

TADEUSZ DRZAZGA¹**PAWEŁ KRAJEWSKI**²**LUDWIK SPISS**³¹ Hodowla Roślin Rolniczych — Nasiona Kobierzyc² Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu³ Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Akademia Rolnicza w Krakowie

Tendencje w plonowaniu pszenicy jarej i ozimej na podstawie wstępnych doświadczeń hodowlanych

Yielding trends of winter and spring wheat based on preliminary trials experiments

Celem pracy była analiza zmian w produktywności pszenicy jarej i ozimej na podstawie wyników plonowania z doświadczeń hodowlanych przeprowadzonych w okresie 1981–2004. Dla pszenicy jarej do analiz wykorzystano wyniki doświadczeń założonych w Pustkowie i Henrykowie (Dolny Śląsk); dla pszenicy ozimej — w Pustkowie i Polanowicach (Małopolska). Trend średnich plonów w latach oszacowano za pomocą lokalnie ważonej regresji liniowej. Dla pszenicy jarej przebieg linii regresji analizowanych statystyk dla obu siedlisk do roku 1999 nie wskazuje na zmiany w czasie w plonowaniu uwarunkowane genetycznie, dopiero w ostatnich pięciu latach stwierdzono rosnący trend w obu stacjach. Przebieg linii regresji średniej ogólnej i średniej dla wzorca pszenicy ozimej jest rosnący, co wynika z wprowadzania do badań rodów o coraz lepszej plenności. W ciągu całego okresu poziom plonowania najwartościowszych rodów był znacznie wyższy od najlepszego wzorca. Świadczy to o wysokiej efektywności polskiej hodowli w kierunku poprawy plenności.

Słowa kluczowe: hodowla roślin, plon ziarna, potencjał plonowania, pszenica jara i ozima

The paper analyzes the changes in yielding of spring and winter wheat on the basis of breeding trials conducted in the years 1981–2004. Results of trials from Pustków and Henryków (Dolny Śląsk) were used for spring wheat, and results from Pustków and Polanowice (Małopolska) for winter wheat. The trend of changes was estimated by locally weighted linear regression. For spring wheat the regression line shows no genetically determined increase of yielding until 1999; only in the last five years the productivity rised. For winter wheat the trend of general mean and the mean for standard varieties is increasing, which shows that new varieties with better productivity were continuously introduced. In the whole period the yield of the best varieties was substantially higher than the yield of the best standards, which proves high effectively of Polish breeding with respect to improvement of yielding.

Key words: plant breeding, grain yield, yielding potential, winter wheat, spring wheat

WSTĘP

Pojęcie potencjalnej produktywności nie jest jednoznacznie i ściśle zdefiniowane. Spotkać się można z określeniem potencjalnej produktywności jako pełnej realizacji możliwości genetycznych rośliny. W przypadku zbóż jest to plon ziarna, który by powstał gdyby były płodne wszystkie kwiaty oraz gdyby ziarniaki miały masę charakterystyczną dla danego zboża (Byszewski, 1977). W innym ujęciu produktywność potencjalna jest to poziom plonowania, który można uzyskać stwarzając najkorzystniejsze warunki wzrostu, rozwoju i dojrzewania badanego zboża. W praktyce są to tzw. plony rekordowe, uzyskane na polach produkcyjnych w najlepszych rejonach, a w badaniach — plony wyliczone na podstawie danych z doświadczeń poletkowych prowadzonych przy wyeliminowaniu czynników ograniczających plonowanie (Avron, 1972; Faber, 1996). W takim przypadku potencjał plonowania zależy wyłącznie od wielkości produkcji biomasy w procesie fotosyntezy w okresie tworzenia się plonu rolniczego pomniejszonej o straty wynikające z oddychania oraz od ilości asymilatów przemieszczanych z innych części rośliny do organów stanowiących plon.

Produktywność potencjalną można obserwować w doświadczeniach prowadzonych z pełną ochroną, przy zastosowaniu optymalnego nawożenia. Takie doświadczenia nie są liczne. W związku z tym, w pracy analizujemy trendy zmian produktywności rzeczywistej na podstawie doświadczeń hodowlanych przeprowadzonych w okresie 1981–2004 bez stosowania środków ochrony. Celem pracy jest znalezienie różnic w zmianach produktywności pomiędzy różnymi formami pszenicy (jarą i ozimą) oraz pomiędzy różnym typami środowisk, reprezentowanymi przez dwie stacje hodowlane. Porównanie produktywności rzeczywistej i potencjalnej wykonano na podstawie wyników doświadczenia porejestrowego założonego na dwóch poziomach agrotechnicznych: podstawowym i intensywnym z zastosowaniem dodatkowego nawożenia azotowego oraz środków ochrony (retardant, fungicyd).

MATERIAŁY I METODY

Dane pochodzą z doświadczeń wstępnych pszenicy jarej i ozimej zakładanych metodą bloków niekompletnych, w 3–4 powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 10 m². W doświadczeniach tych nie prowadzono żadnych zabiegów związanych z ochroną przed chorobami i wyleganiem. Zestaw odmian wzorcowych był zmienny w latach i zgodny z zaleceniami COBORU. W przypadku pszenicy jarej, do analiz wykorzystano wyniki doświadczeń założonych w Pustkowie-KOC i Henrykowie-HEC (Dolny Śląsk), a ozimej: w Pustkowie i Polanowicach-POB (Małopolska). Badania struktury interakcji genotypowo-środowiskowej wykazały, że stacje doświadczalne KOC i HEC oraz KOC i POB są dość oddalone od siebie w sensie zróżnicowanej reakcji genotypów (Drzazga i Krajewski, 2000; Drzazga i Krajewski, 2001). Gleby występujące w Pustkowie należą do szarych ziem na podłożu żwirowym. Glebę pola doświadczalnego w Henrykowie stanowił less brunatny na podłożu gliniastym, w Polanowicach — czarnoziem zdegradowany na podłożu

wapiennym. Wszystkie te gleby charakteryzują się dobrą zasobnością w przyswajalne formy składników pokarmowych i zaliczane są do kompleksu pszennego bardzo dobrego.

Dla przedstawienia trendu plonowania w każdej stacji hodowlanej uwzględniono następujące charakterystyki statystyczne:

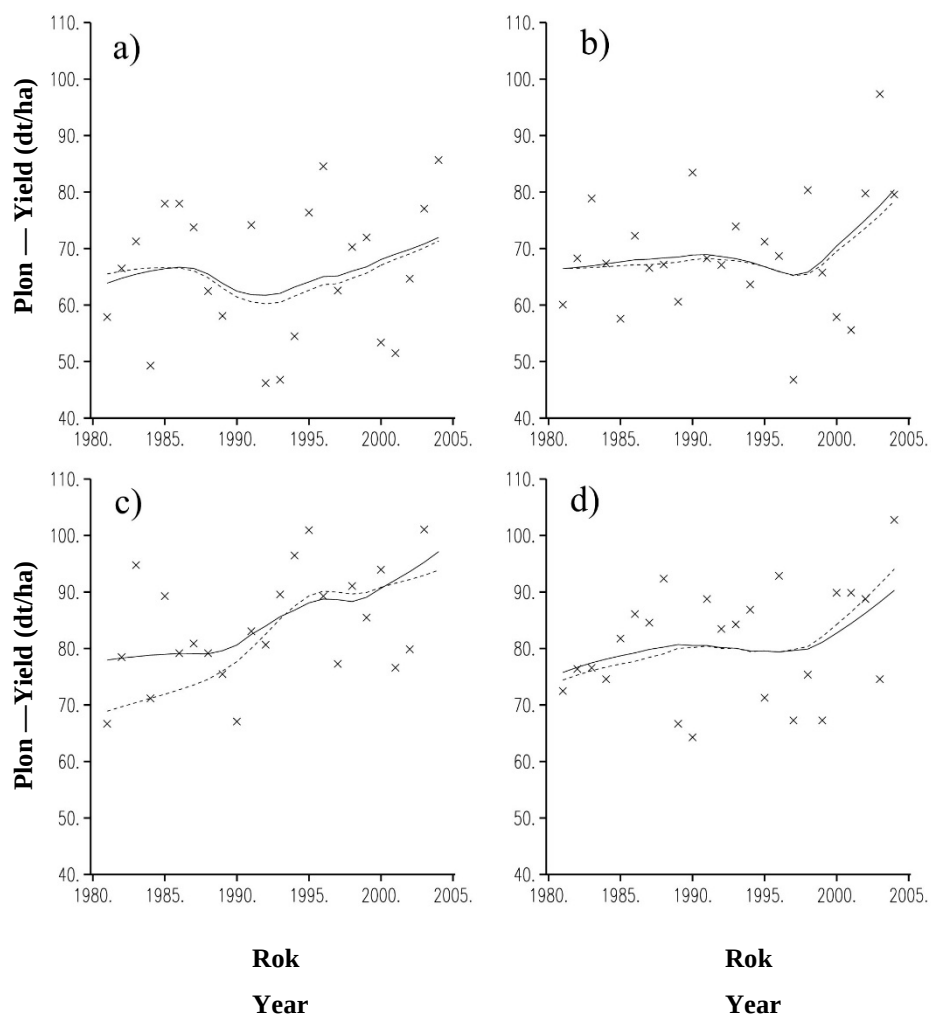
- średnią ogólną plonów badanych obiektów w każdym roku,
- średnią plonów odmian wzorcowych,
- plon najlepszego wzorca,
- średnią plonów rodów plonujących powyżej najlepszego wzorca.

Trend zmian średnich plonów w latach oszacowano za pomocą lokalnie ważonej regresji liniowej (Cleveland, 1979) przy wykorzystaniu pakietu statystycznego Genstat 6 (Payne, 2000).

WYNIKI

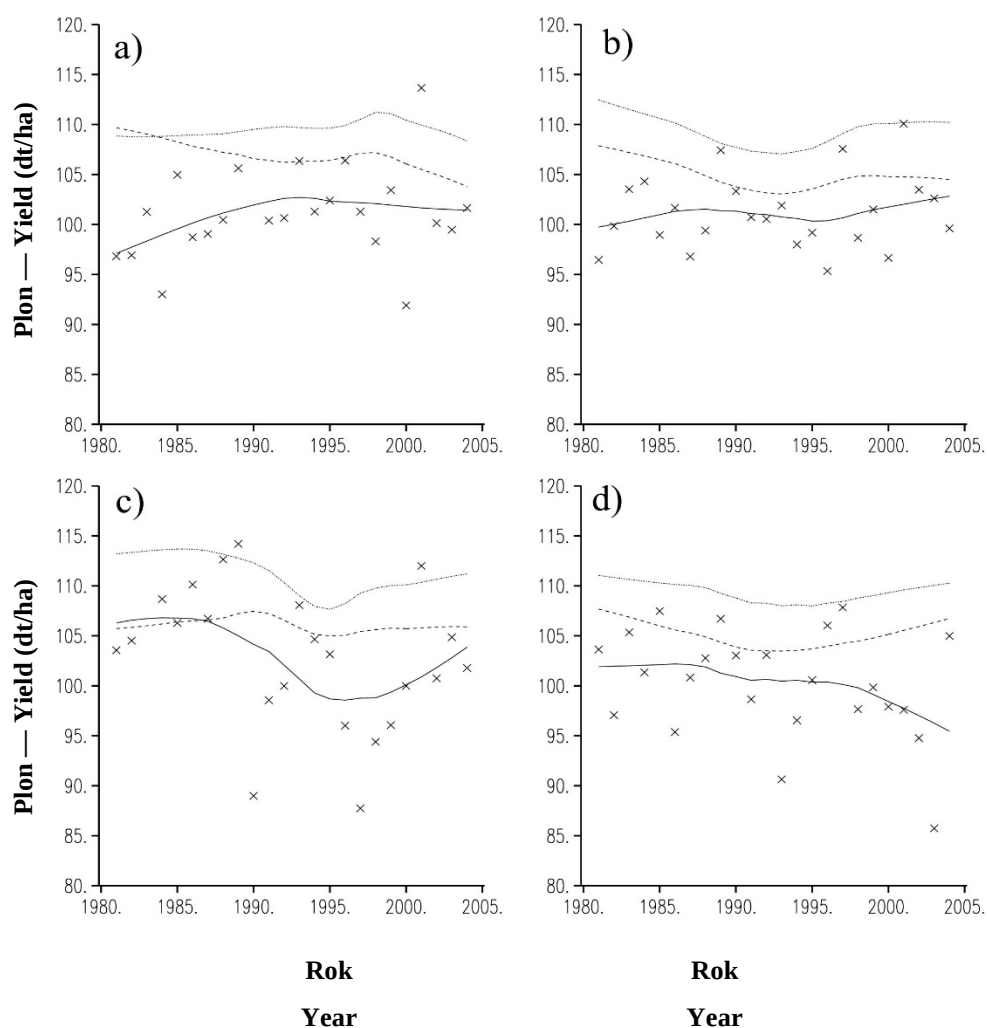
Średnie ogólne plonów rodów pszenicy jarej w okresie 1981–2004 wskazują, że miejscowości Pustków i Henryków są środowiskami sprzyjającymi wysokiemu plonowaniu (rys. 1 a b). Średnia plonów za ten okres w Pustkowie i Henrykowie wyniosła odpowiednio 66 i 69 t/ha. W warunkach Pustkowa najwyższe plonowanie pszenicy jarej uzyskano w roku 2004 (średnia ogólna 86 dt/ha), a najniższe w latach 1984, 1992, 1993, 2000 i 2001 (średnia ogólna $\approx$ 50 dt/ha). Widoczna duża zmienność plonowania w latach dla tej stacji uwarunkowana jest występowaniem gleb na podłożu przepuszczalnym, co jest przyczyną częstych niedoborów wilgoci. Mniejsze wahania plonowania rodów pszenicy jarej obserwowano w Henrykowie (rys. 1 b). Najwyższy poziom plonów odnotowano w roku 2003 (średnia ogólna — 97 dt/ha), a najniższy w latach 1981, 1985, 1989, 1997, 2000 i 2001 (średnia ogólna $\approx$ 60 dt/ha). Przebieg linii regresji analizowanych statystyk dla obu siedlisk do roku 1999 nie wskazuje na zmiany w plonowaniu, dopiero w ostatnich pięciu latach stwierdzono rosnący trend w obu stacjach. Położenie linii regresji średniej plonów rodów lepszych od najwyższego wzorca w stosunku do linii jego plonowania, świadczy o stałym i równomiernym wprowadzaniu materiału hodowlanego o większej produktywności od odmian wzorcowych (rys. 2 a i b). Tendencja zmian była podobna w obu środowiskach, z wyjątkiem początku lat osiemdziesiątych, kiedy to w Pustkowie nie obserwowano rodów lepszych od najlepszego wzorca.

Średnie plony rodów pszenicy ozimej w Pustkowie i Polanowicach były zbliżone i wyniosły odpowiednio 85 i 81 dt/ha. Rekordowe plony dla obu środowisk uzyskano w roku 2004 (średnia ogólna: 113 i 103 dt/ha; rys. 1 c i d). Przy braku tak korzystnych warunków agrometeorologicznych, badane rody pszenicy ozimej osiągnęły w innych latach plony nieco powyżej 60 dt/ha. W sprzyjających warunkach roku 2004 w Pustkowie poziom najbardziej plennych rodów przekroczył 120 dt/ha. Przebieg linii regresji średniej ogólnej i średniej wzorca był rosnący w całym badanym okresie, szczególnie w Pustkowie. W ciągu całego okresu poziom plonowania najwartościowszych rodów był znacznie wyższy od najlepszego wzorca, jakkolwiek wystąpiły różnice w tym zakresie pomiędzy środowiskami w połowie lat dziewięćdziesiątych.



Rys. 1. Plony rodów pszenicy jarej (a, b) i ozimej (c, d) w doświadczeniach wstępnych w latach 1981-2004. a, c — doświadczenia w Pustkowie, b — doświadczenia w Henrykowie, d — doświadczenia w Polanowicach; punkty — średnie plony dla rodów w doświadczeniach, linia ciągła — trend zmian średnich plonów dla rodów, linia przerywana — trend zmian średnich plonów wzorców

Fig. 1. Yields of spring wheat (a, b) and winter wheat (c, d) lines in preliminary experiments in the years 1981-2004. a, c — trials in Pustków, b — trials in Henryków, c — trials in Polanowice; points represent mean yields in the experiments, solid line — the smoothed trend of the mean yields, broken line — the smoothed trend of the mean yields of the standards



Rys. 2. Plony rodów pszenicy jarej (a, b) i ozimej (c, d) w doświadczeniach wstępnych w latach 1981–2004, wyrażone w procentach średniej dla wzorców. a, c — doświadczenia w Pustkowie, b — doświadczenia w Henrykowie, d — doświadczenia w Polanowicach; punkty — średnie plony dla rodów w doświadczeniach, linia ciągła — trend zmian średnich plonów dla rodów, linia przerywana — trend zmian najlepszego wzorca, linia kropkowana — trend zmian średnich dla rodów lepszych od wzorca

Fig. 2. Yields of spring wheat (a, b) and winter wheat (c, d) in preliminary experiments in the years 1981–2004, expressed as percentage of the mean for standard varieties. a, c — trials in Pustków, b — trials in Henryków, c — trials in Polanowice; points represent mean yields in the experiments, solid line — the smoothed trend of the mean yields, broken line — the smoothed trend of the best standard, dotted line — the smoothed trend for the mean of lines better than the best standard

DYSKUSJA

Przedstawione wyniki pokazują, że przebieg zmian produktywności rzeczywistej dla jarej formy pszenicy był inny niż dla ozimej. Przyrost produktywności formy jarej jest obserwowany w ostatnich pięciu latach, podczas gdy dla formy ozimej od wielu lat. Ponadto, ocena zmian produktywności dla pszenicy ozimej może zależeć od środowisk, w których prowadzi się doświadczenia.

Z porównania wyników doświadczeń hodowlanych i porejestrowych wynika, że odmiany nowo wprowadzone do uprawy w Polsce osiągają pułap produktywności potencjalnej.

Przyjmując potencjał fotosyntezy podczas wypełniania ziarna jako funkcję indeksu liściowego w czasie kwitnienia, zdolności pobierania światła i długości okresu wypełniania, Austin i wsp. (1989) uważają, że w warunkach strefy umiarkowanej możliwa jest do osiągnięcia produkcja biomasy w granicach 220–270 dt/ha. Przy założeniu, że indeks żniwny równy jest 56%, plon ziarna przy biomase 250 dt/ha wyniósłby 140 dt/ha. Zbliżone plony do tej wartości uzyskano w porejestrowym doświadczeniu odmianowym z pszenicą ozimą w warunkach Pustkowa (tab. 1).

Tabela 1

Wyniki plonowania wybranych odmian pszenicy ozimej w doświadczeniu porejestrowym. Pustków, 2003–2004

Yields of winter wheat varieties in a post-registration trial. Pustków, 2003–2004)

Odmiana Variety	Hodowca Breeder	Plon ziarna — Yield of grain (dt/ha)	
		poziom standardowy standard level	poziom intensywny intensive level
Rapsodia	Monsanto	119	133
Nadobna	PHR Tulce	120	131
Rubens	G.I.E. Rechere Verneuil Semunion	115	128
Trend	Lochow-Petkus	116	128
Flair	Saatzucht Hans Schweiger	109	124
Pegassos	Fr. Strube Saatzaucht	108	124
Clever	Monsanto	111	120
Kobiera	HRR Nasiona Kobierzyc	106	124
Tonacja	HR Strzelce	109	119
Kobra	HRR Nasiona Kobierzyc	107	120
Mewa	Danko	105	121
Finezja	Danko	106	119
Sukces	HR Strzelce	107	116
Soraja	HR Strzelce	108	112
Korweta	Danko	106	112
Zyta	HR Strzelce	100	109
NIR — dla obiektów tego samego poziomu LSD — for objects of the same level		11,0	
NIR — dla obiektów różnych poziomów LSD — for objects of different levels		11,3	

Przy standardowym poziomie agrotechniki, po przeliczeniu z poletek o powierzchni 10 m², plony sięgnęły 120 dt z hektara, a przy intensywnym (120 kg N na hektar, stosowanie fungicydów i retardanta) — przekroczyły 130 dt. Wyniki te świadczą o bardzo wysokich

możliwościach plonowania pszenicy. Takie wykorzystanie postępu hodowlanego stało się możliwe przy zastosowaniu prawidłowej agrotechniki, kompleksowej ochrony i oczywiście przy sprzyjających warunkach wegetacji. Współdziałanie wszystkich czynników pozwala na ujawnienie się potencjalnej produktywności pszenicy.

Zwiększenie plonu ziarna wynika ze zwiększonej akumulacji asymilatów w ziarnie przy redukcji wysokości i zmianach w strukturze łanu (Austin i in., 1980; Sinha i in., 1981; Siddique i in., 1989). Badania nad zdolnością asymilacji CO₂ starych i nowych odmian, wykazały brak różnic między tymi grupami (Gent i Kiyomoto, 1985). W trakcie selekcji nastąpiły zmiany w rozmieszczeniu, ilości, powierzchni i formie liści, które polepszyły penetrację światła w strukturze łanu. To warunkowało lepsze wykorzystanie światła w procesie fotosyntezy, gwarantując uzyskanie wysokiego poziomu płodności i dobre wykształcenie ziarna (Shearman i in., 2005). Te zmiany połączone z redukcją wysokości, miały dodatkowy wpływ na podwyższenie plonowania i należy je uważać jako efekt wtórny prac hodowlanych (Feil, 1992).

WNIOSKI

1. Dla pszenicy jarej przebieg linii regresji analizowanych statystyk dla obu siedlisk do roku 1999 nie wskazuje na zmiany w czasie w plonowaniu uwarunkowane genetycznie, dopiero w ostatnich pięciu latach stwierdzono rosnący trend w obu stacjach. Przebieg linii regresji średniej ogólnej i średniej dla wzorca pszenicy ozimej jest rosnący, co wynika z wprowadzania do badań rodów o coraz lepszej plenności. Świadczy to o wysokiej efektywności polskiej hodowli w kierunku poprawy plenności.
2. Właściwości genetyczne odmian nowo wprowadzonych do uprawy w Polsce, przy zastosowaniu prawidłowej agrotechniki, kompleksowej ochrony i sprzyjających warunkach wegetacji, umożliwiają osiąganie pułapu produktywności potencjalnej.

LITERATURA

- Austin R. B., Bingham J., Blackwell R. D., Evans L. T., Ford M. A., Morgan C. L., Taylor M. 1980. Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. *J. Agri. Sci. Camb.* 94: 675 — 89.
- Austin R. B., Ford M. A., Morgan C. L., 1989. Genetic improvement in the yield of winter wheat: a further evaluation. *J. Agri. Sci. Camb.* 112: 295 — 301.
- Avron M. 1972. Wstęp do fotobiologii. PWRiL, Warszawa.
- Byszewski W. 1977. Biologiczne podstawy produktywności roślin. PWN, Warszawa.
- Cleveland W. S. 1979. Robust locally weighted regression and smoothing scatter plots. *J. Amer. Statist. Assoc.* 74: 829 — 836.
- Drzazga T., Krajewski P. 2000. Interakcja rodów pszenicy jarej ze środowiskiem na podstawie doświadczeń hodowlanych przeprowadzonych w latach 1981–1998. *Biul. IHAR* 211: 23 — 27.
- Drzazga T., Krajewski P. 2001. Zróżnicowanie środowisk pod względem stopnia interakcji w seriach doświadczeń z pszenicą ozimą. *Biul. IHAR* 218/219: 111 — 115.
- Faber A. 1996. Analiza stosowalności zagranicznych metod prognozowania plonów w warunkach Polski. Modele deterministyczne. IUNG, Puławy.
- Feil B. 1992. Breeding progress in small grain cereals — a comparison of old and modern cultivars. *Plant Breeding* 108: 1 — 11.

- Gent M. P. N., Kiyomoto K. R. 1985. Comparison of canopy and flag leaf net carbon dioxide exchange of 1920 and 1977 New York winter wheats. *Crop Sci.* 25: 81 — 86.
- Payne R. W. (ed.). 2000. The guide to GenStat. Lawes Agricultural Trust.
- Siddique K. H. M., Belford K. R., Perry W. M., Tennant D. 1989. Growth, development and light interception of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean — type environment. *Aust. J. Agric. Res.* 40: 473 — 487.
- Shearmen J. V., Sylwester-Bradly R., Scott K. R., Foulkes J. M. 2005. Physiological processes associated with wheat yield progress in the UK. *Crop Sci.* 45: 175 — 185.
- Sinha S. K., Aggarwal K. P., Chaturvedi S. G., Koundal R. K., Khanna-Chopra R. 1981. A comparison of physiological and yield characters in old and new wheat varieties. *J. Agri. Sci. Camb.* 97: 233 — 236.