en behoeft het ondersteuning niet alleen van de biologische sector zelf om aan te geven welke raseigenschappen ze nodig heeft, maar ook van onderzoek om verdere verbetering van biologische vermeerderings- en veredelingsstrategieën mogelijk te maken.

Het doel van dit proefschrift is om concepten en strategieën voor biologische plantenveredeling en vermeerdering uit te werken teneinde van een biologisch gewas-ideotype en rasconcept tot

biologische rassen en zaden te komen, en om dit thema op een wetenschappelijk niveau te tillen. De belangrijkste doelstellingen van dit proefschrift zijn daarom: het verhelderen van de ecologische en ethische uitgangspunten van de biologische landbouw, en het bediscussiëren van consequenties van dergelijke uitgangspunten voor een biologisch gewas-ideotype en de daartoe benodigde verdelings- en vermeerderingsstrategieën. Dit wordt aan de hand van de casus over biologische zomertarwe in Nederland nader gedemonstreerd.

In Hoofdstuk 2 is een raamwerk gezocht voor de ecologische en ethische uitgangspunten van de biologische landbouw door het begrip 'natuurlijkheid' te onderzoeken dat de biologische landbouw onderscheidt ten opzichte van de 'onnatuurlijke' gangbare landbouw. Gepoogd is om de inhoud en het gebruik van het begrip natuur en natuurlijkheid in de biologische landbouw te verhelderen, om deze opvattingen te relateren aan de bio-ethische literatuur, en om de implicaties voor landbouwkundige praktijk en beleid aan te geven. Kwalitatieve interviews zijn gehouden met een reeks van sleutelfiguren in het veld van de biologische landbouw en met consumenten van biologische producten. Op basis van de interviewresultaten konden drie aspecten van het begrip natuurlijkheid worden onderscheiden: natuurlijk als 'het organische' (levensprocessen), natuurlijk als het 'ecologische', en natuurlijk refererend aan de karakteristieke aard van een levende entiteit. Deze conceptuele aspecten zijn in verband gebracht met de drie benaderingen in het veld van de biologische landbouw: de niet-chemische, de agro-ecologische benadering en de benadering van de integriteit van het leven. Deze benaderingen zijn ook duidelijk te herkennen in de verandering van houding van boeren als zij omschakelen van gangbare naar biologische landbouw, en in de houding van consumenten van biologische producten. De conclusie van Hoofdstuk 2 is dat het idee van 'natuurlijkheid' gebruikt kan worden om de biologische landbouw te karakteriseren en te onderscheiden van de gangbare landbouw, maar alleen als natuurlijkheid betrekking heeft op zowel de niet-chemische en agro-ecologische uitgangspunten als ook op die van de integriteit van het leven. Op een dergelijke wijze kan het principe van natuurlijkheid gebruikt worden als een richtsnoer voor toekomstige ontwikkelingen, zoals in dit proefschrift met betrekking tot het ontwikkelen van concepten en strategieën voor biologische plantenveredeling en vermeerdering.

De ecologische en ethische uitgangspunten zijn niet in hetzelfde stadium van ontwikkeling en hebben daarom een verschillende invloed op de huidige praktijk. Daarom zijn deze uitgangspunten ook afzonderlijk besproken in dit proefschrift. In de volgende hoofdstukken zijn eerst de consequenties van de niet-chemische en agro-ecologische benadering geanalyseerd.

Hoofdstuk 3 beschrijft in welke mate de biologische bedrijfssystemen afwijkt van de gangbare landbouw. De betekenis van het centrale concept van het stimuleren van het vermogen tot

zelfregulatie van biologische bedrijfsecosystemen door functionele biodiversiteit is besproken door het beschrijven van bodembeheer en het beheersen van onkruiden, ziekten en plagen op bedrijfs-, akker- en gewasniveau. Dit vormt de basis voor het analyseren van de consequenties van dergelijke ecologische principes voor rasvereisten, met als resultaat een algemeen gewas-ideotype voor de biologische landbouw. De gewenste raseigenschappen omvatten aanpassing aan biologisch beheer van bodemvruchtbaarheid, hetgeen betekent aanpassing aan lagere en organische inputs, een beter wortelstelsel en het vermogen interacties aan te gaan met nuttige micro-organismen in de bodem, verder een onkruidonderdrukkend vermogen, gewas- en zaadgezondheid, goede productkwaliteit, hoge opbrengst en tenslotte hoge opbrengststabiliteit.

In aanvulling op de bijdrage van functionele diversiteit aan hogere opbrengststabiliteit op bedrijfs-, akker- en gewasniveau is in Hoofdstuk 4 het potentiële voordeel van genetische variatie op rasniveau onderzocht. Moderne plantenveredeling heeft ten dienste van specialisatie en (genetische) monocultures in moderne, input-intensieve landbouwbedrijfssystemen de toepassing van de theorie van de zuivere lijn te ver doorgetrokken. Het wegselecteren van genetische variatie in moderne commerciële rassen voor de gematigde streken heeft geleid tot zeer homogene, hoogproductieve rassen die breed aangepast zijn en dus op grote schaal geteeld worden, met toenemende kwetsbaarheid voor schimmelziektes als gevolg. In dit hoofdstuk is een rasconcept voor zelfbevruchters beschreven met voldoende genetische variatie en aanpassing aan biologische landbouw. Besproken zijn: concepten, resultaten, knelpunten en perspectieven van een strategie om genetische variatie te 'herstellen' tot een niveau dat voor de biologische bedrijfssystemen functioneel is. Hierbij is de mogelijke rol van de verschillende soorten van genotypemengsels inbegrepen: rassenmengsels, (isogene) multiline rassen en (isofene) lijnmengselrassen. Meest belovend lijkt het concept van de (isofene) lijnmengselrassen. Dergelijke lijnmengselrassen zijn samengesteld uit lijnen die zorgvuldig zijn geselecteerd op basis van fenotypische uniformiteit voor een aantal belangrijke kenmerken, maar die genetisch wel verschillend zijn. De lijnmengselrassen zijn samengesteld met het oog op een verhoogde ziekteresistentie voor diverse ziektes, en de samenstelling is ook gestoeld op positieve interactie tussen genotypes voor een stabiel en hoger opbrengstpotentieel. Vanwege de beperkte markt heeft aanpassing aan biologische landbouw in programma's van gangbare veredelingsbedrijven tot nu toe nog niet voldoende aandacht gekregen. Om tot beter aangepaste genotypen te komen moet daartoe de genetische basis vernieuwd en verbreed worden, bijvoorbeeld door compositie kruisingen tussen een groot aantal geselecteerde ouderlijnen of rassen. Omdat een sterke gewas x milieu x management interactie onder de lagere, organische input-omstandigheden van de biologische landbouw te verwachten is, is het het meest efficiënt om rechtstreeks in het biologische landbouwmilieu te selecteren in een zo vroeg mogelijk stadium. De mogelijkheden

om telers bij het selectieproces van nieuwe biologische rassen te betrekken, is besproken aan de hand van het typisch Nederlandse model van aardappelhobbykwekers.

Op aangeven van de EU verordening 2092/91 moet de biologische sector de biologische keten wat betreft het uitgangsmateriaal sluiten per 2004, en dus efficiënte methoden ontwikkelen om voldoende biologisch vermeerderd uitgangsmateriaal van adequate kwaliteit te produceren. Biologische zaad (plantgoed) is zaad (plantgoed) geproduceerd door een gewas dat biologisch is opgekweekt en geteeld gedurende tenminste één generatie in het geval van éénjarige gewassen, en gedurende twee groeiseizoenen in het geval van twee- en meerjarige gewassen. In Hoofdstuk 5 zijn de problemen verbonden met biologische vermeerdering gecategoriseerd in a) markt problemen, b) teelttechnische problemen en c) kwaliteitsproblemen. De marktproblemen zijn gerelateerd aan de beperkte marktomvang van de biologische landbouw. Dit brengt dus een beperkte omvang van het areaal zaadproductie per ras met zich mee, resulterend in hogere kosten vergeleken met gangbare zaadproductie. Dit heeft tot gevolg dat het assortiment rassen per gewas (voorlopig) beperkt zal zijn. De teelttechnische problemen hebben te maken met het gebrek aan ervaring van de gangbare zaadsector met biologische zaadproductie zonder agrochemische input (kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen). De belangrijkste knelpunten zijn: nutriëntenmanagement, ziekten-, plagen-, en onkruidbeheersing. Wat de ziekten betreft verdienen de zaadoverdraagbare ziekten specifieke aandacht, en dat maakt onderzoek gericht op verbetering van zaadkwaliteit noodzakelijk. Ook is de rol van de verschillende actoren beschreven met betrekking tot een strategie voor biologische vermeerdering van zaad- en plantgoed. Voor een succesvolle productie van biologisch uitgangsmateriaal is intensieve communicatie tussen boeren, handelaren, veredelaars en overheidsinstellingen noodzakelijk. Boeren en handelaren moeten betrokken worden bij rassenonderzoek en bij het ontwerpen van gewas ideotypes om de gewenste raseigenschappen aan te geven. Veredelaars kunnen verbetering van zaadproductie bevorderen door de meest geschikte, bestaande rassen biologisch te vermeerderen. Maar belangrijk is ook dat biologische raskenmerken meegenomen worden in toekomstige veredelingsprogramma's opdat er gezond zaad geproduceerd kan worden. Verder is veel aandacht nodig om omvangrijke en coherente activiteiten te ontplooiën met betrekking tot het ontwikkelen van praktische kennis en met op onderzoek steunende informatie over aanpassing en verbetering van biologische vermeerderingsmethoden. Dit houdt ook in: het ontwikkelen van aangepaste rassen die gezonde zaaizaadproductie toelaten, het ontwikkelen van protocollen voor toetsen van zaaizaadgezondheid, het beoordelen van aangepaste drempelwaarden voor zaadoverdraagbare ziekten, en het ontwikkelen van biologische zaadbehandelingen. De verwachting is dat er in 2004 voor de meeste gewassen voldoende hoeveelheden biologische zaad- en plantgoed van adequate kwaliteit zijn. Dat neemt niet weg dat verdere optimalisatie

SAMENVATTING

van biologische vermeerderingspraktijken noodzakelijk is om het rassenassortiment te vergroten en de kwaliteit van biologische zaad- en plantgoed te beheersen.

Na de bespreking van de consequenties van de niet-chemische en agro-ecologische benadering van de biologische plantenveredeling en vermeerdering, worden in Hoofdstuk 6 de ethische aspecten van de biologische landbouw behandeld. In toenemende mate zijn ethische kwesties een onderwerp van discussie in biologische landbouw, niet alleen in de dierlijke productie, maar ook met betrekking tot planten, met name als het om veredelings technieken gaat. Om meer transparantie in de discussies te krijgen is verdere begripsvorming en instrumentalisatie noodzakelijk.

Hoewel de hiervoor beschreven niet-chemische en agro-ecologische benaderingen reeds respect voor de natuur en de aard van het leven uitdrukken, zijn deze benaderingen voornamelijk gevoed door instrumentele (functionele) gezichtspunten om een ecologisch en economisch gezonde productiesysteem te dienen. Echter, de biologische landbouw erkent ook een inherente, niet-instrumentele waarde van levende organismen, dus onafhankelijk van hun nut voor de mens, uit respect voor hun 'anders-zijn' and hun meerdere of mindere mate van 'autonomie'. Dit geeft aan dat in de biologische landbouw ook planten en dieren als een ethisch relevante factor worden beschouwd in beslissingen over het exploiteren van zulke organismen door de mens.

De integriteit van levende organismen maakt deel uit van het concept van intrinsieke waarde en refereert aan de karakteristieke aard of manier van zijn van levende organismen, aan hun heilheid of compleetheid, hun soort-specifieke karakteristieken en hun in balans zijn met hun soort-specifieke omgeving. Dit concept van de inherente aard van planten kan operationeel gemaakt worden door principes af te leiden van de relevante karakteristieken van het plantaardige leven op vier niveaus: integriteit van het leven, planttypische integriteit, genotypische integriteit and fenotypische integriteit. Criteria die van dergelijke principes zijn afgeleid, zijn gebruikt om bestaande veredelings- en vermeerderingstechnieken te beoordelen op hun compatibiliteit met de integriteit van planten. Technieken op het niveau van de hele plant of gewas stroken met de principes van de biologische landbouw door het respecteren van het zelf-reproducerend vermogen en de kruisingsbarrières. *In-vitro* technieken en technieken op DNA niveau (genetische modificatie) zijn niet compatibel met de integriteit van planten, afgezien van het gebruik van DNA merkers. Het concept van de integriteit van planten kan ook richting geven aan de perceptie van planten in het selectieproces. In het selectieproces kan het zogenaamde kwekersoog gezien worden als een meer of minder bewust toe te passen instrument om aspecten van heilheid of fenotypische integriteit van de plant waar te nemen.

In Hoofdstuk 7 is door het beschrijven van de casus van zomertarwe in Nederland een voorbeeld uitgewerkt van de betekenis van de concepten en strategieën voor biologische plantenveredeling en vermeerdering. Zomertarwe speelt een centrale rol in de vruchtwisseling van biologische bedrijfssystemen. Het gaat bij de teelt niet alleen om het graan voor veevoer maar ook voor humane consumptie. Minstens zo belangrijk is ook de productie van stro om de mest te vercomposteren als een bijdrage aan de opbouw van bodemvruchtbaarheid.

Vooruitgang is geboekt door het ontwikkelen van een participatieve benadering waarin het boerenoof de focus van het gangbare kwekersoof kan helpen richten op de biologische sector. Het ontwerpen van een gewas-ideotype ('profielchets') voor biologische zomertarwe was een belangrijk instrument daartoe. De meeste moderne, gangbare rassen voldoen niet aan het voorgestelde ideotype omdat zij de plantarchitectuur aspecten missen die kunnen bijdragen aan onkruidonderdrukking en ziekte tolerantie. Als volgende stap is een aangepast protocol voor het Cultuur- en Gebruikswaarde Onderzoek (CGO) ontwikkeld voor biologische zomertarwe en toegepast in officieel CGO in Nederland sinds 2001.

Ook is beschreven hoe biologische veredelaars zoeken naar een manier om de intrinsieke waarde en integriteit van een graangewas te betrekken in een meer bewust ontwikkelen van een oog voor genotypische en fenotypische integriteit van tarwe. Ze hebben dit gedaan door het basale karakter van tarwe en het potentiële spectrum van verschijningsvormen te onderzoeken door accessies uit de genenbank te bestuderen in relatie tot hun plaats van herkomst. Eén van de kenmerkende vragen die men kan stellen met betrekking tot integriteit van de tarwe is: wat is het typische van graan als gedomesticeerde plant vergeleken met zijn wilde verwanten, zoals de grassen. Of wat zijn de karakteristieke elementen in groeidynamiek en morfologie van tarwe vergeleken met andere graansoorten zoals gerst? Dit onderzoek leidde tot het idee dat het meest typische voor cultuurplanten het vermogen is om 'vruchten' voort te brengen en tot rijping te brengen. Biologische veredelaars selecteren daarom die tarweplant-typen die optimaal hun vermogen tot rijping tot uitdrukking kunnen brengen onder biologische omstandigheden.

Groeidynamische en morfologische aspecten van dergelijke plant typen zijn beschreven.

De knelpunten met betrekking tot biologische zaadproductie van zomertarwe zijn niet zozeer de beschikbaarheid van hoeveelheden maar meer de kwaliteit van zaad. Biologische telers kennen teleurstellende opkomst van zaad, met name onder natte en koude voorjaarsomstandigheden. Dankzij de rassenvergelijkingen van het CGO in Nederland werd dit bevestigd door het feit dat sommige rassen problemen vertoonden op het biologische perceel, terwijl de opkomst met chemisch ontsmet zaad op het gangbare perceel normaal was. Vanwege de EU verordening 2992/91 zal meer en meer biologisch vermeerderd zaad gebruikt worden dat niet bespoten is tegen ziekten tijdens de zaadproductie. Risico van besmetting met zaadoverdraagbare ziekten zoals Fusarium en Septoria vragen daarom meer aandacht in de toekomst. Dit vraagt meer

inspanning om strategieën te ontwikkelen om zaadoverdraagbare ziekten te vermijden en om zaadbehandelingen te ontwerpen en drempelwaarden voor besmetting op biologische vermeerderd tarwezaad vast te stellen.

Door de introductie van het concept van natuurlijkheid daagt de biologische sector zichzelf en de veredelaars uit om additionele en nieuwe benaderingen van plantenveredeling en vermeerdering te ontwikkelen. Dit kan nieuwe perspectieven openen voor verbetering van biologische rassen in richtingen die tot nu toe weinig aandacht hebben gehad. In de beschrijving van de complexiteit van biologische bedrijfssystemen vanuit de niet-chemische en agro-ecologische gezichtspunten werd duidelijk dat op twee gebieden de biologische bedrijfssystemen fundamenteel verschillen van de gangbare landbouw: beheer van bodemvruchtbaarheid en de ziekten- en plagenbeheersing. Dit impliceert een grotere behoefte aan 'betrouwbare' rassen, hetgeen betekent: rassen met een groter bufferend vermogen en flexibiliteit om beter met zulke omstandigheden om te gaan in vergelijking met gangbare bedrijfssystemen. Biologische telers leggen tegenwoordig meer nadruk op een hogere opbrengststabiliteit dan op hogere opbrengsten. Dit proefschrift laat zien dat dit meer inhoudt dan een som van potentiële resistenties tegen ziekten en plagen, zoals dikwijls wordt gedacht vanuit een louter niet-chemische benadering. Vanuit een agro-ecologische oogpunt zoeken telers naar een biologisch gewas-ideotype met verschillende, aanvullende plantarchitectuur- en andere groeidynamische kenmerken van een plant die direct en indirect kunnen bijdragen aan opbrengststabiliteit en het risico verminderen op kwaliteits- en opbrengstverlies.

Op korte en middellange termijn kunnen biologische ideotypen per gewas en per marktsegment helpen om de meest geschikte rassen uit het bestaande assortiment te selecteren die ook goed biologisch te vermeerderen zijn. Verbetering van opbrengststabiliteit onder de zelfbevruchters, zoals tarwe, kan verkregen worden door geschikte rassenmengsels te ontwikkelen. Voor de middellange termijn kunnen aangepaste protocollen voor rassenonderzoek de kans vergroten dat nieuwe rassen met interessante kenmerken voor de biologische teelt toegelaten kunnen worden. Voor de lange-termijn optimalisatie van de biologische landbouw moeten nieuwe concepten en strategieën worden ontwikkeld om te profiteren van zoveel mogelijk functionele diversiteit op alle niveaus van de bedrijfsvoering: bedrijfs-, akker-, gewas- en genetisch niveau. Het beperkte areaal van biologische landbouw zal de belemmering zijn voor economisch haalbare, specifieke veredelingsprogramma's voor biologische landbouw, met name daar waar het gaat om kleine gewassen en laagsalderende maar belangrijke gewassen als granen. De overheid zou het publiek-privaat onderzoek en precompetitieve veredelingsactiviteiten, alsmede nieuwe strategieën die de genetische basis van veredelingsprogramma's vernieuwen en (ver)nieuw(d)e rasconcepten

moeten ondersteunen. Samenwerking op Europees niveau zou de basis moeten zijn voor regionale diversificatie en aanpassing. Het onderzoeken en realiseren van nieuwe rasconcepten zal niet slagen als aanpassing van de richtlijnen voor registratie van nieuwe rassen en kwekersrecht, die gebaseerd zijn op de zuivere-lijn theorie, niet ter discussie gesteld kan worden. Het voorgestelde rasconcept zal niet alleen de biologische landbouw ten goede komen, maar in de toekomst ook de gangbare landbouw die opschuift naar milieuvriendelijke landbouw. De behoeften van de biologische en van de gangbare landbouw op het gebied van rassen en zaad kunnen alleen dichterbij elkaar komen als het overheidsbeleid met betrekking tot fungiciden en herbiciden in de toekomst strikter gehanteerd zal worden.

Dit proefschrift geeft een overzicht van de huidige stand van zaken binnen de biologische landbouw op het gebied van ecologische en ethische uitgangspunten voor een biologische plantenveredeling en vermeerdering. Het blikt terug, opzij en blikt vooruit om een basis te leggen voor een toekomstige ontwikkeling van biologische plantenveredeling en vermeerdering als een nieuwe tak van onderzoek en praktijk.

Curriculum Vitae

Edith Titia Lammerts van Bueren was born in The Hague, The Netherlands, 6th of March 1952. She lived part of her childhood in Indonesia and Venezuela. She completed the Stedelijk Gymnasium in Haarlem in 1972, and subsequently started her studies at the Wageningen Agricultural University. She first started the Plant Breeding Curriculum but switched to the Horticulture Curriculum with a specialisation in Ecology to have a broad agronomy background before specialising in plant breeding. She obtained her MSc degree in June 1978. From 1978-1984 she taught horticulture at the Biodynamic Agricultural College Warmonderhof (Tiel, The Netherlands). She joined the Department of Alternative Agriculture of the Wageningen Agricultural University in 1984, to participate in ongoing research and teaching. From 1987 until now she focused on the participatory, on-farm research in organic agriculture at the Louis Bolk Institute (Driebergen, The Netherlands). The Louis Bolk Institute is an independent research institute since 1976, specialised in organic agriculture, human health and nutrition. As part of the horticultural science group she initiated plant breeding and propagation research for organic agriculture from 1994 onwards. Not only was she engaged in research but was also head of the Agricultural Department of the Louis Bolk Institute from 1997-2001. At that stage the rapid development both of the Agricultural Department and the Plant Breeding Research Group made this combined position no longer tenable. At the present time her emphasis lies on the organic plant breeding research as head of the Section Plant Breeding and Agronomy within the Agricultural Department of the Louis Bolk Institute. In 1998 she founded the foundation Stichting Zaadgoed and since 2001 she is the co-founder and chair person of the European Consortium for Organic Plant Breeding (ECO-PB). Both organisations aim to co-ordinate organic plant breeding activities at the national and international level, respectively.