

SVERIGES UTSÄDESFÖRENINGENS TIDSKRIFT

Journal of the Swedish Seed Association

1 2015



SVERIGES UTSÄDESFÖRENING

Swedish Seed Association

Sveriges Utsädesförenings Tidskrift Journal of the Swedish Seed Association

Redaktör och ansvarig utgivare

Editor: J. Weibull

Redaktionsråd (*Editorial Council*):

Tomas Bryngelsson

Larisa Gustavsson

Per Henriksson

Roland Lyhagen

Inger Åhman

Adress (*Address*): Sveriges Utsädesförening,

c/o Anders Nilsson

SLU, LTV-fakulteten

Box 53

230 53 Alnarp

Tel. +46 40 41 51 74

Bankgiro: 485-0657

Tidskriften utkommer med 2 nummer per år. Information om medlemskap och prenumeration framgår av avsnittet medlemsinformation samt på hemsidan www.sveuf.se

Membership in the Swedish Seed Association (SUF) gives a possibility to follow how plant breeding and related issues in agri- and horticulture are developing in the Nordic countries. Seminars and workshops are arranged in Alnarp and Stockholm. The journal of The Swedish Seed Association is published with 2 issues per year.

The membership annual fee together with subscription of the journal is SEK 300. You can become a member in SUF by paying the fee to the Swedish Bank giro account 485-0657. **Indicate your name, address and e-mail address.**

On www.sveuf.se you find more information about The Swedish Seed Association and its activities.

Contact person:

Anders Nilsson: Anders.Nilsson@slu.se

Styrelseordförande (*Chairman*)

Eva Karin Hempel

Övriga styrelseledamöter (*Board Members*)

Jens Weibull

Anders Nilsson

Dave Servin

Otto von Arnold

Magnus Börjesson

Annette Olesen

Morten Rasmussen

Roland von Bothmer

SVERIGES UTSÄDESFÖRENINGENS TIDSKRIFT

Journal of the Swedish Seed Association

Organ för svensk växtförädling
Publication of Swedish Plant Breeding

Innehållsförteckning

(Contents)

Jens Weibull: Från redaktören <i>(From the editor)</i>	4
Roland von Bothmer: Kort om Udda Lundqvist <i>(Brief note on Udda Lundqvist)</i>	6
Udda Lundqvist: Scandinavian mutation research in barley: a historical review <i>(Skandinavisk mutationsforskning i korn: en historisk översikt)</i>	7
Katarina Wedelsbäck Bladh: Pepparrot: en växt med mångsidig användning <i>(Horse radish: a plant of multi-purpose use)</i>	17
Bokrecensioner:	27

Från redaktören

From the editor

Jens Weibull

Årets första nummer har av olika anledningar blivit lite försenat, och så här en knapp vecka innan midsommar ser jag redan genom tågfönstret att höstvetet har gått i ax på flera ställen. Det är en bråd tid på många sätt, och allt går så fasligt fort. Knappt hade värfågeln kommit förrän starrarna och sädesärlornas ungar redan har flugit ut, studenterna har rusat ut till måne en ljusnande framtid och det växer så det knakar i markerna.

För egen del har senvåren varit intensiv i form av remisshantering av regeringens förslag till förordning angående det s.k. Nagoyaprotokollet och delaktighet i ett regeringsuppdrag om just samma fråga, och under ledning av Naturvårdsverket. Läs gärna artikeln om SUF:s seminariedag på LRF i det senaste höstnumret (sid. 23-26), och den oro som vädrades där! Remissvaren finns redan nu utlagda på regeringens hemsida, och där bjuds det på både vin och vatten. Eller snarare ättika. Det ska bli mycket intressant att se hur regeringen till sist ska lyckas få till en lagstiftning som inte sätter käppar i hjulet för fortsatt forskning och växtförädling i landet. Det nyss nämnde regeringsuppdraget ska vara slutfört till sista mars 2016, men redan i mitten av oktober börjar viss lagstiftning att gälla. Vi får säkert tillfälle att återkomma till dessa komplicerade frågor i kommande nummer.

I detta nummer får ni stifta bekantskap med en av de absoluta förgrundsgestalterna när det gäller svensk växtgenetisk mutationsforskning. Udda Lundqvist, som fortfarande vid 86 år ålder är aktivt sysselsatt vid NordGen, presenteras kort och skriver själv en exposé över drygt 60 års forskning i modellväxten korn. Artikeln har tidigare varit införd i *Hereditas* under förra året och publiceringen har gjorts möjlig genom välvillig medverkan av chefredaktören Petter Oscarsson. Uddas kornmutanter är idag bland det mest efterfrågade genetiska samlingarna på NordGen: de sprids över hela världen som en vittnesbörd om de stortade insatser som gjordes för förståelse av genetiken och till gagn för växtförädlingen. Det är verkligen en ynnest att när tillfälle ges få sitta ned och språka

med Udda, alltid lika spirituell och med glimten i ögat. Jag önskar Udda ännu många aktiva år!

I en trevlig översiktsartikel sammanfattar Katarina Wedelsbäck Bladh sin doktorsavhandling om pepparrot, en växt med mångsidig användning och vars nyttoegenskaper vi kanske ännu inte har sett slutet på. Särskilt de bakteriedödande egenskaperna vittnar om outnyttjad potential. Och så är det ju så gott sedan. Jag har alltid förundrats över hur mycket duktigare vårt danska broderfolk är på att använda pepparrotten i olika sammanhang. Vi borde bli bättre på det. Pepparrotsglass, någon?

Slutligen bjuder vi i detta nummer på några recensioner av nyutkomna böcker, där kanske särskilt en av dem har väckt viss uppmärksamhet i pressen. Jag tänker främst på *Bortom GMO – Vetenskap och växtförädling för ett hållbart jordbruk* av trion Roland von Bothmer, Torbjörn Fagerström och Stefan Jansson. Jag hyser en trosvis förhoppning att deras bok komma att bidra till att tonen i den svenska GM-debatten blir lite mer sansad. Kanske kan den utgöra inledningen på ett samtal där vi i stället försöker att enas om vad vi faktiskt är överens om, och inte. Och med det som utgångspunkt borde det gå att finna fram till själva kärnan i problemen, allt i syfte att bena ut de riktigt knepiga motsättningarna. Blott tiden kan utvisa hur det går.

God läsning!

This first number is unfortunately slightly delayed for various reasons, and less than a week before midsummer I suddenly realise – looking through the train window – that the winter wheat is already heading. It is a busy period in many ways, and time flies dreadfully fast. While the spring birds just seem to have arrived, the young starlings and wagtails are already on their wings, the white-capped students have burst out of school and everywhere Nature is growing with seemingly unstoppable force.

For my own part, spring has been intense in the form of a public hearing of the government's

draft regulation regarding implementation of the so-called Nagoya Protocol incl. participation in a government commission on precisely the same issue, and under the guidance of the Environmental Protection Agency. Why not read the article in the autumn issue of last year about SUF's seminar held at LRF (pp. 23-26), and the concerns voiced there? Reactions on the hearing are already laid out on the government website, and there is both wine and water to find. Or, rather, vinegar. It will be very interesting to see how the government ultimately will succeed in preparing a law which does not create obstacles for further research and breeding in the country. The just mentioned commission shall be completed by the end of March 2016, but already in the middle of October some legislation relating to users of genetic resources will apply. I am sure that we will have the opportunity to return to these complicated questions in future issues of the Journal.

In this issue you will get acquainted with one of the true characters when it comes to Swedish mutation research in plants. Udda Lundqvist, still actively engaged at NordGen at the age of 86, is briefly introduced and writes herself a review describing more than 60 years of research in the model plant of barley. Her article was published in *Hereditas* last year and our re-publication has been made possible through the generous approval of chief editor Petter Oscarsson. Udda's barley mutants are now among the most sought after genetic collections of NordGen: they are being spread over the whole world as a testimony of the magnificent efforts that were made to the understanding of genetics and for the benefit of plant breeding. Whenever given the opportunity, it is truly a privilege to sit down and talk with Udda, always witty, and with a twinkle in her eye. I wish her many more active years to come!

In a nice review article Katarina Wedelsbäck Bladh summarizes her doctoral thesis on horse radish, a plant with multiple uses and whose commercial properties we may not yet have seen the end of. In particular, its bactericidal properties gives testimony of untapped potential. And the taste of it! I have always marvelled at the fact how much cleverer our fellow Danes seem to be, using horseradish in different contexts. We should be better at it. Horseradish ice cream, anyone?

Finally, in this issue we also offer reviews of recently published books, one of which seems to

have attracted some unusual attention in the press. I am thinking in particular of *Beyond GMOs - Research and plant breeding for sustainable agriculture* by the trio Roland von Bothmer, Torbjörn Fagerström and Stefan Jansson. I hold a belief that their book may contribute to a more sensible tone in the Swedish GM debate. Let us hope that it signals the start of a true dialogue where we instead try to come to an agreement on which positions we have in common, and where we disagree. And with that as a starting point, it should be possible to come to the very core of the problems, all in order to sort out the really tricky matters. Only time will tell how successful this approach was.

Good reading!



Jens Weibull
jens.weibull@gmail.com

Kort om Udda Lundqvist

Brief note on Udda Lundqvist

Roland von Bothmer

Den svenska växtgenetikens Grand Old Lady *Udda (Ulrike) Lundqvist* är vid 86 års ålder fortfarande vetenskapligt mycket aktiv. Hon är en världsauktoritet när det gäller mutationer i korn, som hon har arbetat med under hela sin aktiva forskartid (vilket är ungefär 65 år!). Udda kom från Österrike till Sverige 1949 för att studera och fick direkt kontakt med den svenska framstående mutationsgruppen under professor Åke Gustafssons ledning. Hon var försökstekniker och sedan forskningsledare vid Lunds universitet, Svalöf AB och sedan Svalöf Weibull AB (SW Seed). Under hela sin karriär har Udda arbetat med korn som modellväxt, och med de mer än 10 000 mutanter som inducerats här. Först tillsammans med Åke Gustafsson och efter Åkes bortgång har Udda byggt upp den världsunika kollektionen av kornmutanter som hon nu arbetar med för att noggrant dokumentera och lägga in NordGens samling av s.k. *genetic stocks* som efterfrågas av forskare världen över. Hon disputerade 1992 på den numera klassiska avhandlingen "Mutation research in barley" och hennes publikationer citeras flitigt. Hon samarbetar och publicerar med forskare i många länder och är en uppskattad föredragshållare vid internationella konferenser. För sina stora insatser i genetisk forskning och växtförädling belönades Udda 2009 med Nilsson-Ehle-medaljen från Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien. 2014 fick Udda Lundqvist utmärkelsen "Outstanding Achievement Award" för "Radiation-Supported Plant Breeding".

The Grand Old Lady of Swedish plant genetics Udda (Ulrike) Lundqvist is at 86 years of age scientifically still very active. She is a world authority on mutations in barley, with which she has worked throughout her active research career (which is about 65 years!). Udda came to Sweden from Austria in 1949 to study and made direct contact with the Swedish prominent mutation group under Professor Åke Gustafsson's management. She worked as experimental assistant and then research director at Lund University, Svalöf AB and then



Svalöf Weibull AB (SW Seed). Throughout her career, Udda worked with barley as a model plant, and the more than 10 000 mutants that have been induced here. First, together with Åke Gustafsson and also after his death, Udda has built up the unique world collection of barley mutants she now works to document thoroughly incl. storing NordGen's collection of so-called genetic stocks that are demanded by researchers worldwide. She earned her PhD in 1992 on the now classic treatise "Mutation research in barley" and her publications are cited frequently. She collaborates and publishes with researchers in many countries and is a popular speaker at international conferences. For her major contributions in genetic research and breeding, in 2009, Udda was awarded the Nilsson-Ehle medal by the Royal Academy for Agriculture and Forestry. In 2014 Udda Lundqvist was bestowed the "Outstanding Achievement Award" for "Radiation-Supported Plant Breeding".

Scandinavian mutation research in barley: a historical review

Skandinavisk mutationsforskning i korn: en historisk översikt

Udda Lundqvist

[Kommentar: denna artikel publicerades 2014 i *Hereditas* 151:123-131, och återutges efter välvilligt samtycke av den ansvarige redaktören].

Abstract

In 1928, the Swedish geneticists Hermann Nilsson-Ehle and Åke Gustafsson started on their suggestion experiments with induced mutations using the barley crop. In 1953, at the instigation of the Swedish Government, the 'Group for Theoretical and Applied Mutation Research' was established. Its aim was to study basic research problems in order to influence and improve methods for breeding cultivated plants. The research was non-commercial, even if some mutants were of practical importance. The peaks of activities occurred during the 1950s, 1960s and 1970s. Applying X-rays and UV-irradiation very soon the first chlorophyll mutations were obtained followed by the first viable mutations '*Erectoides*'. Soon the X-ray experiments expanded with other types of irradiation such as neutrons etc. and finally with chemical mutagens, starting with mustard gas and concluding with the sodium azide. The research brought a wealth of observations of general biological importance, high increased mutation frequencies, difference in the mutation spectrum and to direct mutagenesis for specific genes. A rather large collection of morphological and physiological mutations, about 12000 different mutant alleles, with a very broad variation were collected and incorporated into the Nordic Genetic Resource Center (NordGen) Sweden. Barley, the main experimental crop has become one of the few higher plants in which biochemical genetics and molecular biological studies are now feasible. The collection is an outstanding material for mapping genes and investigating the barley genome. Several characters have been studied and analyzed in more detail and are presented in this historical review.

Introduction

Swedish research on induced mutations in barley started in 1928 in a small scale at Svalöf initiated by the eminent Swedish geneticists Herman Nilsson-Ehle and Åke Gustafsson, although LJ Stadler published in 1928 data on induced mutations in barley which he interpreted with much pessimism (Stadler 1928). Nilsson-Ehle and Åke Gustafsson did not share this pessimism and on Gustafsson's suggestion experiments were initiated in barley (*Hordeum vulgare*) with induced mutations. The



Figure 1. Herman Nilsson-Ehle (1873-1949)



Figure 2. Åke Gustafsson (1908-1988)

first treatments with X-rays and ultraviolet irradiation were commenced, using the Svalöf cultivar 'Gull', also different pretreatments were tested since it was known that mutation frequency increases if seeds are soaked in water before irradiation. The first chromosome aberrations were observed and the first phenotypic changes in the seedlings, the chlorophyll mutations, occurred. Distinct categories were established: *albina*, *viridis*, *xantha* seedlings, rare two colored, striped and zoned. These chlorophyll



Figure 3. The Swedish group for 'Theoretical and Applied Mutation Research' from one of the first meetings in the mid-1950's.

mutations were the first indications of treatment success (Gustafsson 1938, 1940) and served as the standard method for measuring the induced mutagenic effects.

In the mid-1930s the first viable appeared and it was possible to distinguish two subgroups: *morphological* and *physiological* mutations. The most common group was at that time the *Erectoides* mutants characterized by compact or dense spikes, morphologically they resemble the *erectum* barleys, in comparison to the normal *mutans* spikes in most of the barley cultivars. In the following years, several of the mutants produced were considered very valuable: high yielding, straw-stiffness, straw-length, early maturity, tillering capacity, changes in spikes, kernels and awns, changed pigmentation and others (Gustafsson 1941, 1947).

These results from all the early experiments looked so promising even for plant breeding that in 1940, the Swedish Seed Association at Svalöv started to sponsor this new research with funding from the Swedish milling industry. This made it possible to extend the experiments considerably. It was possible to integrate theoretical and practical results. In 1948, the Wallenberg Foundation incorporated mutation activities in their research program, and they permitted Gustafsson to gather around himself a group of specialists to carry on the research work on a wider perspective. In 1953, at the instigation of the Swedish Government the 'Group for Theoretical and Applied Mutation Research' was established with the aim of studying basic research problems in order to influence and improve the methods for breeding of cultivated

plants. The Agricultural Research Council provided funding for most of the Mutation Group's scientific activities approved by the Swedish Parliament. Its peaks of activities were during the 1950s, 1960s, and 1970s (Gustafsson 1954).

Materials and Methods

X-irradiation on dry seeds was the standard method for studying the mutation process, but soon other types of irradiation as γ -rays, neutrons, electrons, protons, α -rays from radon, α -rays from Phosphorus 32 and Sulphur 35 were included in the experiments, also application of treatments with different soaking times of the seeds, both before and

after irradiation was studied. Not only the water content of the seeds was an important trait in relation to radiation sensitivity but also different environmental conditions. When comparing two irradiation types, sparsely versus densely irradiation, it can be summarized as follows: seeds are 20-30 times more sensitive to neutrons than to X-rays, and germinating seeds are two to three times more sensitive to neutrons than to X-rays; neutrons are approximately 10 times as effective as X-rays in producing chromosome disturbances and 50-100 times more effective in increasing the mutation rate in the second generation; neutrons produce relatively more chlorophyll mutations than X-rays (Ehrenberg *et al.* 1952, von Wettstein *et al.* 1959).

Already in the mid-1940s, chemical mutagenesis started the scene and became included in experiments together with irradiation. The idea was to influence not only the mutation rate but also the types of mutations. The first to apply was mustard gas, followed by many different compounds such as oxidizing and alkylating agents, epoxides and epimines, purines, organic sulphates and sulphonates, nitroso compounds, purine and acridine derivatives and many other chemical mutagens. Finally, in the mid-1970s the inorganic chemical mutagen 'sodium azide' was introduced that in Swedish experiments was the mostly used mutagen for isolation of viable mutants for practical purposes. The mutation frequency increased rapidly up to 80%, they were 20 times more effective than irradiation. Significant differences between the actions of ionizing radiation and chemical mutagens were demonstrated. In this respect, neutrons and

sodium azide form to extremes: neutrons induce a relatively large number of chromosome changes, whereas sodium azide primarily causes gene mutations at the nucleotide level. But also differences in the mutation spectrum were noticed, first with regard to the chlorophyll mutations, later in some morphological and physiological mutation groups. Some gene loci react in different ways. The aim was actually to control the direction of mutagenesis. This mutation research was non-commercial, even if some of important mutants have been used in practice – directly or after recombination breeding (Ehrenberg *et al.* 1956, 1961, Lundqvist 1992).

The Swedish collection of barley mutants

Genetic diversity in barley has been of great importance and has long been studied in great detail. It is an important feature not only for plant breeding but also for investigations and localization studies of the barley genome. The Russian geneticist N.I. Vavilov felt it necessary to explore the total genetic diversity of crop plants throughout the world as well as diversity of related wild species. There will always be a large demand for a broad diversity, including genetically characterized mutants. These mutants will serve as the basic material for all kinds of barley research and a methodical work will sooner or later lead to positive results (Lundqvist 1986).

Over the years, a large collection of morphological and physiological mutations (to-day about 12 000 different mutant alleles) with a very broad variation range have been brought together and were genetically and agronomically studied. It consists of five main categories and two of them are divided into twelve sub collections and show a very broad variation (Table 1 and 2) (Lundqvist 2005). Germination tests are conducted regularly, regeneration is done if necessary, and accessions are checked for its homozygosity. Passport data are included as far as possible in the NordGen's information system SESTO. About 720 barley genetic stock descriptions (BGS) with all gene-localized Swedish mutants are published in Genetics Newsletter (BGN) (Franckowiak and Lundqvist 2012, 2013).

The Swedish collection is unique since all the alleles of investigated genes are conserved at the Nordic Genetic Resource Center (NordGen), Sweden, and available for all research and breeding. It



Figure 4. Chlorophyll mutants were among the first results of Swedish mutation research in barley.

Table 1. Survey of the five main barley collections.

Group	Category name
A.	Barley Morphological and Physiological characters
B	Barley Near Isogenic Lines in Bowman
C	Barley Near Isogenic Lines in Bonus
D	Barley Duplication Lines
E	Barley Translocation Lines

Table 2. Survey of the twelve morphological and physiological barley sub-collections.

Sub-group	Character
1.	Changes in spikes and spikelets
2.	Changes in awn length and formation
3.	Changes in days to maturity
4.	Changes in epicuticular wax composition
5.	Changes in leaf blades
6.	Changes in culm length and composition
7.	Changes in kernel development and formation
8.	Changes in growth habit
9.	Changed pigmentation
10.	Changes in chlorophyll pigmentation
11.	Intermediate double mutants
12.	Resistance to powdery mildew

is a major source for to-days gene mapping and is valuable for molecular genetic analyses of cloned mutant genes. The collection forms an outstanding material for investigations within radiobiology, genecology, gene physiology, ultra-structural research, plant biochemistry, gene localizations, genetic fine mapping and molecular marker research. It also serves as important gene pools. During the years of their peaks of mutation research, about half of these mutants have been analyzed genetically in more or less detail, but they form only a minor part of the range of mutant characters. The mutant groups shown in Table 3 were studied in more detail genetically and with regard to mutagen specificity. These studies have increased the knowledge of the mutation process and the architecture of different characters (Lundqvist 1986, 1992, 2005, 2008). Some of them will be presented in this review.

Table 3. Survey of the genetically investigated Scandinavian mutant groups

Mutant group	Number of alleles	Number of loci
Praematurum (Early maturity)	195	9
Erectoides (Dense spike)	205	31
Breviaristatum (Short awns)	180	25
Eceriferum (Waxless, Glossy)	1580	79
Hexastichon (Six rowed spike)	64	1
Intermedium spikes	83	10
Elongated outer glume (Macrolepis)	40	1
Third outer glume (Bracteatum)	10	3
Calcaroides	21	5
Anthocyanin mutants	766	31
Liguleless (Auricleless and Eligulum)	24	2
Albino lemma (Eburatum)	5	1
Orange lemma (Robiginosum)	7	1
Powdery mildew resistance	77	several
Chlorophyll synthesis and chloroplast development	357	105

Table 4. Distribution of the early maturity mutants to the 9 *mat* loci

Locus	<i>mat-a</i>	<i>mat-b</i>	<i>mat-c</i>	<i>mat-d</i>	<i>mat-e</i>	<i>mat-f</i>	<i>mat-g</i>	<i>mat-h</i>	<i>mat-i</i>	Total
Mutants	85	49	31	2	9	7	4	2	6	195

Table 5. Distribution of the Intermedium-spike mutants to the 10 *int* loci.

Locus	<i>int-a</i>	<i>int-b</i>	<i>int-c</i>	<i>int-e</i>	<i>int-f</i>	<i>int-h</i>	<i>int-i</i>	<i>int-k</i>	<i>int-l</i>	<i>int-m</i>	Total
Number	33	3	23	15	1	4	1	1	1	1	83

Praematurum (early maturity) mutants

The demand for early cultivars has increased rapidly why earliness has become an important goal for Swedish plant breeding and an important feature under natural conditions. Farmers wanted an early crop to establish an effective crop rotation. Already in the 1940s, it was found that maturity in barley could easily be changed by using X-rays in either direction with both increased earliness and increased lateness. The time of heading was chosen as a safe character for screening induced early mutants, but early heading and early ripening are characters where environmental influences, especially climate conditions may hamper a safe classification (Gustafsson 1942, Gustafsson *et al.* 1960).

Over the years about 1250 different *Praematurum* mutants have been isolated and studied, using various mutagenic treatments. Several cultivars as 'Bonus', 'Foma', 'Kristina', 'Lotta', 'Semira', 'Frida', 'Golf' and 'Lina' were used. Very soon the mutants could be grouped into three categories according to their heading and maturity time with a variation between one and ten days: (1) drastically altered earliness; (2) medium increase of earliness; (3) slightly modified earliness (Gustafsson and Lundqvist, 1976, Lundqvist 1992). Long term studies made it possible to localize 95 mutants and distributed them to 9 *mat* loci (Table 4).

The different loci show in general quite distinct phenotypic characters. The mutations selected for earliness also change other properties of agricul-

tural value. Significantly shorter straw with lower internode number is found in the extreme early mutant loci, *mat-a*, *mat-b* and *mat-c*. Mutants of locus *mat-a* are generally more resistant to lodging than mutants in locus *mat-b*. Mutants in *mat-a* generally have a more reduced culm length. Thus, mutants of the *Praematurum* type may offer favorable materials for the selection of high yielding, semi-dwarf types. Among these loci, the most characteristic *Praematurum-a.8* (*mat-a.8*) mutant, derived as a one-step X-ray mutant, drastic early mutant and heads 8 to 10 days earlier than its ancestress cultivar 'Bonus'. It

was approved and released as a commercial Swedish cultivar under the name of 'Mari' in 1960, and was intended to replace early Swedish six-row cultivars. It was widely grown, as far north as Iceland, the Mediterranean region and also included in the International Maize and Wheat Improvement Center (CYMMIT) barley breeding program at Mexico (Hagberg 1961). Not until the mid 1960s, it was found that *mat-a.8* had a special property that definitely distinguished it from the 'Bonus' parent, namely, a profound change in the photo- and thermo-period reaction, making it heading and seed fertile also at 8 hours of daylight (short-day tolerant). During the 1960s, large phytotron experiments were carried out in the phytotron of Stockholm under different photoperiod conditions to compare different mutants and cultivars (Dormling *et al.* 1966, Dormling and Gustafsson 1969, Gustafsson *et al.* 1982). Later, when labor costs got too expensive, a darkening arrangement, using a special plastic tissue, was used in ordinary glasshouses with natural light lasting for 8 hours. This type of arrangement was used during many years for identifying short day neutral mutants. It was possible to distinguish three genotype categories under the extreme short day conditions of 8 hours of light: (1) genotypes with complete and early heading and good seed set; (2) genotypes with incomplete and late heading and seed set; and (3) genotypes that never headed remaining in a purely vegetative often luxurious stage. Regard-



Figure 5. Six-rowed spike 1, Intermedium-spike-c, Intermedium-spike-e compared with the mother cultivar from left to right.

ing the mutants in *mat-c* and *mat-e* loci, they are characterized by delayed heading and thus less pronounced short-day neutrality. The mutants in all other *mat* loci are long-day adapted like the parent cultivars, being rather productive at 24-16 hours of light, more or less infertile and late heading at 12 hours, and not heading at all at 8 hours (Gustafsson and Lundqvist 1976). The induced early mutants tested cover the whole spectrum of mutagens. There is a certain concentration of short-day adapted mutants under sulphonate treatments whereas the long-day adapted cases seem to accumulate when ethyleneimine is applied. Other observations indicate that sodium azide is less efficient in producing day-length neutral mutants.

Due to development of many molecular programs it was possible to clone two of the *Praematurum* genes: *mat-a*, and *mat-c*. The *Praematurum-a* (*Mat-a*) mutant has been identified as a homolog of the *Arabidopsis thaliana* circadian clock regulator *Early flowering 3* (*Elf3*). From 85 induced *mat-a* and 2 *eam8* mutants, more than 20 different *mat-a* alleles had been identified that there are clear mutations leading to the defective putative ELF3 protein. Expression analysis of *HvElf3* and *Gigantea* in mutant and wild type plants demonstrated the flowering pathway, leading to the early phenotype (Zakhrabekova *et al.* 2012). The other early maturity gene *Praematurum-c* (*mat-c*) has been identified of a natural variant of the barley homolog of *Antirrhinum CENTRORADIALIS* (*HvCEN*) as a contributor to successful environmental adaptation. 29 of 31 examined *mat-c* mutants showed different constitutions and from the results it got concluded that variation in *HvCEN* was important in enabling geographic range extension (Comadran *et al.* 2012).

Six-rowed (Hexastichon) and Intermedium-spike mutants

Barley is one of the oldest cultivated crops and the number of rows of the spikelets is a key character in inferring the origin of barley. Discussions during at least one hundred years resulted recently in the existence that domesticated two-rowed barley remains older than six-rowed supported by archaeological specimens (Bothmer *et al.* 1991). The six-rowed (*Hexastichon*) and *Intermedium-spike* mutants affect the development of the lateral spikelets with genetic interaction leading to synergistic enhancements. This research has given an insight into rather complex genetics of kernel rows in barley. Normal two-row barley carries, on opposite sides of the spike, central spikelets with two reduced sterile lateral spikelets. The two-row barley is able to produce six-rowed barley in a single mutational step. These mutants have well developed lateral spikelets, fully fertile and with long awns. All the 64 isolated cases have been localized to only one locus *v1*, renamed to *hex-v* and *vrs1*, located in the long arm of chromosome 2H (Gustafsson *et al.* 1969, Franckowiak *et al.* 1996). But two-row barley may also produce mutants with spike development intermediate between the two-row and the six-row states. These mutants have enlarged lateral spikelets which vary in characteristic ways with regard to awn development, fertility and kernel development, not only among mutants, but also depending on environmental conditions. A total of 126 such *Intermedium-spike* mutants have been isolated, 83 of them have been localized to 10 different *int* gene loci and studied in more detail (Table 5). All of these loci are recessive and showed

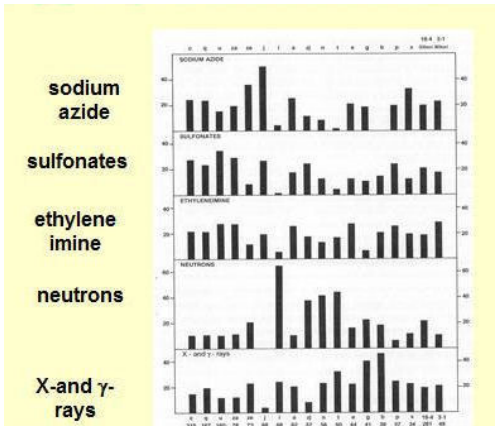


Figure 6. Percent of cer mutants at each locus, normalized for mutagens.

independent inheritance (Gustafsson and Lundqvist, 1980, Lundqvist and Lundqvist, 1988a). All intermedium mutants have been induced in the two-rowed barley cultivars ‘Bonus’, ‘Foma’, ‘Kristina’ and ‘Nordal’, both radiation types and most of the used chemical mutagens have been involved but no gene preference to the type of mutagen applied has been found (Lundqvist 1992).

Co-operation between the *int* loci, resulting in even further enhanced development of the lateral spikelets was observed at an early stage. Combinations of *int* genes in a double homozygous state have frequently resulted in typical six-rowed spikes, whereas other double mutant combinations have given rise to irregular or deformed even abnormal spikes. There is an unequivocal interaction of different types of interaction among the different gene loci. The studies showed that there are characteristic differences not only among the loci but also among the alleles in their ability to co-operate in the formation of six-rowed spikes in double mutants (Lundqvist and Lundqvist 1988b).

During the 1970s Japanese researchers studied several such so-called “six-row” mutants, all of them were recessive and assigned the gene symbols $v2 - v5$, and localized them on chromosomes. In further studies at Svalöv, allelism tests were carried out between the Swedish *int* loci and the Japanese *v* genes. The results can be summarized as follows: $v3 = vrs3$ is allelic to *int-a*, $v4 = vrs4$ is allelic to *int-e* and $v5 = vrs5$ is allelic to *int-c*. $v2 = vrs2$ is not allelic to any of the 4 *int* loci (Lundqvist 1992).

During the last years large efforts were made to clone some of the above described genes. The

Six-rowed spike 1 (hex-v, vrs1) gene was cloned by the Japanese research group including all Swedish mutants (Komatsuda *et al.* 2007). It is indicated that it is a homeodomain-leucine zipper I-class homeobox gene. Expression of the *Vrs1* was strictly localized in the lateral spikelet primordial of immature spikes and suggests that the *VRS1* protein suppresses development of lateral spikelet.

Alleles at the *intermedium spike-c (int-c)* locus with 23 Swedish mutants affect in different ways the lateral spikelets. The gene was cloned as an ortholog of the maize domestication gene *TEOSINTE BRANCHED 1 (HvTBI)* and modify lateral spikelet development with respect to allelic constitution at *vrs1* (Ramsey *et al.* 2011). The *intermedium-spike-e (int-e, vrs4)* gene with 15 isolated Swedish alleles also affects lateral spikelets and was cloned as an ortholog of the maize inflorescence architecture gene *RAMOSA2 (HvRA2)* that is specifically associated with lateral spikelet fertility and loss of spikelet determinacy (Koppolu *et al.* 2013).

Surface wax coating mutants: *Eceriferum*, *Glossy (Waxless)*

Presence of the wax coating reduces evaporation of water from the plant and helps protect it against pathogens. Most surface wax mutants, the *Eceriferum* and *Glossy* loci, affect the presence and type of epicuticular waxes on the leaf blades, sheaths, culms and spikes. When the wax coating is completely absent, various organs appear as a bright, glossy green color. Cooperation between Swedish and Danish researchers has made this mutant type probably the best known character complex of any cultivated plant. The mutants have been isolated and the genes localized, their influence on yield studied, different loci are mapped in chromosomes, electronic microscopy and biochemical analyses done, and their reactions to various climates studied in the phytotron. Phenotypically three different organs of the barley plant were studied in regard to wax coating and composition and led to five phenotypic categories: ‘spike and leaf sheath’, ‘spike and leaf sheath partially’, ‘spike’, ‘leaf blade’, and ‘spike, leaf sheath and leaf blade’ (Lundqvist and von Wettstein 1962, Lundqvist *et al.* 1968). A total of 1580 such *Eceriferum* mutants have been localized to 79 loci, 78 of them are recessive and one is dominant. Nearly all *Eceriferum* loci have been mapped spread over the seven barley chromosomes. Seven types of mutagenic treatments



Figure 7. Examples of some Erectoides loci. ert-c, ert-e, ert-k (Pallas) compared with the mother cultivar. (From the left to right).

have been applied, and it is obvious that different loci show markedly differing mutagen specific reactions. Detailed analyses of mutation distribution led to the following results: (1) there exist strong mutagenic differences between chemicals and ionizing radiation, especially neutrons; (2) no significant differences among various kinds of organic chemicals; (3) significant differences between organic chemicals and sodium azide; (4) no differences of combined treatments (sulphonate + X- or γ -rays) with sulphonates alone, but differs from the treatment with exclusively X-rays and no difference to sodium azide; (5) sodium azide differs strongly from X-rays and still more from neutrons; (6) clear differences between the two kinds of treatment with ionizing radiation, sparsely ionizing and densely ionizing neutrons having different effects on the target DNA molecule. In summary the wealth of alleles distributed on a large number of *cer* loci has provided important insights into the mutation process. Obviously, different gene loci have different mutabilities. It is equally obvious that different loci show markedly differing mutagen specific reactions. These insights into the mutation process combined with knowledge of the localization of the different genes in the genome will add to our understanding of the mechanisms of mutagenesis and the organization of the eukaryotic genome (Lundqvist and Lundqvist, 1988c, Lundqvist, 1992, Franckowiak and Lundqvist 2012, 2013).

As shown in figure 6 some features are evident: the most frequently mutated loci are *cer-c*, *cer-g* and *cer-u*, all affecting the wax coating on spike and leaf sheath, have a high number of mutations

after treatment with chemicals, sodium azide included; locus *cer-b* also affecting spike and leaf sheath is lacking mutations after treatments with sodium azide; the loci *cer-i* and *cer-t*, both affecting the wax coating on the spike, have predominantly mutations by radiation particularly by densely ionizing neutrons; locus *cer-j* has a high mutation frequency for treatment with chemicals, both organics and sodium azide, and no mutant isolated with neutrons has been received; locus *cer-ze* has a high frequency of sodium azide induced mutants; and locus *cer-zj* mutates with a large number of neutron induced mutants. The three last loci all affect the wax coating on the leaf blade. On the whole the diagram supports conclusions mentioned in a previous section.

Erectoides or Dense spike mutants

The *Erectoides* (dense spike) mutants were the first of the viable mutants induced by irradiation, and the most commonly induced morphological changes in ear density. They are characterized by compact, dense spikes, implying that the spike rachis internodes are shorter than in the mother strain. They generally possess a very stiff and often short straw. The first uppermost internode of the culm is generally longer than in the mother cultivar and the basal ones being shorter. In all, about 1270 such *Erectoides* (*ert*) mutants have been isolated and studied intensively, all different cultivars as mentioned in an earlier section were applied. 31 *ert* gene loci could be established among 205 investigated mutants. Most of the loci have distinct phenotypic characteristics, 30 are recessive and 1 is dominant. 21 loci have been localized and spread

Table 6. Survey of induced barley mutants and their derivatives released at Svalöf.

Primary mutant cultivars	Cultivars approved by mutant crosses	Cultivars approved by complex mutant crosses
44/3:extremely lodging resistant	'Gunilla' (1970)	
'Pallas': erectoides-k.32	'Hellas' (1967)	'Visir' (1970)
		'Senat' (1974)
		'Jenny' (1980)
'Mari': (Praematurum-a.8) extremely early	'Kristina' (1969)	'Troja' (1981)
	'Mona' (1970)	'Lina' (1982)
	'Eva' (1973)	
	'Salve' (1974)	
	'Pernilla' 1979)	

over the seven barley chromosomes. Differences in the mutation spectrum could be noticed: three of the *Erectoides* (*ert*) loci could be identified as mutagen specific, where more than 80, 70 and 50%, respectively, of the alleles were induced by irradiation. The analyzed mutant number is too small to state any gene preference. The *ert-b* locus has mutated in one special cultivar and not in others. Most of these *Erectoides* mutants are fully viable and promising from a practical point of view, and their productive capacity became tested continuously. High-yielding *Erectoides* were formed by mutation in several gene loci. The most outstanding one is *Erectoides* 32 in locus *ert-k* that became released as a new cultivar 'Pallas' in 1958 (Gustafsson, 1941, Hagberg *et al.* 1952, 1958; Hagberg 1953, Fröjer *et al.* 1958, Persson and Hagberg 1968).

Some breeding aspects

Since the work with artificial induction of mutations began, it was evident that mutation programs should be regularly included in breeding programs of crop plants. The application of mutation research in plant breeding was the most important stimulus. It was shown already in the 1950s and 1960s that the work at Svalöf through the joint work with barley breeders and scientists can be used as an example how mutation breeding can be employed in a crop improvement program (Gustafsson 1963). The main interest was focused on macro-mutations. Several characters such as earliness, straw-stiffness, higher yields, semi-dwarfs, protein content and disease resistance are of interest. Not only new direct mutants, but also the indirect use of induced mutations was applied. In the latter case breeding work changed modifying systems by crossing mutants with various established cultivars and selecting the best recombinants homozygous for the mutations. In the Swedish pro-

gram, the use of macro-mutations has proved to be more successful than recurrent mutagenic treatments (Gustafsson *et al.* 1971).

A rather large number of mutant cultivars of two-row barley were registered as originals and commercially released, totally 15. Two of these cultivars 'Pallas', a straw-stiff, lodging resistant and high yielding *Erectoides* mutant, and 'Mari', an extremely early,

photo- and thermo insensitive mutant, were produced directly by X-irradiation. All other cultivars derive from crosses and backcrosses with the X-ray induced mutants 'Pallas', 'Sv 44/3' and 'Mari' (Table 6). The series of cultivars obtained after crossing were and were found to be agricultural suitable for different parts of Scandinavia and other parts of the world. The aim of this work was to demonstrate that original mutant materials can be used successfully in recombined breeding programs and in the hands of skillful breeders. Different methods ought to be used together, to-day also with many modern technologies, adding to the results of ordinary crossing and selection (Gustafsson 1969, 1986).

In conclusion, Åke Gustafsson's words from his last paper are summarized as follows: "Useful mutations in barley include a wide range of economically important characters that influence morphological as well as physiological and biochemical properties will be an important tool in plant breeding, even more when the chemistry of the gene has been studied more intensively. Genetic instruments of artificial selection will increase the power and capacity of the plant breeder. It seems rather strange that also today there is a certain negative attitude towards the use of mutations in plant breeding or in most experiments concerning the general evolutionary theory. Such negative ideas are often associated with the view that mutationists ignore the natural sources of genetic variability and oppose the breeding value of primitive biotype collections" (Gustafsson, 1986).

References

- Bothmer, R. von, Jacobsson, N. *et al.*, 1991. A geographical study of the genus *Hordeum*. Systematic and Ecographical Studies on Crop Genepools 7. IBPGR, Rome. 1991. pp.127.
- Comadran, J., Kilian, B. *et al.*, 2012. Natural variation in a homolog of *Antirrhinum CENTRORADIALIS* contributed to spring growth habit and environmental adaptation in cultivated barley. *Nat Genet.* 2012 Dec; **44** (12): 1388-1392.
- Dormling, I., Gustafsson, Å. *et al.*, 1966. Phytotron cultivation of Svalöf's Bonus barley and its mutant Svalöf's Mari. *Hereditas* **56**: 221-237.
- Dormling, I. and Gustafsson, Å. 1969. Phytotron cultivation of early barley mutants. *Theor. Appl. Genet.* **39**: 51-61.
- Ehrenberg, L., Gustafsson, Å. and Lundqvist, U. 1956. Chemically induced mutation and sterility in barley. *Acta Chem. Scand.* **10**:492-494.
- Ehrenberg, L., Gustafsson, Å. and Lundqvist, U. 1961. Viable mutants induced in barley by ionizing radiations and chemical mutagens. *Hereditas* **47**:243-282.
- Ehrenberg, L., Gustafsson, Å. and Nybom, N. 1952. Effects of ionizing radiation in barley. *Arkiv Botan. Ser. 2.1 No. 17*:557-568.
- Franckowiak, J.D., Lundqvist, U. and Konishi, T. 1996. New and revised names for barley genes. *Barley Genetics Newsletter* **26**:4-8.
- Franckowiak, J.D. and U. Lundqvist. 2012. Descriptions of barley genetic stocks for 2012. *Barley Genetics Newsletter* **42**:36-792.
- Franckowiak, J.D. and U. Lundqvist. 2013. Descriptions of barley genetic stocks for 2013. *Barley Genetics Newsletter* **43**:48-223.
- Gustafsson, Å. 1938. Studies on the genetic basis of chlorophyll formation and the mechanism of induced mutating. *Hereditas* **24**: 33-93.
- Gustafsson, Å. 1940. The mutation system of the chlorophyll apparatus. *Lunds Universitets Årsskrift, N.F. Avd. 2. Bd. 36*:1-40.
- Gustafsson, Å. 1941. Mutation experiments in barley. *Hereditas* **27**:225-242.
- Gustafsson, Å. 1942. Mutationsforschung und Züchtung. *Der Züchter* **14**:57-64.
- Gustafsson, Å. 1947. Mutations in agricultural plants. *Hereditas* **33**:1-100.
- Gustafsson, Å. 1954. Swedish mutation work in plants: background and present organization. *Acta Agriculturae Scandinavica* **IV**:3:361-364.
- Gustafsson, Å. 1963. Productive mutations induced in barley by ionizing radiations and chemical mutagens. *Hereditas* **50**:211-263.
- Gustafsson, Å. 1969. Positive Mutationen und ihre Verwendung in der Züchtung hochleistender Gerstensorten. Bericht über die Arbeitstagung der Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtleiter in Gumpenstein, November 1969, 63-88.
- Gustafsson, Å. 1986. "Mutation and gene recombination – principle tools in plant breeding". Svalöf 1886-1986, Research and Results in Plant Breeding (Olsson, G., Ed.) LTs förlag, Stockholm 76-84.
- Gustafsson, Å., Dormling, I., and Lundqvist, U. 1982. Gene, genotype and barley climatology. *Biol. Zentbl.* **101**: 763-782.
- Gustafsson, Å., Hagberg, A., and Lundqvist, U. 1960. The induction of early mutants in Bonus barley. *Hereditas* **46**:675-699.
- Gustafsson, Å., Hagberg, A., Lundqvist, U., and Persson, G. 1969. A proposed system of symbols for the collection of barley mutants at Svalöv, *Hereditas* **62**:409-414.
- Gustafsson, Å., Hagberg, A., Persson, G. and Wiklund, K. 1971. Induced mutations and barley improvement. *Theor. Appl. Genet.* **41**:239-248.
- Gustafsson, Å. and Lundqvist, U. 1976. "Controlled environment and short-day tolerance in barley mutants". *Induced Mutations in Cross Breeding (Proc. Panel Vienna, Vienna, 1975)*, Vienna. 45-53.
- Gustafsson, Å. and Lundqvist, U. 1980. Hexastichon and *intermedium* mutants in barley. *Hereditas* **92**:229-236.
- Hagberg, A. (1953. Heterozygosity of *erectoides* mutants in barley. *Hereditas* **39**:161-178.
- Hagberg, A. 1961. Svalöfs original Mari-korn. "Aktuellt från Svalöv", Allmänna Svenska Aktiebolaget 13-16.
- Hagberg, A., Nybom, N., and Gustafsson, Å. 1952. Allelism of *erectoides* mutations in barley. *Hereditas* **38**:510-512.
- Hagberg, A., Gustafsson, Å., and Ehrenberg, L. 1958. Sparsely contra densely ionizing radiations and the origin of *erectoid* mutations in barley. *Hereditas* **44**:523-530.
- Komatsuda, T., Pourkheirandish, C. *et al.*. 2007. Six-rowed barley originated from a mutation in a homeodomain-leucine zipper I-class homeobox gene. *Proc. Nat. Acad. Sciences* **104**:1424-1429.
- Koppolu, R., Anwar, N. *et al.*. 2013. *Six-rowed spike4 (Vrs4)* controls spikelet determinacy and row-type in barley. *Proc. Nat. Acad. Sciences* **110**(32):13198-13203.
- Lundqvist, U. 1986, Barley mutants - diversity and genetics. - *In*: Svalöf 1886-1986. Research and

- results in plant breeding. (Ed. Gösta Olsson), LT's förlag Stockholm, p. 85-88.
- Lundqvist, U. 1992. Mutation Research in Barley. Dissertation, Dept. of Plant Breeding Research. The Swedish University of Agricultural Sciences, 283 p. http://www.nordgen.org/ngdoc/plants/Udda_thesis.pdf.
- Lundqvist, U. 2005. The Swedish collection of Barley Mutants held at the Nordic Genebank. Barley Genetics Newsletter **35**: 150-154.
- Lundqvist, U. 2008. Eighty years of Scandinavian barley mutation research and breeding. In: Q. Y. Shu (ed). p. 39-43. Proc. FAO/IAEA International Symposium on Induced Mutations in Plants. 12-15 August, 2008. Vienna, Austria.
- Lundqvist, U. and Wettstein, D. von. 1962. Induction of *eceriferum* mutants in barley by ionizing radiations and chemical mutagens. Hereditas **48**:342-362.
- Lundqvist, U., von Wettstein-Knowles, P., and Wettstein, D. von. 1968. Induction of *eceriferum* mutants in barley by ionizing radiation and chemical mutagens. II. Hereditas **59**:473-504.
- Lundqvist, U. and Lundqvist, A. 1988a. Induced *intermedium* mutants in barley. Origin, morphology and inheritance. Hereditas **108**:13-26.
- Lundqvist, U. and Lundqvist, A. 1988b. Gene interaction of induced intermedium mutants of two-row barley. I. Double mutant recombinants. Hereditas **108**:133-140.
- Lundqvist, U. and Lundqvist, A. 1988c. Mutagen specificity in barley for 1580 *eceriferum* mutants localized to 79 loci. Hereditas **108**:1-12.
- Persson, G. and Hagberg, A. 1968. Induced variation in a quantitative character in barley. Morphology and cytogenetics of *Erectoides* mutants. Hereditas **61**:115-178.
- Ramsey, L., Comadran, J. *et al.* 2011. *INTERMEDIUM-C*, a modifier of lateral spikelet fertility in barley, is an ortholog of the maize domestication gene *TEOSINTE BRANCHED 1*. Nat Genet **43**(2):169-172.
- Stadler, L.J. 1928. The rate of induced mutation in relation to dormancy, temperature, and dosage. Anatomical Record **41**, 97 p.
- Von Wettstein, D., Gustafsson, Å. and Ehrenberg, L. 1959. Mutationsforschung und Züchtung. In: Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen. Köln und Opladen **73**:7-50.
- Zakhrabekova, S., Gough, S.P. *et al.* 2012. Induced mutations in circadian clock regulator *Mat-a* facilitated short-season adaptation and range ex-

tension in cultivated barley. Proc Natl Acad Sci USA, 2012 Mar 13; **109** (11): 4326-4331.

Sammanfattning

År 1928 började de svenska genetikerna Hermann Nilsson-Ehle och Åke Gustafsson experimentera med inducerade mutationer i korn. År 1953, på initiativ av den svenska regeringen, bildades «Gruppen för teoretisk och tillämpad mutationsforskning». Dess syfte var att studera grundläggande forskningsproblem i syfte att påverka och förbättra metoderna för växtförädling. Forskningen var icke-kommersiell även om vissa mutanter kom att få praktisk betydelse. Aktiviteten var som störst under perioden 1950-1970. Genom att tillämpa röntgen- och UV-strålning erhöles mycket snart de första klorofyllmutanterna, följt av livskraftiga «Erectoides»-mutanter. Röntgenexperimenten utökades snart med andra typer av strålning, som neutroner, och slutligen med kemiska mutagener, till att börja med senapsgas och mot slutet natriumazid. Forskningen förde med sig en mängd observationer av allmän biologisk betydelse som t.ex. kraftigt ökade mutationsfrekvenser, skillnader i spektret av mutationer och direkt mutagens för specifika gener. En ganska stor samling av morfologiska och fysiologiska mutationer med en mycket bred variation, sammanlagt ca 12 000 olika muterade alleler, har införlivats i samlingarna i Nordiskt Genresurscenter (NordGen) i Sverige. Korn har, som experimentell huvudgröda, blivit en av de få högre växter där studier av biokemisk genetik och molekylärbiologi nu är möjligt. Samlingen är ett enastående material för att kartlägga generna och utreda korngenet. Flera egenskaper har studerats och analyserats mer i detalj, och presenteras i denna historiska översikt.



Udda Lundqvist arbetar idag på NordGen.
udda.lundqvist@nordgen.org

Pepparrot: en växt med mångsidig användning

Horse radish: a plant of multi-purpose use

Katarina Wedelsbäck Bladh

Studierna och resultaten som kortfattat presenteras här har tidigare redovisats i doktorsavhandlingen "Biodiversity in Nordic horseradish (*Armoracia rusticana*) – Studies with respect to conservation and utilization" (Doctoral thesis No. 2014:97, SLU) som försvarades 28 november 2014.

De historiska källorna

Pepparrot är en växt med intressanta traditioner och mångsidig användning, både som medicinalväxt och som krydda till mat. I modernare tid har pepparrot också börjat användas i olika industriella processer och som råvara vid produktion av pepparrotsperoxid. Man tror att pepparrot har varit känd i södra Europa i ca 2000 år. Målningar i Pompeji från år 79 e.Kr. visar bilder på en växt med långa vita rötter som en del har tolkat som pepparrot. Pepparrot nämns mycket tidigt i litteraturen under olika namn. Den romerske krigaren och statsmannen Marcus Porcius Cato (234-149 f.Kr.) skrev praktiska instruktioner för jordbrukare i sin *De Agri Cultura* ca 160 f.Kr. Han beskrev hur man sår och odlar *raphanum*, som användes som mat eller medicin av romarna. Även om vissa forskare tror att han beskrev pepparrot är detta tveksamt, eftersom pepparrot sällan producerar livskraftiga frön (Sampliner & Miller, 2009).

Den romerska naturalisten och filosofen Gajus Plinius d.ä. (23-79 e.Kr), mer känd som Plinius den äldre, nämner pepparrot i sin *Historia Naturalis* som publicerades omkring 77-79 e.Kr. Han rekommenderade i denna skrift *Persicon napy* för matsmältningen efter en kraftig måltid. En annan tidig källa, som tros handla om pepparrot, återfinns i "De Materia Medica" av den grekiske läkaren Pedanius Dioskorides (40-90 e.Kr). Han beskrev växten *Sinapi persicum* och nämnde att roten är tunn och lång. Både rötter och blad kunde ätas kokta.

Det finns olika teorier om hur pepparroten in-

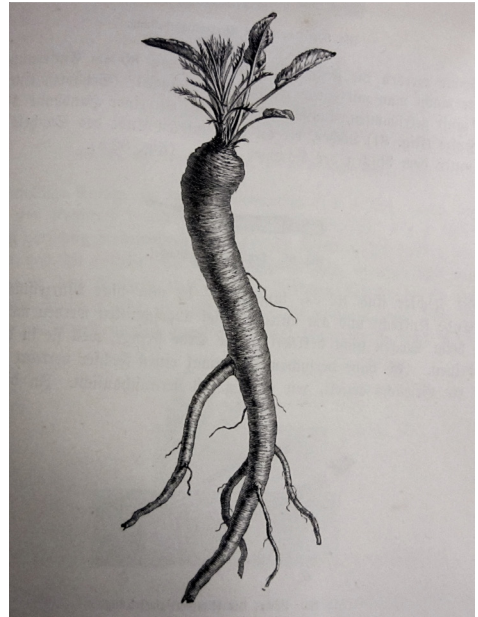


Bild 1 – Ur: M. Lebl (1892) *Gemüsegärtnerei zum erwerb und hausbedarf* (utgiven av Verlag von Paul Parey i Berlin).

fördes till Norden. Vissa menar att den kom från Ryssland med vikingarna, eftersom de seglade på de ryska floderna till de områden som pepparrot kommer från. Inga tillförlitliga källor för att bekräfta detta har funnits och mer troligt är att den infördes till Norden av munkarna via klostren. Man tror att pepparrot först infördes till de centrala delarna av Europa och senare till de norra delarna. Den första skriftliga dokumentationen om pepparrot i Norden är av dansken Henrik Harpestreng (1164-1244). Harpestreng nämner flera sätt att använda pepparrot på i sin *Liber herbarum*¹ som t.ex. att "pepparrot ger värme och är bra mot dövhet". Han beskrev också följande udda sätt att använda pepparrot: "Om du gnuggar händerna med pepparrot du kommer att kunna hantera ormar utan att få bett".

¹ <http://www.kb.dk/permalink/2006/manus/87/dan/>



Bild 2 – Samling i fält

Något om användning

Pepparrot användes i huvudsak som en medicinalväxt, vilket till exempel dokumenterades i Tyskland på 1100-talet av Hildegard från Bingen. Hon nämnde pepparrot som en behandling för lung- och hjärtsjukdomar i sin bok om medicinalväxter (*cit.* Schweiger & Kammerer, 1998). Att pepparrot användes som medicinalväxt i klostren i Norden bekräfts också i Nädendals klosterbok. Boken är skriven av munkar vid Vadstena kloster i Sverige år 1440. I denna bok beskrivs också hur pepparrot skickas till deras systerkloster i finska Nädendal.

Några av de användningsområden som nämns i litteraturen är bland annat att pepparrot kan läka sår, är bra mot feber och smärta, lindrar huvudvärk, är bra för högt blodtryck och gikt, hjälper till vid matsmältningsproblem, samt kan användas som behandling av urinvägsinfektioner och bronkit. Pepparrot är dock mest känd som botemedel mot skörbjugg. John Woodall, som var en militär kirurg i Lord Willoughbys regemente i slutet av 1590-talet, skrev i sin bok *The surgeon's mate*, tidigast publicerad 1617, att citrus och pepparrot var bra mot skörbjugg. Pepparrot kunde lagras en längre tid på fartygen, men också odlas i sandlådor. Att pepparrot var verksamt mot skörbjugg berodde på den höga halten av C-vitamin. Det finns visserligen en stor variation i C-vitaminhalten mel-

lan olika kloner, men i genomsnitt är halten av C-vitamin ca dubbelt så stor per viktsenhet som i en apelsin.

Under 1500-talet började pepparrot också användas som ett tillbehör till mat. Man tror att denna sed började i Tyskland och kom till England och Skandinavien först senare. År 1571 skrev den italienska läkaren och botanisten Matthiolus (1501-1577): "Tyskarna kallar pepparrot kren, de och det ungerska och polska folket äter denna rot som en krydda till sina måltider". Även den engelska herbalisten, eller örtdoktorn, John Parkinson (1567-1650) skrev i sin bok *Theatrum Botanicum* (1640) att "pepparrot kan serveras till allmogen och hårt arbetande män, men den är för stark för känsliga magar." I Österrike och sydöstra Europa som Ryssland, Bulgarien och Rumänien används pepparrot fortfarande både som krydda och som medicinalväxt.

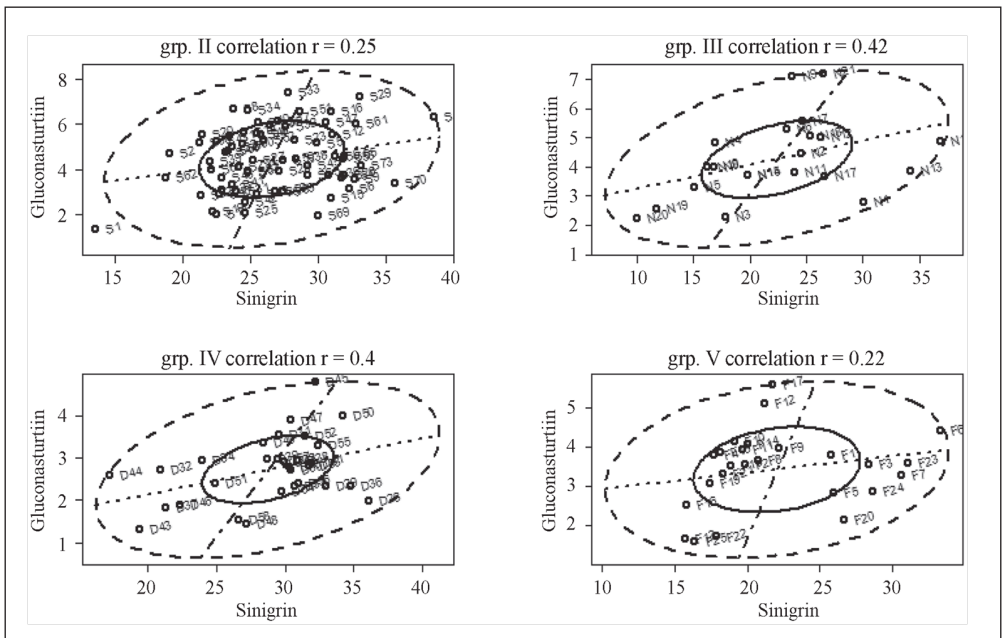
Produktionen av pepparrot i Sverige startade i Enköping där stora pepparrotsodlingar anlades under 1800-talet. Efter hand minskade produktionen för att senare flyttas till Fjärås i norra Halland. Det kan säkert finnas flera orsaker till att den började odlas i Enköping, som t.ex. lämpliga jordar och dessutom en produktion av grönsaker som man ju hade avsättning för i Stockholm. Att odlingen sedan flyttade till Halland var förmodligen en slump i



Figur 2 – Insamlingsplatser för pepparrot i Mellansverige, Norge och Finland.

läggning av det kemiska innehållet i accessionerna. Resultatet från de morfologiska studierna visade en hög mångfald där alla typer av bladformer från långsmala till omvänt hjärtformiga fanns. Vid en jämförelse av rötterna fann vi många olika typer från ogrenade (bild 3) till typer med rikt förgrenade rötter.

I studien av det kemiska innehållet analyserades glukosinolathalten i de nordiska accessionerna. Resultaten visade att de tre glukosinolaterna sinigrin, glukonasturtiin och glukobrassicin hade högst värden. Sinigrin, som bidrar till den skarpa smaken i pepparrot, var den mest dominerande och där varierade värdet mellan 82 och 90 % av den totala glukosinolathalten. Resultaten visade också att det fanns en stor variation i glukosinalatinnehåll både då det gällde koncentrationen i de olika accessionerna, men också att halterna skilde sig mellan olika delar av rötterna. Bland accessionerna fann vi olika kombinationer med låga eller höga sinigrinhalter i kombination med låga eller höga halter av glukonasturtiin (figur 3). Den genetiska mångfalden i de nordiska accessionerna studerades med AFLP-metoden. Eftersom pepparrot, på grund av dålig frösättning



Figur 3 - Förhållande och korrelation mellan innehållet av sinigrin och glukonasturtiin i nordisk pepparrot ($\mu\text{mol/g}$ torrstubans) visat med bivariat boxplot-metod av Flemming Yndgaard (II= svenska accessioner, III=norska accessioner, IV=danska accessioner, V=finska accessioner)

och en låg frögroning, främst förökas med rotsticklingar förväntades en låg genetisk diversitet. I motsats till förväntningarna visade resultaten en hög mångfald bland accessionerna. Resultaten visade också en variation mellan länderna där den största genetiska mångfalden fanns i Finland. Däremot fanns ingen korrelation varken mellan det kemiska innehållet och de molekylära studierna, eller med resultaten från de morfologiska studierna.

De morfologiska egenskaperna och pepparrotens resistens mot sjukdomar har varit en viktig faktor för valet av accessioner för kommersiell produktion. Med en ökad användning i industriproduktionen kommer de morfologiska karaktärerna vara mindre viktiga i motsats till det kemiska innehållet. Idag är utbudet av pepparrot i butikerna begränsat där det i regel bara en typ finns att tillgå, utan ytterligare information såsom t.ex. stark eller svag smak. En diversifiering till fler produkter och information om hälsoaspekten skulle förmodligen kunna öka konsumtionen av pepparrot väsentligt.

Referenslista

- Parkinson, John (1640). *Theatrum Botanicum: The Theater of Plants. Or, an herball of a large extent, [...]. Thomas Cotes, London.*
- Sampliner, D. & Miller, A. (2009). Ethnobotany of horseradish (*Armoracia rusticana*, *Brassicaceae*) and its wild relatives (*Armoracia* spp.). *Reproductive biology and local uses in their native ranges. Economic Botany*, 63: 303-313.
- Schweiger, A. & Kammerer, S. (1998). *Hildegard av Bingens Örtabok: Förebygg och hela*. Cordia, Stockholm.
- Wedelsbäck Bladh, K., Olsson, K. & Yndgaard, F. (2013). Evaluation of glucosinolates in Nordic Horseradish (*Armoracia rusticana*). *Bothanica Lithuanica* 19:48-56.
- Woodall, J. (1617). *The surgeon's mate*. Edward Griffin, London (?).



Katarina Wedelsbäck Bladh arbetar idag som museumsbiolog på Nordmøre museum väster om Trondheim.
katarina.wedelsback@outlook.com

Bokrecensioner



Ekodrömmen: några synpunkter

Kirchmann, H., L. Bergström, T. Kätterer & R. Andersson, 2014. Den ekologiska drömmen – myter och sanningar om ekologisk odling (250 sid.). Fri Tanke förlag (ISBN 978-91-87513-53-4; www.fritanke.se)

Diskussionen om ekologisk produktion/odling har pågått intensivt under senare år och tyvärr delvis övergått till ett ställningskrig mellan olika grupperingar. Men vad är ekologisk odling? Är det samma sak som, det vi alla vill se, en miljömässigt, ekonomiskt och socialt hållbar matproduktion? Tyvärr blandas ofta begreppen i den pågående debatten utan närmare definitioner. För den vanliga konsumenten blir det svårt att hålla isär vad olika debattörer talar om.

Det är viktigt att förstå att begreppet, ekologiskt, inte är förhandlingsbart på kort sikt. Det kräver att man håller sig till de strikta regler som bl.a. certifieringsorganisationen KRAV ställt upp. Det innebär bl.a. att ingen mineralgödsling är tillåten och inte heller användning av kemiska bekämpningsmedel. Det ställer särskilda krav på djurhållningen. Det är viktigt att känna till att begreppet, såsom det används idag, har sitt ursprung i antroposofin och det biodynamiska jordbruket. Därmed blandas vetenskap med olika troföreställningar. De senare kan vara väl så behjärtansvärda, men går tyvärr sällan att vetenskapligt belägga.

Det är mot den bakgrunden fyra mycket erfarna forskare vid Sveriges lantbruksuniversitet nu försöker bena ut vad diskussionen handlar om och vad forskningen hittills kommit fram till. Det gör de i boken **Den ekologiska drömmen – myter och sanningar om ekologisk odling** (1). Det är viktigt att inse att vår kunskap förändras över tid. Att fortsatt vetenskaplig forskning och beprövad erfarenhet blir allt viktigare att bygga också vår framtida matförsörjning på är deras viktiga budskap.

Konsumenterna efterfrågar alltmer ekologiska livsmedel i förhoppningen att man får ett mervärde i form av bättre produktkvalitet och miljöfördelar. Men är det så? Får konsumenterna bättre livsmedel och en bättre miljö om man köper ekologiskt? Är de omfattande politiska stöden berättigade? Är ekologisk odling giftfri? Räcker maten vid ekologisk produktion? Minskar näringsförlusterna till vattendragen? Är ekologisk odling klimatsmart? Är ekomaten nyttigare? Detta är frågor som författarna med stöd av egen och andras forskning försöker besvara såväl med ett svenskt som globalt perspektiv.

De flesta människor delar synen att naturen bör brukas och bevaras i oförstört skick för kommande generationer. Men det är samtidigt viktigt att förstå att all odling, även den som benämns ekologisk, förutsätter en grundläggande omvandling av naturliga ekosystem. På 1950-talet blev mineralgödselbruket allt vanligare då man upptäckte att ett antal grundämnen i oorganisk form är nödvändiga för växter. Genom användning av mineralgödsel, som också fick benämningen konstgödsel, kunde marken tillföras stora mängder växtnäring och svenska jordar uppgöddas med fosfor och kalium. Detta gav möjlighet till en specialisering av gårdar mot antingen växtproduktion eller djurhållning. Genom framgångsrik växtförädling lyckades man få högavkastande sorter av vete, majs och ris och med hjälp av mineralgödsel höga skördar. Det var detta som lade grunden till "den gröna revolutionen", som räddade en miljard människor från svält.

Men produktions sättet gav också flera negativa miljöeffekter, såsom övergödning av sjöar och vattendrag och läckage av kväve och fosfor från åkermarken. Allt fler började ifrågasätta jordbrukets produktionsmetoder och användningen av mineralgödsel och kemikalier. Så parallellt med att miljöproblemen uppmärksammades växte opinionen för ett mer miljömässigt jordbruk. Mineralgödsel och kemiska bekämpningsmedel skulle helt enkelt inte användas. Det var lätt

att få gehör för argumenten, ingen mineralgödsel, inga gifter och djur på alla gårdar. Ekologisk odling uppfattades som liktydigt med ett sunt, miljöanpassat och uthålligt jordbruk. Detta blev också en extra väckarklocka för det konventionella jordbruket i Sverige som, menar författarna, under många år präglats av ett målmedvetet miljöarbete. Baserat på vetenskap och teknisk utveckling kan problemen lösas anser författarna och ger ett antal exempel på hur detta kan och har kunnat ske genom precisionsodling, minskad användning av antibiotika mm.

Författarna diskuterar frågan om maten räcker vid ekologisk odling mot bakgrund av att världens matproduktion behöver öka med 60-70 % till år 2050. Svaret är nej, menar de och pekar på att det, inte minst i många u-lander, krävs mineralgödsling mot bakgrund av dagens utarmade jordar. Samtidigt är det fråga om små mängder, som behövs för att åstadkomma nödvändiga förbättringar.

Författarna belyser också frågan om ekologisk mat är nyttigare och kommer fram till att så är knappast fallet. Det hittar få skillnader i grödans sammansättning vid olika produktionsformer.

En särskilt viktig diskussion i boken handlar om markbördighet och markens förmåga till uthållig produktion. Sker ingen kompensation för växtnäringstag och näringsläckage utarmas jordar successivt och skörden blir lägre på grund av brist på enskilda växtnäringssämnen. Det allt avgörande kommer att bli hur effektivt vi kan recirkulera växtnäring från städernas avfall till odlingsmark och med en stadsbefolkning i världen som ökar dramatiskt. Författarna menar att dagens ekologiska odling inte är uthålligt i det här avseendet utan kräver produkter från konventionell odling för sin växtnäringsförsörjning. Särskilt bekymmersamt i det här sammanhanget är, menar författarna, ekoodlarnas kamp mot ogräset.

På den idag högaktuella frågan om ekoodling är klimatsmart svarar författarna att i ett helhetsperspektiv blir det konventionella jordbruket mer klimateffektivt än det ekologiska. Ett av skälen är att den indirekta effekten av att behöva utöka odlingsarealen för att få fram samma mängd mat vid ekologisk odling medför större utsläpp av växthusgaser.

Ekoodling, menar författarna, är relativt enkel att upprätthålla inom mjölk- och djurproduktionen men desto svårare för renodlade växtodlingsgårdar utan egen tillgång till stallgödsel. Det är, framhåller de, inte självklart att ekoodling totalt sett leder till mer mångfald i landskapet vid en storskalig omställning. Förutom ogräsproblem pekar de också på svårigheten att producera ekologiskt utsäde och där man idag i praktiken går runt det problemet genom att också använda konventionellt framtaget utsäde. Författarna

pekar på bristande odlings säkerhet och att forskningsresultat visar att utlovade fördelar med ekoodlingen, enligt nuvarande definition, inte kunnat uppnås.

Politiska krav på att ytterligare öka arealen för ekoodling och att öka offentlig upphandling av ekologisk mat kan verka ambitiösa och framsynta. Men, anser författarna, den samlade vetenskapliga erfarenheten tyder på att framtidens uthålliga jordbruk snarare måste bygga på nytänkande, upptäckter, utveckling av teknisk utrustning parat med största möjliga hänsyn till miljön.

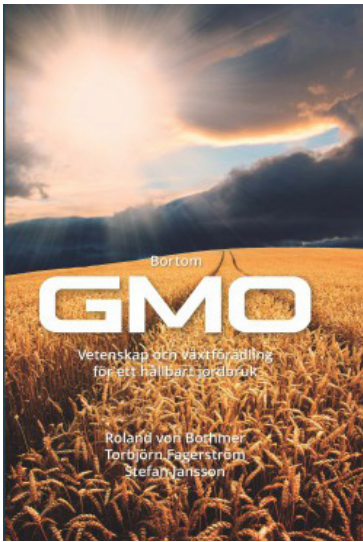
Författarnas slutord är att ekologisk odling reducerar skörden kraftigt och kan inte försörja en växande befolkning. Ekologisk mat är inte heller hälsosammare och odlingsformen är inte bättre för miljön.

Det här blir viktiga frågor att fundera på nu när regeringen tillkännagett att man avser att utarbeta en svensk livsmedelsstrategi, något som då kräver ett brett stöd såväl över partigränserna som hos berörda aktörer inklusive oss konsumenter.

För egen del tror jag att den matproduktion som definieras som ekologisk har haft stort värde för att visa på olika vägar mot ett mer miljömässigt hållbart jordbruk, såväl i Sverige som i världen i stort. De visionerna har, som tidigare sagt, också inspirerat det konventionella jordbruket, inte minst i Sverige. Men det är det jordbruket som framtidens miljömässigt hållbara produktion i huvudsak måste bygga på. Arbetet med att nå dit kommer att kräva en ständig omprövning för att utvecklas i rätt riktning. Grunden för det är, i sin tur, vetenskap och beprövad erfarenhet och en öppen och förtroendefull dialog mellan bönder, forskare och konsumenter. Men, det är viktigt att skilja på tro och vetande.



Inge Gerremo är konsult i globala livsmedelsfrågor.
inge.gerremo@telia.com



Om växtförädling och framtiden

von Bothmer, R., T. Fagerström & S. Jansson, 2015. Bortom GMO – Vetenskap och växtförädling för ett hållbart jordbruk (191 sid.). Fri Tanke förlag (ISBN 978-91-87513-74-9; www.fritanke.se).

I oktober 2014 röstade EU om godkännande av tre nya genetiskt modifierade (GM) produkter av bomull och raps. Produkterna hade utvärderats av EU:s vetenskapliga råd för livsmedelssäkerhet (EFSA) som tillstyrkte ett godkännande. Sverige, som normalt sett alltid röstar med den vetenskapliga rekommendationen i EU-sammanhang, valde att lägga ner sin röst. Ännu ett av många exempel på hur vetenskaps-samhället helt misslyckats med att vinna förtroende i fråga om genetiskt modifierade växter. Utvecklingen av GM-växter står nu i princip still i Europa och tillstånd för kommersialisering avslås av känslomässiga och handspolitiska skäl snarare än med vetenskaplig argumentation.

I boken "Bortom GMO – Vetenskap och växtförädling för ett hållbart jordbruk" gör tre av landets mest namnkunniga forskare i växtbiologi och ekologi, Roland von Bothmer, Torbjörn Fagerström och Stefan Jansson, ett försök att föra den annars så animerade och känsloladdade GMO-debatten tillbaka till en saklig och vetenskaplig diskussion. Boken är sprungen ur Kungl. Vetenskapsakademiens (KVA) "GM-grupp" med syfte att med vetenskaplig bas sprida information om genteknik.

I ett par inledande kapitel beskrivs jordbrukets och växtförädlingens utveckling från den första domestice-

ringen till konventionell växtförädling och genteknik. Men man stannar inte vid transformation utan visar att tekniken efter det fortsatt med olika former av riktade mutationer. Det finns också olika sätt att använda genteknik i förädlingsarbetet utan att slutprodukterna nödvändigtvis blir transgena. Växtförädling är en serie tekniker där den ena bygger på den andra och där GM-växter inte utesluter, utan snarare förutsätter, konventionella metoder. Sammanställningen visar också på regelverkets absurditet där produkter framställda med en teknik (transformation) omfattas av ett rigoröst regelverk medan äldre och nyare tekniker (t.ex. slumpmässigt inducerade eller riktade mutationer), som åstadkommer samma sak, är helt oreglerade.

Ett intressant kapitel beskriver företagsstrukturen för utsädesproduktion och växtförädling i Sverige och världen. Trenden är en koncentration till allt färre och större företag, med Monsanto som giganten. Den utvecklingen är inte nödvändigtvis helt kopplad till gentekniken, men ändå starkt påverkad av de enorma kostnaderna för utveckling av bioteknik och inte minst tillståndsprövning. Mycket av motståndet mot GMO-produkter tar sin grund i ett allmänt motstånd mot multinationella företag. Ironiskt nog spelar GMO-motståndet just dessa företag i händerna. När GMO-sorter utsätts för orimliga krav på riskbedömning är det bara företagsjättarna som har råd, medan småföretagen slås ut. Författarna tillstår ändå ett problem med den stora koncentrationen av utveckling inom växtförädling till ett mycket litet antal företag, och riktar en uppmaning till politiken att satsa mer på offentligt finansierad växtförädling.

Man gör vidare ett tappert försök att reda ut den snärjiga patent- och växtförädlarrättslagstiftningen för växtsorter, kanske med huvudbudskapet att det är just förvirrande. Men, om igen, egentligen är det inte biotekniken som enkom skapar problematiken. Immaterialrätt för all slags växtförädling är komplicerad eftersom produkten, i likhet med till exempel piratkopiering av digitala media, är så lätt att mångfaldiga med eget utsäde.

Bokens avslutande kapitel sätter växtförädling och genteknik i ett samhälleligt perspektiv. Risker, rädslo och ekonomiska vinster vid odling av GM-grödor diskuteras. Författarnas slutsatser är ånyo att det största problemet kanske är att initiativet, och en stor del av den ekonomiska vinsten, ligger hos ett fåtal privata företag. Just ägarstrukturen, i kombination med den komplexa lagstiftningen, patentproblematik och det kostsamma testsystemet framhålls som de avgörande hindren för en mer världsomspännande utveckling av GM-grödor och ett miljövänligt och rationellt jordbruk.

Det är tveklöst en viktig bok som von Bothmer, Fagerström och Jansson har skrivit. En stor del av forskarsamhället har gett upp att överhuvudtaget kommunicera växtförädling och genteknik till allmänheten då debatten allt som oftast förfaller till pajkastning. För lite mer än ett halvsekel sedan uppfattades växtförädlare som några av samhällets hjältar. "Trollkarlarna från Svalöv" bidrog starkt till ständigt ökade skördar under 1900-talets första hälft och var med och förde Sverige från att vara ett fattigt agrarsamhälle till ett av världens mest välmående länder. Boken inleds också med "Kromosomvansen" där signaturen KAJENN i Svenska Dagbladet 1950 med glimten i ögat skriver om korsningsförsök i Svalöv. Idag verkar växtförädlare snarare uppfattas som svarta häxmästare. Hur blev det så? Har kanske samhället i stort fjärat sig så långt från lantbruket och den primära livsmedelsproduktionen att all slags avel och förädling mest uppfattas som farligt och onaturligt?

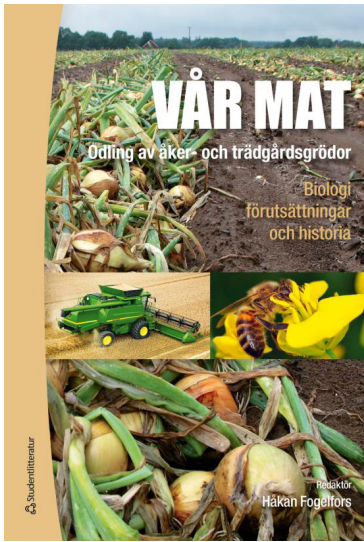
KVA skriver i bokens förord att boken ska presentera vetenskapligt grundade fakta och argument och med "vetenskaplig kvalitetssäkring". I det sammanhanget tycker jag det är olyckligt att man väljer att skriva helt utan referenshänvisningar i texten och med en mycket mager litteraturlista. Det är måhända en redaktionell önskan för att öka bokens läsbarhet, men gör boken betydligt mindre vetenskaplig än vad som sägs vara syftet. Jag betvivlar inte att det ligger ett omfattande litteraturarbete bakom boken, men det framgår inte och läsaren ges inte möjlighet att kontrollera och fördjupa sig i särskilda studier.

Att på ett pedagogiskt sätt och med vetenskaplig argumentation omvända GMO-skeptiker är en grannliga uppgift. Jag tror kanske inte heller att denna bok kommer omvända opinionen över en natt. Däremot visar den på ett mycket tydligt sätt att den polariserade "ja eller nej till GMO"-debatten snarare kommer att själv dö. Inom kort, kanske redan nu, står vi inför en situation där det inte längre är klart, och än mindre spårbart, vad som är genetisk modifiering och inte. Samtidigt framstår behovet av ökad livsmedelsproduktion, liksom ersättningen av oljebaserade produkter med biobaserade, som alltmer uppenbart. Jag ser, liksom bokens författare, fram emot en debatt om vilka egenskaper vi önskar från framtidens jord- och skogsbruksväxter, utan fixering vid en viss teknik.



Matti Wiking Leino är docent i genetik och kulturväxtforskare, knuten till Nordiska museet och Linköpings universitet.

matti.leino@nordiskamuseet.se



Helt ny bok om växtodlingens grunder

Fogelfors, H. (red.), 2015. Vår mat. Odling av åker- och trädgårdsgrödor. Biologi, förutsättningar och historia (614 sid.). Studentlitteratur AB, Lund (ISBN 978-91-44-09280-5).

Som ung student på den propedeutiska kursen för agronomer 1975 var det en fascinerande upplevelse att ta klivet från gymnasietidens teoretiska ämnen i matematik, kemi och fysik till tillämpade ämnen som växtodlingslära, husdjurslära, lantbrukets maskinlära, osv. Och det var inte minst nyttigt för en ung man som då inte visste skillnaden mellan hö och halm, eller vad en sinko var. Dåtidens läroböcker i växtodlingslära var tvenne: **Del 1 Marken** av Olof Hammar, Janne Eriksson, Sigurd Falk och Ragnar Hagman, och **Del 2 Växterna** av samme Hammar och Sven Binge-fors. Det var två volymer fyllda med nya kunskaper som en då 18-årig och vetgirig ung man gärna kastade sig över. Mellan waxade pärmar rymdes över 800 sidor sprängfylld information om lermineraller, växt-näringsämnen, utsädesmängder, grödornas avkast-ningsnivåer, och mycket, mycket mer. Här fanns allt som behövdes för att ge sig i kast med lantbrukets spännande utmaningar: nu ska världssvälten hejdas! Det var verkligen en tid när tryckpressarna på LTs förlag gick på högvarv.

Nu har Hammars och medarbetares böcker sedan en längre tid tillbaka, efter fullgjort värv, återvunnits och kanske blivit ny information eller fyllnadsmaterial i vadderade jiffypåsar. Och vi befinner oss i ett ganska annorlunda Sverige: vi har blivit nästan 1,5 miljoner fler i landet, 400 000 hektar åkermark har

försvunnit liksom hälften av jordbruksföretagen, och arealskördarna har fortsatt att öka. Svenskt jordbruk är sedan många år utsatt för världshandelns svängningar och konkurrens, det mänskliga fotavtrycket på den planet i Universum som är vårt hem - Jorden - blir allt större, och utmaningarna att lösa den hotande världssvälten finns alltså kvar, trots enastående framsteg. Det är med andra ord dags för nya generationer med andra perspektiv att ta sig an den nya tidens sporrande uppgifter. Och för den sakens skull behövs uppdaterade kunskaper, nya perspektiv och insikter, förmåga till syntes och överblick, djupare förståelse och nya sätt att tänka. Det behövs helt enkelt också en ny samlad lärobok.

Håkan Fogelfors, statsagronom emeritus vid SLU:s institution för växtproduktionslära, har som huvudförfattare och redaktör tillsammans med en lång rad medarbetare tagit sig an den uppgiften. I boken *Vår mat*, nyss utgiven av Studentlitteratur, samsas på drygt 600 sidor 15 olika övergripande kapitel. Många känns helt rätt i tiden: *Miljöpåverkan och hållbar utveckling*, *Agroekologi*, *Pollinering - en ekosystemtjänst*, *Hälsa och matproduktion - en sammanfattande översikt*. Klimataspekterna har fått ett eget kapitel med underrubriker som behandlar olika effekter av t.ex. stigande koldioxidnivåer och förlängd vegetationsperiod, eller förväntade växtskyddsproblem. Indelningen i mängder av underavsnitt är för övrigt omfattande och inspirerande. I jämförelse med 1970-talets mer produktionsinriktade litteratur känns anslaget verkligen i takt med tiden. Här talas mer om ekologiskt utrymme, ekosystemtjänster, beståndsekologi, förebyggande växtskyddsåtgärder, växtförädlingsens nutid och framtid i Sverige, och mycket mer.

I sitt förord skriver Fogelfors att boken inte bara är avsedd för naturbruksgymnasier - som ju för 40 år sedan faktiskt kallades lantbruksskolor - eller som läromedel för universitet och högskolor utan som en allmän introduktion till konsumenter om "svenskt jordbruk och hur t.ex. dina matvanor påverkar såväl jordbrukslandskap som klimat". Jag tror att det månghövdade och välmeriterade författarlaget med Håkan Fogelfors i spetsen har goda utsikter att lyckas i sina föresatser. Det är en rik volym med mängder av tabeller, kartor och andra figurer, och med tydliga och detaljerade teckningar av Fredrik Stendahl. Bildmaterialet håller i allmänhet hög klass även om färgåtergivning hos en och annan har blivit lite väl skrikig. Men det, ska genast sägas, tillhör de få undantagen. Redan insidorna av bokens pärmar innehåller en pedagogisk historisk tidslinje över hur svenskt jordbruk utvecklades från år 4000 och framåt. Här blir det snart uppenbart för läsaren att det under järnåldern faktiskt inte hände så mycket vad gäller introduktion

av nya grödor, utan det var först framåt vikingatid som kosten av gryn, ärtor och bönor utökades med viktiga växtslag som lök, olika kålväxter och några grönsaker. Det måste rimligen ha inneburit en smärre smaksensation, tänker recensenten. Den kompletterande odlingshistoriska översikten i kapitel 2 är som komplement mycket uttömmande och stimulerande att läsa.

Kapitel 4 om klimat känns som en fräsch genomgång av vad vi vet idag och vad vi tror oss veta av morgondagen, givet de klimatteoretiska modeller som finns till hands och som ständigt fylls på med nya data. Välkommet är också avsnittet (sid. 117-121) om vilken roll vi som konsumenter har när det gäller jordbrukets påverkan på klimatet och hur vi skulle kunna bidra till en bättre situation. Texten talar visserligen om olika åtgärder för att möta klimatförändringarna som t.ex. att anpassa växtförädlingen för ett nytt sortmaterial, men nämner nästan mest som en bisats aspekten av ljus- och dagslängdsförhållanden. Recensenten skulle nog just vilja peka på dagslängdsaspekten som en avgörande faktor varför vi kommer att behöva en inhemsk växtförädling också i framtiden; praktiskt taget all annan sortframställning görs under ljusförhållanden som inte är särskilt lämpade för de mellersta och norra delarna av vårt land.

Volymen genomsyras, som sagt, av utgångspunkten att framtida jordbruks- och livsmedelsproduktion måste bedrivas med ett hållbarhets- och kretsloppstänkande. "Ett lönsamt jordbruk måste vara klimatsmart för att vara ekologiskt hållbart", hävdas t.ex. på sid. 120. Men boken innebär inget saligförklarande av ekologisk odling utan den diskuterar sakligt integrerat växtskydd, en balanserad växtodling och aspekter på hälsa och matproduktion, men i ett produktionsperspektiv. Jorden måste föda oss och vi måste bruka den med all omtanke och klokskap vi kan uppbära för att det i längden ska vara hållbart. Det ekologiska lantbruket behandlas sakligt och utan värderingar, liksom också frågorna kring genmodifierade grödor och andra moderna tekniker. Genomgångarna av alla grödor är rikhaltig och heläckande. Allt är systematiskt genomfört och mycket hedervärt.

De avslutande delarna av boken (sid. 557-614) omfattar en fyllig tabellbilaga över vanliga och viktiga skadegörare i olika växtslag, ett litteraturregister med både portallänkar och litteraturreferenser, en bildförteckning, ett register över latinska växt- och djurnamn samt ett person- och sakregister. Recensenten har verkligen inte funnit många felaktigheter i den digra texten, mer än möjligen ett och annat felstavat latinskt namn eller att resistensgener snarare hämtas från vilda arter än vilda sorter. Men det är bagateller i

sammanhanget. Studentlitteratur är att gratulera till, gissningsvis, en ny klassiker om svensk växtodling som förhoppningsvis kommer att få många läsare. Den skulle bara vara i ett mindre och bekvämt fickformat så att den kunde finnas i bilen eller i rygsäcken på turer genom det vackra svenska jordbrukslandskapet. Kanske ett tips inför kommande utgåvor?



Jens Weibull
jens.weibull@gmail.com

Sveriges Utsädesförenings Tidskrift publicerar på antingen svenska eller engelska artiklar, meddelanden, översiktsartiklar samt föredrag från konferenser och möten. Alla vetenskapliga originaluppsatser genomgår en referegranskning. Bidrag i form av vetenskapliga artiklar av intresse för växtförädling och närbesläktade områden mottas.

En sammanfattning på engelska eller svenska på högst 160 ord skall ingå samt 6 nyckelord som publiceras i samband med sammanfattningen.

Ett manuskript, som inskickas elektroniskt, bör inte överstiga 16 A4-sidor med dubbelt radavstånd inkluderande figurer och tabeller. Manuskript som överstiger detta sidantal ska först diskuteras med redaktören. Illustrationer skall inlämnas separat som EPS, TIFF eller JPEG format. Artikelförfattaren (-na) ombeds även att skicka in ett välliknande foto i TIFF eller JPEG-format.

Referenser skall nämnas i den löpande texten med författarens efternamn och årtal. Listan med referenser skall ges i alfabetisk ordning enligt följande:

*Green, A. G. 1986. A mutant genotype of flax (*Linum usitatissimum* L.) containing very low levels of linolenic acid in its seed oil. Can. J. Plant Sci. 66, 499-503.*

Manuskriptet tillsammans med illustrationer samt författarens namn, adress och institutionstillhörighet skall skickas till:

Jens Weibull (huvudredaktör) jens.weibull@gmail.com

The Journal of the Swedish Seed Association publishes, in Swedish or English, articles, notes, commentaries, reviews as well as proceedings of meetings and seminars. All scientific original papers are subject to a referee procedure. The submission of original articles in the field of plant breeding and related areas is encouraged.

An abstract in English or Swedish not exceeding 160 words is required together with 4 to 6 keywords.

Contributions should preferably exceed 16 A4-pages with double spacing including figures and tables. Manuscripts exceeding this recommended number of pages must obtain a preapproval from the Editor. Illustrations shall be submitted separately separately in either EPS, TIFF or JPEG formats. Authors are requested to submit a recent photograph (TIFF or JPEG format) in addition to the manuscript.

References should be indicated in the text by the surname of the author(s) followed by the year of publication. The full list of references should be typed in alphabetical order as shown below:

*Green, A. G. 1986. A mutant genotype of flax (*Linum usitatissimum* L.) containing very low levels of linolenic acid in its seed oil. Can. J. Plant Sci. 66, 499-503.*

The manuscript together with illustrations and with the author's name, address and institutional affiliation should be submitted to:

Jens Weibull (Main Editor): jens.weibull@gmail.com

