



## Doctoral Thesis

# **Agronomische und morphologische Charakterisierung von Weizen (*Triticum aestivum* L.) und Dinkel (*Triticum spelta* L.) sowie von spezifischen Weizen/Dinkel- $F_1$ -Hybriden und deren Folgegenerationen von der $F_2$ bis zur $F_5$**

**Author(s):**

Rimle, Richard

**Publication Date:**

1995

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001529947> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

**Agronomische und morphologische Charakterisierung von  
Weizen (*Triticum aestivum* L.) und Dinkel (*Triticum spelta* L.)  
sowie von spezifischen Weizen/Dinkel-F<sub>1</sub>-Hybriden und deren  
Folgenerationen von der F<sub>2</sub> bis zur F<sub>5</sub>**

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines  
Doktors der Naturwissenschaften  
der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
ZÜRICH

vorgelegt von  
RICHARD RIMLE  
Dipl. Ing. Agr. ETH  
geboren am 19. Januar 1965  
von Muolen

Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. P. Stamp, Referent  
Dr. J.E. Schmid, Korreferent  
Dr. A. Rüeeggger, Korreferent

Zürich 1995

## I. ZUSAMMENFASSUNG

Dinkel wird als eigenständige Brotgetreideart betrachtet, die als Alternativkultur, insbesondere dank seinen geringen Ansprüchen an Boden und Klima, für den Anbau in den Grenzlagen des Ackerbaus Verwendung findet. Das vermehrte Interesse am Dinkel und die Wiederaufnahme seiner Züchtung, u.a. mit der Einkreuzung von Weizen, veranlasste eine weitführende Abklärung der Verschiedenheit zum Weizen in agronomischer und morphologischer Hinsicht unter verschiedenen Umweltbedingungen. Zur Beurteilung für eine zielgerichtete züchterische Bearbeitung der vorliegenden Genpools wurde zusätzlich eine detaillierte Analyse der  $F_1$ -Hybriden und ihrer Folgegenerationen von ausgewählten Weizen/Dinkel-Kombinationen als notwendig erachtet.

Drei schweizer Weizen- (Arina, Bernina und Forno) und zwei Dinkelsorten (Oberkulmer Rotkorn[CH] und Rouquin[B]), ihre sechs interspezifischen  $F_1$ -Hybriden sowie deren nicht selektierter Folgegenerationen ( $F_2$ - $F_3$ ) sowie zwei intraspezifische  $F_1$ -Hybriden (Bernina/Arina und Rouquin/Oberkulmer) wurden über zwei Jahre an drei sehr verschiedenen Orten (künstliche Krankheitsinfektionen und kühl-nasse Höhenlage) als Einzelpflanzenparzellen (44cm Reihen-, 3.5cm Pflanzenabstand) mit drei bzw. vier Wiederholungen angebaut. Alle Genotypen wurden als nackte Körner gesät. Im Verlaufe der phänologischen Entwicklung wurden an markierten Pflanzen agronomische und morphologische Merkmale untersucht sowie die Ertragskomponenten erhoben.

Die beiden Dinkelsorten zeichneten sich im Vergleich zu den Weizensorten durch höhere Bestockungsfähigkeit, späteres Ährenschieben, längere Triebe und längere, lockerere Ähren, festen Spelzenschluss und hohe Spindelbrüchigkeit sowie wenige aber schwere Körner und einem tiefen Ernteindex, aus. Die Variation innerhalb der Weizengruppe war deutlich geringer als zwischen den beiden Dinkelsorten. Die beiden Arten wiesen bei sehr unterschiedlicher Ertragsstruktur ein ähnlich hohes Ertragsniveau auf, wobei die Dinkel gegenüber den Weizensorten klar ertragsstabiler über die drei Umwelten waren.

Aufgrund dieser deutlichen Elternunterschiede sowie der von zahlreichen Autoren gezeig-

ten grossen genetischen Distanz zwischen Weizen und Dinkel können deren  $F_1$ -Hybriden als weite Kreuzungen betrachtet werden. Die erhaltenen relativen Heterosiswerte dieser Kombinationen waren dementsprechend, im Vergleich mit anderen Selbstbefruchtungsarten, sehr hoch, sie waren auch deutlich höher als für die beiden untersuchten intraspezifischen  $F_1$ -Hybriden. Die Komplexmerkmale Kornertrag/Haupttrieb und Kornertrag/Pflanze erreichten mit durchschnittlich über 25% die grössten relativen Heterosiswerte, welche hauptsächlich durch das TKG bedingt waren. Für die Merkmale ährentragende Halme und Kornzahl bestand keine Heterosiswirkung. Unter Stress (Höhenlage, Krankheitsdruck) war die Heterosis deutlich verstärkt.

Die mittlere Abnahme des Heterosiseffektes von der  $F_1$ - bis zur  $F_5$ -Generation, die Inzuchtdepression, konnte mit Hilfe linearer Regressionsmodelle beschrieben werden. Die Heterosisabnahme war stärker als die erwartete Halbierung von Generation zu Generation, so dass die Leistungen ab der  $F_3$  zum Teil recht deutlich unter das von der theoretischen Genfrequenz zu erwartende Elternmittel fielen. Wegfallende epistatische Effekte werden dafür verantwortlich gemacht.

Die zwei Genfaktoren ( $Q/q$  und  $C/c$ ) konnten für die Ausprägungen der Merkmale Spindelbruch und visueller Ährentyp verantwortlich gemacht werden. Pflanzen, die visuell als dinkeltypisch, im Spindelbruch aber als weizentypisch bonitiert wurden, sind genetisch an beiden Genloci heterozygot. Diese Allelkombinationen traten nur in den ersten Generationen gehäuft auf, ab der  $F_5$ -Generation können die Ähren aufgrund der visuellen Bonitur ohne Untersuchung des Spindelbruchs dem Weizen- oder dem Dinkeltyp zugeordnet werden.

## SUMMARY

Spelt (*Triticum spelta* L.) is considered an individual species of bread cereal. Because of its tolerance to soil and climatic conditions it is especially suitable for cereal production in marginal regions. Interest in spelt has increased over the past years, and spelt breeding programs (also using interspecific crosses with wheat) have been resumed in Switzerland. Therefore, the differences between spelt and wheat (agronomical and morphological characters) under different environmental conditions have been investigated. To study the gene pools of wheat and spelt for future breeding, a detailed analysis of the  $F_1$ -hybrids of specific wheat/spelt-combinations and their subsequent generations (until  $F_5$ ) was carried out.

Three Swiss wheat varieties (Arina, Bernina, and Forno), two spelt varieties (Oberkulmer Rotkorn and Rouquin), six  $F_1$ -intercrosses and their corresponding offsprings ( $F_2$ - $F_5$ ), and two intraspecific  $F_1$ -hybrids (Bernia/Arina and Rouquin/Oberkulmer) were used. The plants grew at three locations in Switzerland which differed in altitude, precipitation, and level of fungal diseases for two years. Plots of single plants (44 cm between rows and 3.5 cm between plants) were replicated three or four times. All genotypes were sown as naked grains. During the growth period agronomical and morphological traits as well as yield components were analyzed on single plants.

The spelt varieties had a higher tillering rate, reached heading later, had longer shoots, taller and laxer ears, tighter glumes, a more brittle rachis, fewer but larger grains, and a lower harvest index as compared to wheat. The variation within the wheat varieties was lower than within the spelt varieties. Although different yield components were measured, both species showed comparable yield levels. The yield stability of the spelt varieties was markedly higher at all three locations.

Because of pronounced phenotypical differences and the large genetic distance (reported by several authors) between wheat and spelt, the intercrosses were considered to be wide crosses. Hybrid performance and the corresponding relative heterosis in our combinations were very high as compared with our two intraspecific combinations or with other self-

pollinating species. The highest value of 25% relative heterosis was measured for the traits "yield of main shoot" and "plant yield", caused mainly by high thousand grain weights. No heterosis was found for "number of ears/plant" and "number of grains/ear". Stress, i.e. artificial disease inoculation and cool, wet pedoclimatic conditions of higher altitudes, raised the levels of heterosis.

The decrease in relative heterosis from  $F_1$  to  $F_5$ , i.e. the inbreeding depression, was described by linear regression models. The decrease in "grain yield" and in most other traits was more pronounced than was the theoretical halving of relative heterosis from generation to generation. In  $F_3$  and later generations the mean values dropped significantly, below the level of the parents' mean. The loss of the parental epistatical effects is considered to be responsible for that.

The characters "brittleness of the rachis" and "ear phenotype" were found to be determined by two gene factors (Q/q and C/c). Plants with phenotypical spelt ears in combination with tough rachis (wheat) were genetically heterozygous at both loci. A high number of plants with this allele combination occurred in the first generations only; for the generations after  $F_3$ , the visual characterization of the ear phenotype is sufficient to distinguish between spelt and wheat genotypes.