

PAMIĘTNIK PUŁAWSKI

*BUDOWA I WYDAJNOŚĆ ŁANU
PSZENICY OZIMEJ
W ZALEŻNOŚCI OD WYBRANYCH
CZYNNIKÓW AGROTECHNICZNYCH
I MODELU ROŚLINY
ROZPRAWA HABILITACYJNA*

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
INSTITUTE OF SOIL SCIENCE AND PLANT CULTIVATION

Dyrektor: doc. dr hab. *Seweryn Kukula*

Komitety Redakcyjne

doc. dr hab. *Seweryn Kukula* (przewodniczący), prof. dr hab. *Mariusz Fotyma*,
prof. dr hab. *Tadeusz Górski*, prof. dr hab. *Marian Jurzysta*, prof. dr hab. *Jan Kuś*,
prof. dr hab. *Stefan Martyniuk*, prof. dr hab. *Jan Mazurek*, prof. dr hab. *Henryk Terelak*

Praca habilitacyjna wykonana
w Zakładzie Uprawy Roślin Zbożowych
Kierownik: dr *Jerzy Grabiński*

Recenzję wydawniczą wykonał
prof. dr hab. *Franciszek Rudnicki*

BUDOWA I WYDAJNOŚĆ ŁANU PSZENICY OZIMEJ
W ZALEŻNOŚCI OD WYBRANYCH CZYNNIKÓW
AGROTECHNICZNYCH I MODELU ROŚLINY

Grażyna Podolska

Spis treści

1. Wstęp	7
2. Przegląd literatury	8
3. Materiał i metodyka badań	14
4. Charakterystyka wybranych elementów pogody	17
5. Omówienie wyników	26
5.1. Plonowanie, struktura plonu oraz model rośliny i ładu w warunkach różnej obsady i zróżnicowanego rozmieszczenia roślin na powierzchni gleby (doświadczenie 1)	26
5.1.1. Przebieg wzrostu i rozwoju pszenicy	26
5.1.2. Obsada roślin	28
5.1.3. Powierzchnia liścia flagowego	31
5.1.4. Powierzchnia liścia podflagowego	34
5.1.5. Rozkrzewienie ogólne	36
5.1.6. Rozkrzewienie produkcyjne	37
5.1.7. Liczba kłosów na 1 m ²	39
5.1.8. Plon ziarna z 1 m ²	40
5.1.9. Masa 1000 ziarn	42
5.1.10. Plon ziarna z rośliny	42
5.1.11. Plon ziarna z kłosa	43
5.1.12. Liczba ziarn z rośliny	44
5.1.13. Liczba ziarn z kłosa	45
5.1.14. Architektura ładu	45
5.1.14.1. Odmiana Koda	45
5.1.14.1.1. Rozkrzewienie i długość pędów	45
5.1.14.1.2. Liczba ziarn z kłosa	48
5.1.14.1.3. Masa ziarna z kłosa	60
5.1.14.1.4. Udział roślin w tworzeniu plonu i stabilność plonowania	61
5.1.14.1.5. Zależności korelacyjne, regresyjne i współczynniki zmienności	61
5.1.14.2. Odmiana Delta	65
5.1.14.2.1. Rozkrzewienie i długość pędów	65
5.1.14.2.2. Liczba ziarn z kłosa	65
5.1.14.2.3. Masa ziarna z kłosa	78
5.1.14.2.4. Udział roślin w tworzeniu plonu i stabilność plonowania	78
5.1.14.2.5. Zależności korelacyjne, regresyjne i współczynniki zmienności	78
5.2. Budowa rośliny i ładu pszenicy ozimej oraz jej plonowanie w zależności od ter- minu siewu i obsady roślin na jednostce powierzchni gleby (doświadczenie 2)	82
5.2.1. Daty występowania oraz długość poszczególnych faz rozwojowych i okresu wegetacji	82
5.2.2. Obsada roślin	84
5.2.3. Struktura plonu	86
5.2.3.1. Rozkrzewienie produkcyjne	86
5.2.3.2. Liczba kłosów na 1 m ²	86
5.2.3.3. Plon ziarna z 1 m ²	87
5.2.3.4. Masa 1000 ziarn	88
5.2.3.5. Plon ziarna z rośliny i z kłosa	88

5.2.3.6. Liczba ziarn z rośliny i z kłosa	88
5.2.4. Architektura łanu pszenicy ozimej w zależności od terminu siewu i zagęszczenia roślin	90
5.2.4.1. Udział w łanie roślin o różnym stopniu rozkrzewienia i wysokości	90
5.2.4.2. Plon ziarna z kłosa i elementy jego struktury	96
5.2.4.3. Udział poszczególnych typów roślin w tworzeniu plonu	98
5.2.4.4. Zależności korelacyjne i regresyjne	99
5.3. Produkcyjność łanu pszenicy ozimej zbudowanego z roślin jedno- i dwupę- dowych w warunkach różnej obsady roślin na jednostce powierzchni gleby (doświadczenie 3)	103
5.3.1. Daty występowania oraz długość poszczególnych faz rozwojowych i okre- su wegetacji	103
5.3.2. Obsada roślin	104
5.3.3. Produkcyjność łanu i niektóre cechy struktury plonu pszenicy ozimej w za- leżności od modelu rośliny i obsady roślin na 1 m ²	107
5.3.3.1. Plon ziarna z 1 m ²	107
5.3.3.2. Masa 1000 ziarn	107
5.3.3.3. Liczba kłosów na 1 m ²	108
5.3.3.4. Dynamika liczby pędów na roślinie (model naturalny – kontrola)	109
5.3.3.5. Plon ziarna z rośliny i z kłosa	109
5.3.3.6. Liczba ziarn z rośliny i z kłosa	109
5.3.4. Architektura łanu pszenicy ozimej w zależności od obsady roślin i modelu rośliny	113
5.3.4.1. Udział w łanie roślin o różnej wysokości	113
5.3.4.2. Udział w łanie roślin o różnym rozkrzewieniu	114
5.3.4.3. Plon ziarna z kłosa	115
5.3.4.4. Liczba ziarn z kłosa	116
5.3.4.5. Liczba kłosek w kłosie	118
5.3.4.6. Długość kłosa	119
6. Dyskusja wyników	120
7. Wnioski	125
8. Literatura	127
9. Streszczenie	132

1. WSTĘP

W badaniach nad agrotechniką zbóż można wyróżnić okresy, w których dociekania ukierunkowane były na określone zagadnienia. W latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych poszukiwano głównie najlepszych stanowisk glebowych i płodozmianowych oraz optymalnych sposobów uprawy roli dla poszczególnych gatunków i odmian. W okresie następnym – lata siedemdziesiąte i osiemdziesiąte, oceniono efekt działania poszczególnych czynników agrotechnicznych, początkowo pojedynczych w stałych lokalnych warunkach, a następnie ich par lub grup w zróżnicowanych warunkach środowiska. Badania te umożliwiły ocenę współdziałań czynników agrotechnicznych i środowiskowych w kształtowaniu plonu poszczególnych gatunków i odmian zbóż dając podstawę do opracowania kompleksowych technologii uprawy.

Prowadzone równolegle badania nad biologią rozwoju i plonowania zbóż wykazały, że potencjalne możliwości plonotwórcze są znacznie większe niż uzyskiwane plony, nawet tzw. rekordowe. Rozpoczęto więc badania nad czynnikami ograniczającymi plon tj. nad wyleganiem, chorobami, szkodnikami i konkurencją międzygatunkową (chwasty) i wewnątrzgatunkową oraz rolą światła, długości dnia i niektórych czynników stresowych w kształtowaniu poszczególnych cech plonotwórczych: liczby kłosów na jednostce powierzchni, liczby ziarn w kłosie oraz masy ziarniaka.

Stwierdzono, że podstawową cechą decydującą o plonie jest liczba kłosów na jednostce powierzchni i poznano sposoby jej kształtowania przez dobór odpowiedniej ilości wysiewu i dawek nawożenia, szczególnie azotem. Równocześnie jednak ujawniono, że przekroczenie optymalnej obsady kłosów powoduje zmniejszenie liczby ziarn w kłosie oraz średniej masy ziarniaka. Rozpoczęto poszukiwania przyczyn tego zjawiska oraz sposobów opóźniania wystąpienia ujemnego oddziaływania zwiększającej się obsady kłosów na ich produktywność i wykształcenie ziarniaków.

W badaniach zwrócono uwagę na istotną rolę światła nie tylko jako czynnika indukującego rozwój roślin zbożowych, ale również zwiększającego lub ograniczającego stopień realizacji potencjalnych możliwości plonotwórczych gatunków i odmian zbóż poprzez oddziaływanie na budowę źdźbeł i kłosów. Wpływ ten zależy w dużej mierze od współdziałania gatunku lub odmiany zboża z warunkami środowiska i agrotechniki tj. terminem siewu, liczbą i rozmieszczeniem roślin na powierzchni pola, poziomem i techniką nawożenia azotem itp.

W latach dziewięćdziesiątych zapoczątkowano w Zakładzie Uprawy Roślin Zbożowych IUNG nowy kierunek badań związany z budową łanu pszenicy ozimej. Stwierdzono, że zarówno na poziomie rodzaju, gatunku i formy jak też odmiany, rośliny pszenicy różnią się znacznie wzrostem, rozwojem i budową. Jest to wyraz zmienności osobniczej związanej głównie z wigorem poszczególnych jednostek. Zmienność ta jest jednym z głównych czynników powodujących oddziaływanie konkurencyjne pomiędzy poszczególnymi roślinami, prowadzące do dominacji osobników żywotniejszych i eliminacji z łanu znacznej liczby roślin słabych. Powoduje to zmienność obsady roślin i kłosów, stopnia rozkrzewienia ogólnego i produktywnego roślin oraz wysokości źdźbeł głównych i bocznych prowadzącą do rozwarstwienia łanu. Analiza budowy łanu wykazała bardzo istotną zależność produktywności kłosów od poziomu ich umieszczenia w łanie. Ujawniła się więc potrzeba poznania agrotechnicznych sposobów kształtowania łanów zbóż o pożądanej architekturze.

Celem przeprowadzonych badań było poznanie zakresu możliwości oddziaływania na budowę rośliny i łanu pszenicy ozimej przez zróżnicowanie obsady, rozmieszczenia roślin na powierzchni, terminu siewu oraz określenie związku budowy łanu z jego produktywnością.

Na podstawie literatury i własnych dociekań postawiono hipotezę o wyższej produktywności łanu zbudowanego z roślin jedno- lub dwupędowych o wyrównanej długości źdźbeł. Z dotychczas wykonanych badań wynika, że rośliny takie charakteryzują się największą liczbą kłosek i ziarn w kłosie oraz największą masą ziarna z kłosa. Uważa się, że zbyt duże rozkrzewienie roślin obniża plon z uwagi na występowanie pędów bocznych 3. i 4. rzędu, o małej produktywności.

2. PRZEGLĄD LITERATURY

W rolniczych badaniach naukowych ocenia się wpływ poszczególnych czynników lub ich interakcję w kształtowaniu plonu. Wówczas jako punkt odniesienia przyjmuje się potencjalną produktywność. Pojęcie to nie jest jednak jednoznacznie i ściśle zdefiniowane. W niektórych pracach podaje się określenie potencjalnej produktywności jako pełnej realizacji możliwości genetycznych rośliny. Jest to ujęcie teoretyczne, przydatne do określenia potencjału zakodowanego genetycznie w danym biotypie. W przypadku zbóż jest to plon ziarna, który by powstał gdyby były płodne wszystkie kwiaty oraz gdyby ziarniaki miały masę charakterystyczną dla danego zboża (8). Inni autorzy za potencjalny uważają taki poziom plonowania, który można uzyskać stwarzając najkorzystniejsze warunki wzrostu, rozwoju i dojrzewania badanego zboża. W szerokiej praktyce są to tzw. plony rekordowe, uzyskane na polach produkcyjnych w najlepszych rejonach, a w badaniach plony wyliczone na podstawie danych z doświadczeń poletkowych lub mikropoletkowych prowadzonych przy wyeliminowaniu czynników ograniczających

plonowanie (2, 19, 57). 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 rolniczy (14). W literaturze spotyka się też pojęcie plonu osiągalnego (20). Jest to plon otrzymany w określonych warunkach naturalnych przy stosowaniu poprawnej agrotechniki. Jego wyznacznikiem jest często przeciętny plon uzyskany w doświadczeniach. W naszych rozważaniach przyjęliśmy jako potencjalne plony uzyskane w eksperymentach przeprowadzonych w warunkach częściowo kontrolowanych.

Ponieważ liczba kłosek w kłosie i zawiązków kwiatów w kłosku jest określona genetycznie, istotnym czynnikiem ograniczającym możliwości produkcyjne rośliny pszenicy ozimej jest jej płodność, tj. liczba zawiązanych nasion w stosunku do ilości wytworzonych kwiatów w kłosku i kłosie (99, 105, 106). Płodność kwiatów w poszczególnych kłoskach jest różna. Największą płodnością charakteryzują się kłoski środkowej części kłosa, mniej płodne są kłoski w dolnej, a najmniej płodne lub niepłodne w jego części wierzchołkowej (102, 109). Liczba zawiązków kwiatów jest z reguły większa niż liczba kwiatów wytworzonych, ponieważ część zawiązków ulega degeneracji w różnych etapach rozwoju. Wiąże się to z oddziaływaniem hormonów wytworzonych przez zawiązki kwiatowe bardziej zaawansowane w rozwoju, położone niżej na osi kłosa (42, 54, 55, 56). Uważa się, że zjawisko konkurencji i dominacji organów w obrębie kłosa stanowi przyczynę ograniczenia liczby zawiązywanych ziarn (55, 56). Podobne oddziaływanie konkurencyjne istnieje również pomiędzy pędem głównym i pędami bocznymi (40, 55), dlatego istotną rolę może odgrywać jednoźdźbłowy lub wieloźdźbłowy model rośliny pszenicy ozimej.

Z rolniczego punktu widzenia bardzo istotne jest pytanie, czy w warunkach polowych częściej barierą wzrostu plonów jest aktywność fotosyntetyczna czy pojemność akceptorów – organów plonowania. Zagadnienia te były i nadal są badane (7, 22, 24, 26, 29, 30, 39, 47, 59, 74, 93, 116). Intensywne, bardziej plenne odmiany cechuje większa powierzchnia liści, duży liść flagowy o dużej aktywności fotosyntetycznej oraz wyższa aktywność fotosyntetyczna kłosa, mająca duże znaczenie dla wypełnienia ziarna. U zbóż zmniejszenie powierzchni liści i ograniczenie czasu ich aktywności oraz silniejszy wzrost niedogonów powoduje spadek plonu (54, 56). Wobec tego w praktyce rolniczej dąży się do uzyskania takiego modelu rośliny i łanu, dzięki któremu w określonych warunkach siedliska i agrotechniki zostanie najlepiej wykorzystana energia słoneczna i składniki pokarmowe.

Poziom plonowania pszenicy oraz jej płodność są ściśle związane z intensywnością wzrostu i przebiegiem rozwoju generatywnego. Wzrost i rozwój roślin jest wynikiem kompleksowego działania czynników wewnętrznych i zewnętrznych. Procesowi wzrostu towarzyszy zazwyczaj przyrost suchej masy, na rozwój zaś

składają się zmiany kształtu i zróżnicowania organizmu (11, 42, 61, 120). W poszczególnych fazach rozwojowych rośliny odznaczają się nie tylko różnymi cechami morfologicznymi, ale także różnym przebiegiem procesów fizjologicznych oraz odmienną reakcją na warunki zewnętrzne (16, 39, 41, 52, 54). Znajomość tych zależności jest niezbędna do sterowania rozwojem roślin i budową łanu.

Decydującymi czynnikami środowiska regulującymi wzrost i rozwój są temperatura, światło, woda i substancje pokarmowe (2, 8, 12, 14, 21, 55, 58, 120). Postęp biologiczny i agrotechniczny zmienił reakcję pszenicy na rozkład opadów w czasie wegetacji. Okres dużego zapotrzebowania pszenicy na wodę przesunął się z wczesnej wiosny na przełom wiosny i lata (koniec czerwca i początek lipca), czyli na okres gromadzenia asymilatów w ziarnie (91).

Światło jest podstawowym czynnikiem procesu fotosyntezy, decydującym również o rozwoju roślin pszenicy ozimej poprzez impuls długości dnia. Oznacza to, że do przejścia z fazy wegetatywnej w generatywną, czyli do rozwoju kwiatostanu i zakwitnięcia, rośliny pszenicy ozimej potrzebują określonej liczby dni długich, tj. mających 14 i więcej godzin światła na dobę (2, 8, 34, 54, 55, 58, 70).

Termin siewu oraz ściśle związana z nim długość dnia wpływa na morfogenezę: różnicuje krzewistość ogólną oraz inicjację, segmentację i wałeczowanie stożka wzrostu, a więc w efekcie decyduje o liczbie kłosków i kwiatów w kłosie, a tym samym o wielkości plonu ziarna z kłosa i rośliny (25, 26, 29, 30, 55, 56, 88, 95). Pszenica ozima w przypadku opóźnionego siewu krzewi się dopiero wiosną. W okresie tym przyjmuje bodziec długiego dnia, co powoduje skrócenie tej fazy, a w konsekwencji redukcję liczby pędów bocznych. Skróceniu ulega również faza strzelania w źdźbło, co powoduje zmniejszenie rozmiarów roślin i ich kwiatostanów a w efekcie zmniejsza produktywność. Pszenica wysiana wcześniej krzewi się przy dniu krótkim (jesień) co powoduje wydłużenie się okresów krzewienia i strzelania w źdźbło. W przypadku opóźnionego siewu oddziaływanie morfogeniczne dnia długiego wspomagane jest równoczesnym wzrostem temperatury powietrza, począwszy już od okresu wczesnowiosennego. Oddziaływanie terminu siewu ma więc charakter czynnika środowiska, czyli jego wpływu nie można wyeliminować innymi działaniami agrotechnicznymi – zawsze wpływa na budowę i płodność rośliny. Spadek plonowania pszenicy ozimej równoległe z opóźnianiem terminu siewu stwierdzono w licznych badaniach (23, 66, 68, 77, 78, 81, 86, 110, 113), wykazując, że jest on związany głównie ze zmniejszeniem krzewistości produkcyjnej, a tym samym obsady kłosów na jednostce powierzchni oraz plonu ziarna z pojedynczej rośliny. W warunkach opóźnionego siewu następują również zmiany w budowie łanu: skróceniu ulegają pędy główne i boczne, niezależnie od stopnia krzewistości roślin. Pędy niższe z reguły charakteryzuje mniejsza płodność i produktywność niż źdźbeł dłuższych (8, 55, 68, 81).

Istotna jest również zależność produktywności pszenicy ozimej od intensywności światła. Zbytne zagęszczenie zasiewów prowadzi do wzajemnego zacieniania się roślin. Niedobór światła powoduje zmniejszenie produktywności kłosa oraz

zwiększenie podatności pszenicy na wyleganie (1, 10, 15, 54, 102). Wzajemne zacienianie się liści w okresie kłoszenia przy zbyt dużej obsadzie może również wpływać na budowę roślin i łanu oraz strukturę i wielkość plonu (3, 9, 37, 46, 55, 62, 75, 85, 87, 102, 107, 108).

Produktywność pszenicy ozimej zależna jest od struktury plonu pojedynczej rośliny i architektury łanu. Plon jest wypadkową liczby kłosów na jednostce powierzchni, liczby ziarn w kłosie i masy 1000 ziarn (8, 20, 25, 34, 35, 70). Rośliny pszenicy chociaż należą do jednego gatunku lub odmiany różnią się znacznie wzrostem, rozwojem i morfologią wskutek indywidualnej reakcji na warunki siedliska. Decyduje to o przeżywalności roślin i tempie wzrostu poszczególnych pędów (1, 34, 70). Zmienność osobnicza wywołuje zróżnicowanie wysokości roślin i pędów, a przez to warunków: wilgotności powietrza, temperatury, koncentracji CO_2 i penetracji światła w łanie, co wpływa na intensywność asymilacji i oddychania (2, 34, 70). Duże zróżnicowanie wysokości w łanie powoduje, że mimo dobrej obsady kłosów na jednostce powierzchni plon ziarna ulega zmniejszeniu (78, 85, 87). W licznych publikacjach podkreśla się rolę budowy (architektury) łanu pszenicy oraz cech struktury plonu w kształtowaniu wielkości plonu ziarna (41, 67, 80, 84, 107). Architektura łanu oraz jego struktura powinny być dostosowane do warunków siedliska i terminu siewu. Uzyskanie optymalnej liczby i rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni poprzez dobór ilości wysiewu, rozstawy rzędów, odległości roślin w rzędzie oraz poziomu i techniki nawożenia azotem jest wg literatury podstawowym sposobem regulacji obsady kłosów i poziomu plonowania pszenicy (31, 34, 68, 70, 78, 82, 84, 113, 119).

Obsada kłosów jest podstawowym czynnikiem plonotwórczym. Reguluje się ją poprzez ilość wysiewu, nawożenie N i rozmieszczenie roślin na powierzchni gleby oraz w pewnym stopniu przez termin siewu. Zróżnicowanie ilości wysiewu i sposobu rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni gleby nie powoduje zmian w długości faz wzrostu (67, 76, 80, 92, 103, 110) zmienia się natomiast krzewistość produkcyjna, liczba kłosków w kłosie i plon ziarna z kłosa i z rośliny. Poszukując różnych sposobów rozmieszczenia roślin pszenicy ozimej na jednostce powierzchni gwarantujących uzyskanie dobrej architektury łanu i struktury plonu, Ruszkowski (107) wysiewał nasiona w różnych figurach geometrycznych w celu uzyskania zróżnicowanej powierzchni żywieniowej i dostępności światła dla poszczególnych roślin. Uzyskał wyższe plony przy powszechnie zalecanym sposobie siewu (prostokąt) niż przy umieszczeniu nasion na bokach kwadratu, trójkąta lub trapezu. W warunkach zalecanego sposobu siewu stwierdził większą krzewistość produkcyjną, większy plon z rośliny i MTZ. Na podstawie badań Bavec i in. (3), Elshookie M.M. (17), Holmesa (21), i Johnson (31) można wnioskować, że o zmianie produktywności roślin w warunkach zróżnicowanej gęstości siewu w większym stopniu decyduje światło aniżeli powierzchnia żywieniowa.

Urbanowski (119) w badaniach uwzględnił 3 ilości wysiewu: 200, 250 i 300 kg/ha oraz trzy rozstawy rzędów: 12, 15 i 9 cm. Rozstawa 9 cm okazała się

najmniej korzystna w odniesieniu do plonu ziarna. Piech i Stankowski (76) stwierdzili, że przy wysiewie pszenicy w zagęszczone rzędy co 6 cm w porównaniu do wysiewu co 12 cm następuje zmniejszenie liczby kłosów/m², zwiększenie liczby ziarn w kłosie, a masa tysiąca ziarn nie ulega zmianie. Ruszkowski (93, 97) podaje, że zawężenie rozstawy rzędów z 10-12 cm do 6 przy równoczesnym zwiększeniu ilości wysiewu powoduje wzrost plonu pszenicy ozimej o kilka dt na hektar. W innych publikacjach (27, 49, 50, 119) wykazujących korzystny wpływ na plonowanie większych gęstości siewu stwierdzono, że ze wzrostem rozstawy rzędów zmniejszało się natężenie chorób pszenicy.

Liczne badania wskazują na specyficzne wymagania odmian co do ilości wysiewu. Wykazano, że optymalna ilość wysiewu określonego genotypu jest różna w zależności od warunków glebowych, terminu siewu, poziomu kultury roli, przedplonu oraz nawożenia mineralnego (32, 57, 60, 94, 96, 98, 99, 102, 104, 110, 113, 115). Stwierdzono również, że pszenicę charakteryzuje zdolność do samoistnego regulowania zagęszczenia roślin na określonej powierzchni. Zbyt gęste siewy powodują zwiększone wypadanie roślin oraz zmniejszenie produktywności roślin pozostałych nie wpływając na wielkość plonu ziarna (92, 100). Jako główną przyczynę przerzedzania się zasiewów pszenicy w czasie wegetacji uznaje się wzajemne zagłuszanie się roślin, przy czym poszczególne odmiany zachowują się niejednakowo (98). Przy zbyt gęstym siewie pewien procent roślin może nie tworzyć kłosów (87). Różna reakcja odmian pszenicy ozimej prawdopodobnie związana jest z ich zróżnicowanymi wymaganiami świetlnymi. Odmiany o mniejszych wymaganiach świetlnych nie wykazują spadku plonu ziarna przy zagęszczonym siewie, ponieważ zmiany w krzewistości i liczbie kłosków w kłosie są u nich niewielkie. Natomiast odmiany o większych wymaganiach świetlnych przy dużej obsadzie roślin istotnie redukują nie tylko krzewienie produkcyjne, ale również produktywność kłosa, co powoduje spadek plonowania po przekroczeniu optymalnego zagęszczenia siewu (67, 76, 77, 80, 99).

Problem krzewienia produkcyjnego jako czynnika plonotwórczego był przedmiotem badań wielu autorów (9, 10, 13, 33, 36, 37, 40, 43, 45, 46). Wśród nich są zwolennicy roślin wykształcających dużą liczbę pędów kłosonośnych, co umożliwia większą produkcję asymilatów i ich magazynowanie oraz wiąże się z dużą zdolnością kompensacji ubytków roślin i pędów powodowanych przez mróz, choroby i szkodniki (111). Natomiast inni (90, 112) uważają, że silnie rozkrzewione rośliny cechuje mała żywotność pędów bocznych oraz większa podatność na wyleganie, co w efekcie nie daje oczekiwanej zwwyżki plonu ziarna. Evans i Wardlaw (18), a także Kazenina (36) twierdzą, że roślina zbożowa powinna wykształcać najwyżej 2-3 pędy kłosowe. Opinię tę potwierdzają badania nad zbożami jarymi, w których wykazano, że plenność pojedynczego kłosa maleje wraz ze wzrostem liczby pędów kłosonośnych na roślinie (7, 9, 15, 43, 75, 79, 105). W literaturze spotyka się również pogląd, że pędy boczne ograniczają potencjał plonowania pędu głównego, gdyż w początkowym okresie wzrostu korzystają z jego asymila-

tów (37, 40, 105). Problem ten do tej pory nie został rozstrzygnięty, gdyż równocześnie z zagęszczeniem roślin na jednostce powierzchni zmniejsza się krzewienie produkcyjne, aż do jego zaniku (po przekroczeniu pewnego poziomu zagęszczenia). Można więc uzyskać jednolity model rośliny budującej łan pszenicy, ale pojawia się nowy czynnik różnicujący plon z kłosa – wysokość roślin. Przy dużej obsadzie zwiększa się udział roślin o skróconych źdźbłach i mniejszej produktywności wywołanej mniejszą liczbą kłosków i ziarn w kłosie. Powoduje to najpierw zmniejszenie przyrostów plonu ziarna, potem ich brak, a następnie spadek plonu z jednostki powierzchni. Występuje tutaj typowe zjawisko dominacji i konkurencji między roślinami, w obrębie kłosków w kłosie i kwiatków w kłosku (52, 78, 88, 98). Duże krzewienie powoduje, że występuje silna konkurencja między pędem głównym a tworzącymi się pędami bocznymi o światło, wodę i składniki pokarmowe. Rośliny wykorzystują większość substancji odżywczych na rozwój wegetatywny, a mniejsza ilość jest przeznaczana na akumulację produktów fotosyntezy w zawiązkach nasion (2, 34, 39, 61). W efekcie liczba wytworzonych ziarn z pędów bocznych jest znacznie mniejsza, ale również pędy główne roślin silnie rozkrzewionych, w stosunku do 1- lub 2-pędowych są mniej produktywne. Podobna zależność występuje w stosunku do źdźbeł skróconych. Pędy te w łanie są silniej zacienione przez rosnące obok wysokie rośliny. W związku z tym ilość światła przypadająca na jednostkę powierzchni liści jest mniejsza, co powoduje niekorzystne zmiany w morfogenezie, prowadzące do zmniejszenia liczby ziarn w kłosku i w kłosie, na skutek zmniejszenia ilości dostępnych asymilatów (8, 10, 11, 34).

Z badań nad budową przestrzenną łanów zbóż wynika, że optymalny ich model powinien cechować się wyrównaną wysokością roślin, a taki łan może tworzyć genotyp o ograniczonej krzewistości produkcyjnej (78, 79, 85, 86, 87).

Wyniki przeprowadzonych doświadczeń wskazują, że głównymi czynnikami decydującymi o zróżnicowaniu produktywności pszenicy ozimej, zależnie od rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni, jest zmienność wysokości pędu głównego i pędów bocznych oraz stopnia krzewistości ogólnej i produktywnej. Dlatego też w przypadku uzyskania korzystnej architektury łanu, a więc dużego odsetka roślin jednopędowych o wyrównanej wysokości możliwe byłoby bez żadnych dodatkowych nakładów otrzymanie znacznego wzrostu plonów (79, 85, 86, 87). Tym większego znaczenia nabiera więc określenie optymalnej obsady kłosów. Badania Ruszkowskiego i Filipiak (103) wskazują, że nie tylko warunki siedliska ale również krzewistość rośliny odgrywa zasadniczą rolę w wyznaczaniu optymalnej liczby kłosów, gwarantującej uzyskanie wysokiego plonu ziarna. Odmiany o niskim współczynniku krzewienia plonują wyżej przy obsadzie 900–1100 kłosów/m², zaś odmiany o dużej krzewistości – przy obsadzie około 800 kłosów/m². W badaniach spotykamy się z próbą wyznaczania optymalnych wartości cech struktury plonu, które warunkowałyby otrzymanie wysokich plonów. Jak podają Kuś i in. (48) jest to trudne, ponieważ w zależności od warunków siedliska i przebiegu

pogody występują znaczne możliwości ich kompensacji. Wydaje się zatem, że można określić jedynie zakresy wartości cech, przy których można uzyskać wysokie plony ziarna. Na przykład na glebach kompleksu psennego dobrego plony pszenicy w granicach 8,0–9,5 t/ha są możliwe do uzyskania przy obsadzie kłosów 550–650 szt/m², liczbie ziarn w kłosie od 30 do 33 i MTZ 43–48 g.

Liczba ziarn w kłosie zależy od liczby kłosek w kłosie i liczby ziarn w kłosku. Liczba wykształconych kłosek w kłosie maleje w miarę opóźniania terminu siewu oraz zwiększania ilości wysiewu, ale nie zależy od poziomu nawożenia azotem. Liczba ziarn w kłosku wydaje się zależeć przede wszystkim od właściwości genetycznych odmian natomiast w mniejszym stopniu od czynników agrotechnicznych (w granicach nie wywołujących stresowych reakcji rośliny); (8, 11, 89).

Masa 1000 ziarn wydaje się w większym stopniu zależeć od układu warunków pogody w okresie dojrzewania niż od poziomu nawożenia mineralnego, terminu siewu i ilości wysiewu. Tym niemniej wieloletnie wyniki doświadczeń mikropoletkowych z licznymi odmianami pszenicy wskazują, że masa 1000 ziarn maleje przy opóźnieniu terminu siewu poza okres optymalny, stosowaniu większych ilości wysiewu oraz nawożeniu dużymi dawkami azotu (8, 21).

Optymalna struktura plonu ujawniająca możliwości produkcyjne rośliny pszenicy ozimej nie charakteryzuje optymalnego poziomu cech struktury łanu o wysokiej produktywności (86, 87, 95, 99, 98). Produkcyjność rośliny związana jest z jej rozkrzewieniem produkcyjnym, liczbą ziarn w kłosie i masą tysiąca ziaren. Produkcyjność łanu natomiast wiąże się z liczbą (obsadą) kłosów na jednostce powierzchni gleby, liczbą ziarn w kłosie i wielkością (masą) ziarniaka, oraz z przestrzennym rozmieszczeniem kłosów w łanie.

Ze względu na to, że roślina ma szereg systemów przystosowawczych do zmieniających warunków środowiska, niezwykle trudno jest przewidzieć skutki działań agrotechnicznych.

Dotychczasowe badania nie w pełni wyjaśniają mechanizm działania podstawowych czynników agrotechnicznych na plonowanie pszenicy ozimej. Określenie związku budowy łanu z poziomem plonowania napotyka na wiele trudności metodycznych, ale przede wszystkim jest za mało danych eksperymentalnych do opracowania obiektywnych wniosków i wyjaśnień.

3. MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

W latach 1989–1994 przeprowadzono badania, nad zmiennością budowy morfologicznej i produktywności pojedynczej rośliny, kłosa i łanu pszenicy ozimej w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych tj. obsady roślin po wschodach, ich rozmieszczenia na powierzchni gleby oraz terminu siewu. Podjęto również próbę uzyskania łanów pszenicy złożonych z roślin jedno- i dwupędowych oraz określenia ich możliwości plonotwórczych.

W tym celu przeprowadzono trzy doświadczenia mikropoletkowe zlokalizowane w Stacji Doświadczalnej IUNG w Puławach.

Doświadczenie pierwsze pt. „Plonowanie, struktura plonu oraz model rośliny i ładu w warunkach różnej obsady i zróżnicowanego rozmieszczenia roślin na powierzchni gleby” przeprowadzono w latach 1989/90 i 1990/91. Uwzględniono dwie odmiany pszenicy ozimej (Delta i Koda) oraz 6 rozstaw rzędów (5, 8, 11, 14, 17, 20 cm) i 6 odległości roślin w rzędzie (1, 2, 3, 4, 5, 6 cm), co zapewniło zróżnicowanie obsady roślin od 83 do 2000 na 1 m² (tab. 1). Doświadczenie przeprowadzono metodą bloków losowanych w 4 powtórzeniach. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 1,0 m². Do badań wybrano dwie odmiany różniące się wymaganiami świetlnymi: Deltę – tolerancyjną na zmniejszającą się ilość światła przypadającą na jednostkę powierzchni liści w pierwszych fazach okresu wegetacji, oraz Kodę – charakteryzującą się dużymi wymaganiami co do ilości światła. Siew wykonano w terminie optymalnym dla miejscowych warunków, tj. 25 i 18 września.

Doświadczenie drugie pt. „Budowa rośliny i ładu pszenicy ozimej oraz jej plonowanie w zależności od terminu siewu i obsady roślin na jednostce powierzchni gleby” przeprowadzono w latach 1991/92–1993/94. Czynniki doświadczenia były trzy terminy siewu: 1 – optymalny (trzecia dekada września), 2 – opóźniony (2 tygodnie późniejszy od optymalnego) i 3 – późny (o 4 tygodnie późniejszy od optymalnego), oraz cztery obsady roślin po wschodach: 450, 550, 650, 750 roślin na 1 m². W badaniach uwzględniono odmianę Kamila. Doświadczenie przeprowadzono metodą bloków losowanych w 4 powtórzeniach. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 1,0 m². Rozstawa rzędów wynosiła 11 cm.

Doświadczenie trzecie pt.: „Produkcyjność ładu pszenicy ozimej zbudowanego z roślin jedno- i dwupędowych w warunkach różnej obsady roślin na jednostce powierzchni gleby” przeprowadzono w latach 1991/92–1993/94. W schemacie doświadczenia założonego metodą serii niezależnych uwzględniono dwa modele rośliny (jednopędowy i dwupędowy) oraz obiekt kontrolny, trzy obsady ro-

Tabela 1

Obsada roślin po wschodach w doświadczeniu pierwszym
Plant density after emergence (first experiment)

Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Odległość roślin w rzędzie; Plant spacing in row (cm)					
	1	2	3	4	5	6
5	2000	1000	666	500	400	333
8	1250	625	416	312	250	208
11	900	450	300	225	180	150
14	700	350	233	175	140	117
17	600	300	200	150	120	100
20	500	250	166	125	100	83

ślin (400, 600 i 800 na $1/m^2$) i dwie odmiany (Koda i Lama). Wybrano odmiany różniące się wymaganiami co do ilości wysiewu i wysokością roślin dojrzałych. Doświadczenie prowadzono na mikropoletkach obetonowanych o powierzchni $1 m^2$. Siewu dokonano ręcznie, punktowo w terminie optymalnym dla miejscowych warunków (w roku 1991 i 1992 – 18 IX w roku 1993 – 21 IX). W celu uzyskania roślin jedno- lub dwupędowych mechanicznie usuwano pędy boczne zostawiając jedynie pęd główny lub główny i pierwszy boczny. Usuwanie pędów rozpoczynało się wiosną w fazie krzewienia i trwało do końca fazy strzelania w źdźbło. Obiekt kontrolny stanowiły rośliny o naturalnym krzewieniu (nie ingerowano w ich krzewistość).

W obiekcie kontrolnym trzykrotnie określono liczbę pędów na roślinie (w fazach: krzewienia - wiosną, strzelania w źdźbło i kłoszenia). Pozwoliło to na poznanie dynamiki procesu tworzenia się i zamierania pędów bocznych w okresie wegetacji.

Opisywane doświadczenia założono na glebach zaliczonych do kompleksu żyniego bardzo dobrego. Nawożenie fosforem i potasem stosowano jesienią w ilości $10,0 g K_2O$, $8,0 g P_2O_5/m^2$. Azot podano w dwu dawkach: pierwszą – $5,0 g N/m^2$ w czasie wiosennego wznowienia wegetacji, drugą – $3,0 g N/m^2$ w fazie strzelania w źdźbło. Przedplonem był ziemniak wczesny na oborniku. W okresie wegetacji notowano daty występowania poszczególnych faz rozwojowych roślin. Rośliny zabezpieczono przed wyleganiem obwiązując poletka sznurkiem snopowiązałkowym. Chwasty w zasiewach usuwano ręcznie. Występujące choroby zwalczano stosując odpowiednie fungicydy. Zbioru dokonano w fazie dojrzałości pełnej. Oznaczono liczbę roślin i kłosów, krzewistość produkcyjną oraz plon ziarna z poletka. Oznaczono również strukturalne elementy plonowania: plon ziarna z rośliny i kłosa, masę 1000 ziarn oraz architekturę łanu (określono udział roślin o różnej wysokości i rozkrzewieniu oraz ich produkcyjność).

Dla określenia produkcyjności pojedynczej rośliny, kłosa i łanu z każdego poletka w omawianych doświadczeniach pobrano próby po 20 roślin do analizy biometrycznej. Rośliny segregowano według stopnia rozkrzewienia i wysokości. Łączono je w grupy różniące się długością źdźbła o 10 cm. Na tej podstawie oznaczono piętro roślin wysokich, średnich i niskich. Oddzielnie dla każdego pędu określono jego długość, długość kłosa, liczbę kłosków i ziarn w kłosie, masę ziarna z kłosa. Wysokość rośliny oznaczono mierząc długość najwyższego pędu od ziemi do wierzchołka kłosa, wysokość pędu - od ziemi do wierzchołka kłosa, długość źdźbła - od ziemi do podstawy osadki kłosowej. Wysokość łanu określono na podstawie średniej wysokości najwyższych roślin.

Wyniki doświadczeń opracowano statystycznie przy zastosowaniu analizy wariancji. Wartości półprzedziałów ufności wyliczono przy zastosowaniu testu Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Zależności pomiędzy plonem a strukturalnymi elementami plonowania oraz elementami architektury łanu określono na podstawie współczynników korelacji prostej r i prostych regresji.

4. CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH ELEMENTÓW POGODY

Układ warunków pogody w poszczególnych sezonach wegetacji był różny.

Temperatura września 1989 roku była o 0,9°C, a suma opadów o 5,4 mm większa od średniej wieloletniej. Opady wystąpiły głównie w pierwszej i trzeciej dekadzie tego miesiąca. Druga dekada charakteryzowała się stosunkowo małą ilością opadów (6,6 mm). W miesiącu tym były więc korzystne warunki do wykonania uprawek przedsiewnych, dokonania siewu i dobrego skielkowania ziarna. Temperatura października była wyższa o 2,2°C, natomiast ilość opadów mniejsza o 29,2 mm od średniej wieloletniej. Wysoką temperaturę zanotowano w pierwszej dekadzie listopada. Druga dekada była dość zimna (-1,1°C), natomiast w trzeciej temperatura spadła poniżej średniej wieloletniej i wynosiła -3,4°C (tab. 2, 3, rys 1). Miesiące zimowe: grudzień, styczeń, luty i marzec były znacznie cieplejsze niż średnio ze 100 lat, odpowiednio o 2,8, 4,9, 7,1 i 5,1°C. Średnia temperatura tych miesięcy nie spadła poniżej 0°C, jedynie w pierwszej dekadzie grudnia i stycznia wynosiła odpowiednio -1,8 i -3,2°C (tab. 2, rys. 1). Suma opadów w omawianych miesiącach była mniejsza od średniej wieloletniej odpowiednio o 14,7, 22, 6,1 i 9,0 mm. Największym niedoborem opadów charakteryzowała się trzecia dekada grudnia, cały styczeń, pierwsza dekada lutego oraz druga i trzecia dekada marca (tab. 3, rys. 1). Temperatura kwietnia kształtowała się na poziomie średniej

Tabela 2

Średnie miesięczne temperatury w okresach wegetacji pszenicy ozimej na tle średnich ze stulecia
Stacja meteorologiczna, Puławy
Average monthly temperature in the growing season of winter wheat in comparison
with century data
Meteorological station, Puławy

Miesiąc Month	Sezon wegetacyjny; Growing season					Średnia ze 100 lat Means from 100 years
	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	
IX	14,4	11,2	14,6	12,7	12,5	13,5
X	10,4	9,3	8,2	6,1	8,9	8,2
XI	2,1	4,7	4,4	3,7	-2,5	2,8
XII	1,4	-0,2	-1,7	-0,6	1,9	-1,4
I	1,4	-0,3	-1,3	-0,4	2,3	-3,5
II	4,7	-4,2	0,7	-1,4	-2,1	-2,4
III	6,6	4,0	3,9	0,9	4,1	1,5
IV	7,8	7,7	7,8	9,1	9,6	7,9
V	14,1	11,4	13,8	16,8	13,3	13,6
VI	17,5	16,2	18,6	16,2	16,5	17,0
VII	17,3	19,6	20,2	17,4	21,9	18,6
VIII	17,7	18,2	22,1	17,2	18,6	17,3

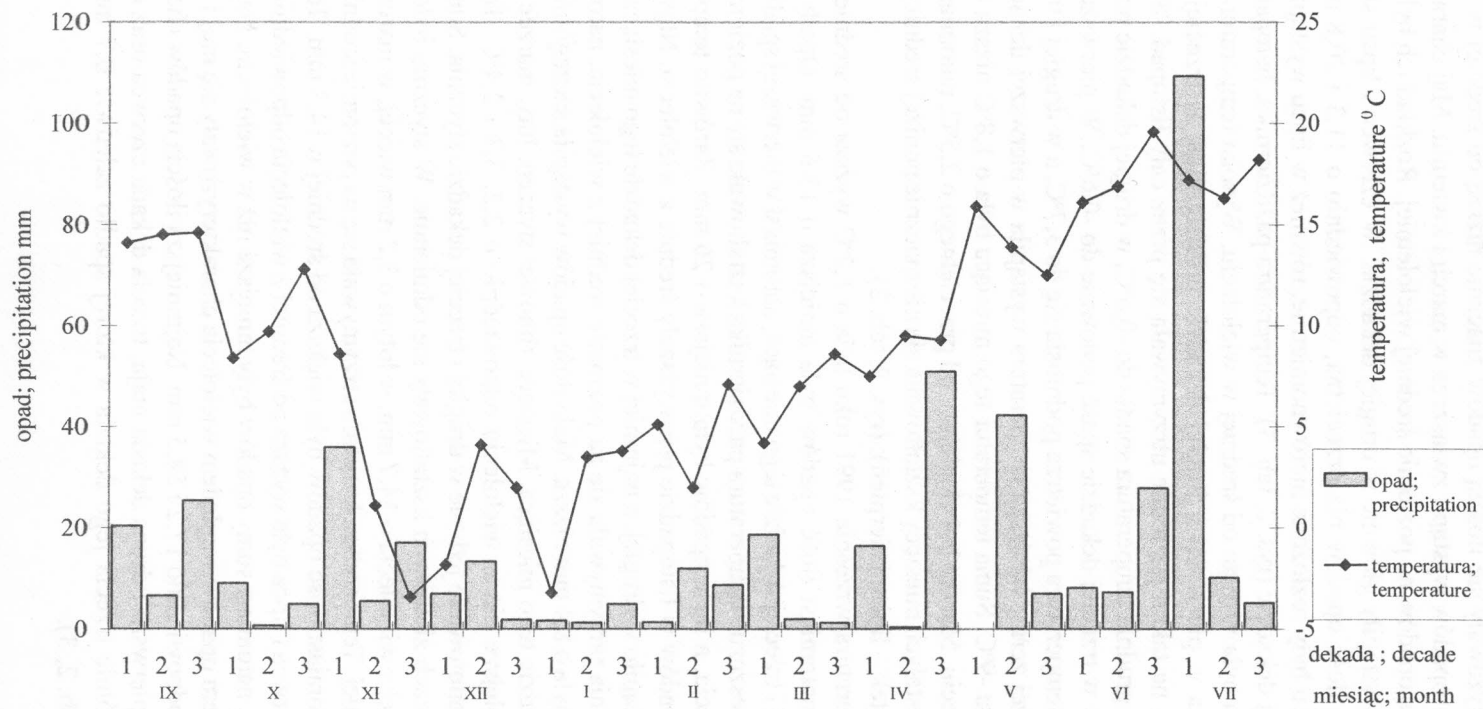
Tabela 3

Miesięczne sumy opadów w okresach wegetacji pszenicy ozimej na tle danych stulecia
 Stacja meteorologiczna, Puławy
 Monthly rainfall in the growing season of winter wheat in comparison with century data
 Meteorological station, Puławy

Miesiąc Month	Sezon wegetacyjny; Growing season					Średnia ze 100 lat Means from 100 years
	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	
IX	52,4	100,1	33,4	124,1	60,6	47,0
X	14,8	14,0	18,0	90,2	24,8	44,0
XI	58,6	59,6	50,9	44,9	17,0	39,0
XII	22,3	26,5	28,6	45,3	40,8	37,0
I	8,0	12,1	15,3	30,7	43,1	30,0
II	22,9	31,3	32,2	29,6	13,8	29,0
III	22,0	7,7	31,1	32,1	72,2	31,0
IV	67,8	12,0	54,3	21,0	90,0	40,0
V	49,3	57,5	40,8	22,8	66,9	58,0
VI	43,4	58,7	63,2	67,5	49,9	70,0
VII	124,8	64,2	26,5	41,0	19,7	85,0
VIII	67,9	54,4	10,4	68,8	81,0	75,0

wieloletniej, natomiast suma opadów przewyższała ją o 27,8 mm, ale ich rozkład był bardzo nierównomierny. W pierwszej dekadzie kwietnia zanotowano 16,5 mm opadu, w drugiej jedynie 0,4 mm, natomiast w trzeciej nadmierną ilość – 50,9 mm. Temperatura maja i czerwca kształtowała się na poziomie średniej wieloletniej, natomiast zanotowano mniej opadów odpowiednio o 8,7 i 26,6 mm. W pierwszej dekadzie maja suma opadów wynosiła 7,0 mm. Druga dekada maja obfitowała w opady (42,3 mm). W pierwszej i drugiej dekadzie czerwca wystąpiła susza, zaś w trzeciej opadów było dużo. Lipiec był miesiącem o temperaturze powietrza niższej od średniej wieloletniej o 1,3°C, przy sumie opadów przewyższającej średnią wieloletnią o 39,8 mm. Opady wystąpiły głównie w pierwszej dekadzie (109,4 mm), natomiast w drugiej i trzeciej zanotowano ich niedobór (odpowiednio: 10,2 i 5,2 mm); (rys. 1, tab. 2, 3).

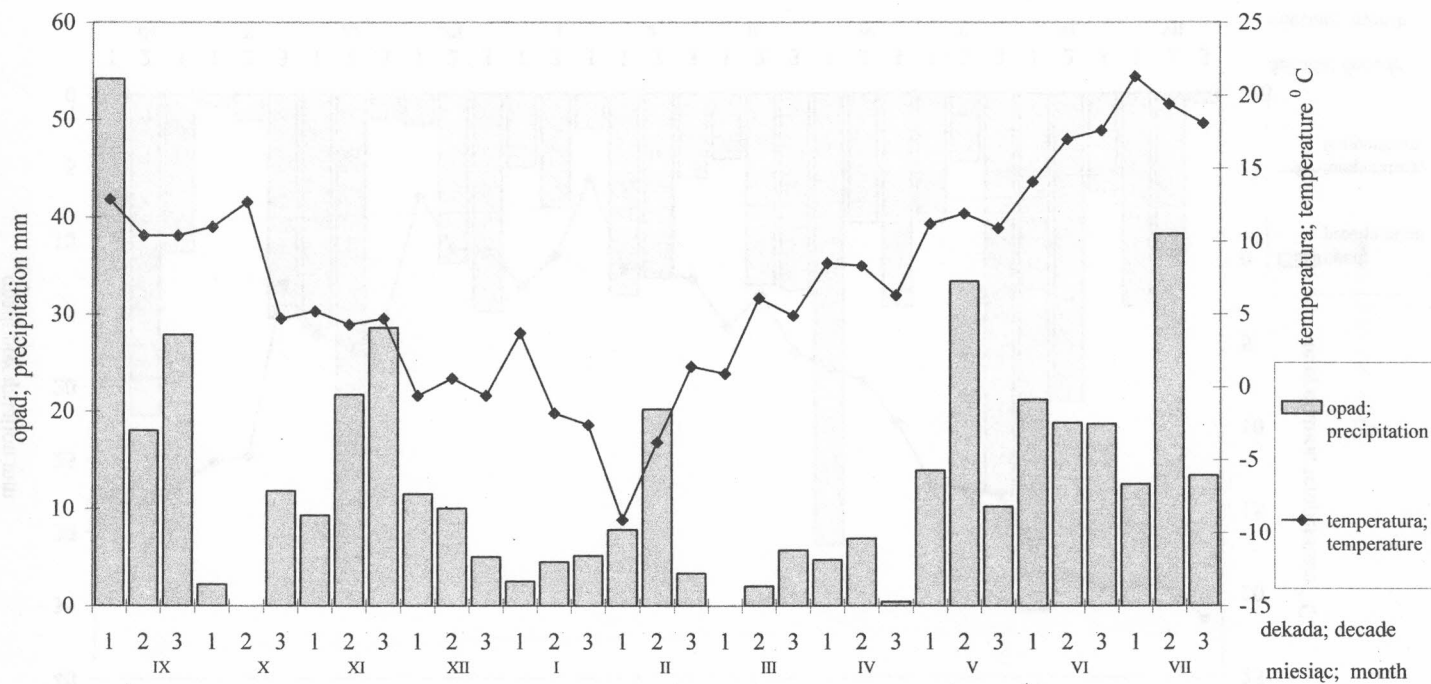
W sezonie 1990/91 przebieg pogody był nieco odmienny od poprzedniego. Temperatura września była niższa od średniej w wieloleciu o 2,3°C, natomiast opady przewyższały średnią o 53,1 mm. Duże ilości opadów wystąpiły zwłaszcza w pierwszej dekadzie września (54,2 mm) (tab. 2, 3). Październik natomiast, zwłaszcza pierwsza i druga dekada, charakteryzował się małą ilością opadów. Listopad był miesiącem obfitym w opady zwłaszcza w drugiej i trzeciej dekadzie, gdy ich suma przewyższyła średnią o 20,6 mm. Ilość opadów w grudniu i styczniu spadła poniżej średniej o 10,5 i 17,9 mm. Opady w lutym były wyższe od średniej o 2,3 mm, ale wystąpiły głównie w drugiej dekadzie miesiąca. Wiosna oraz lato



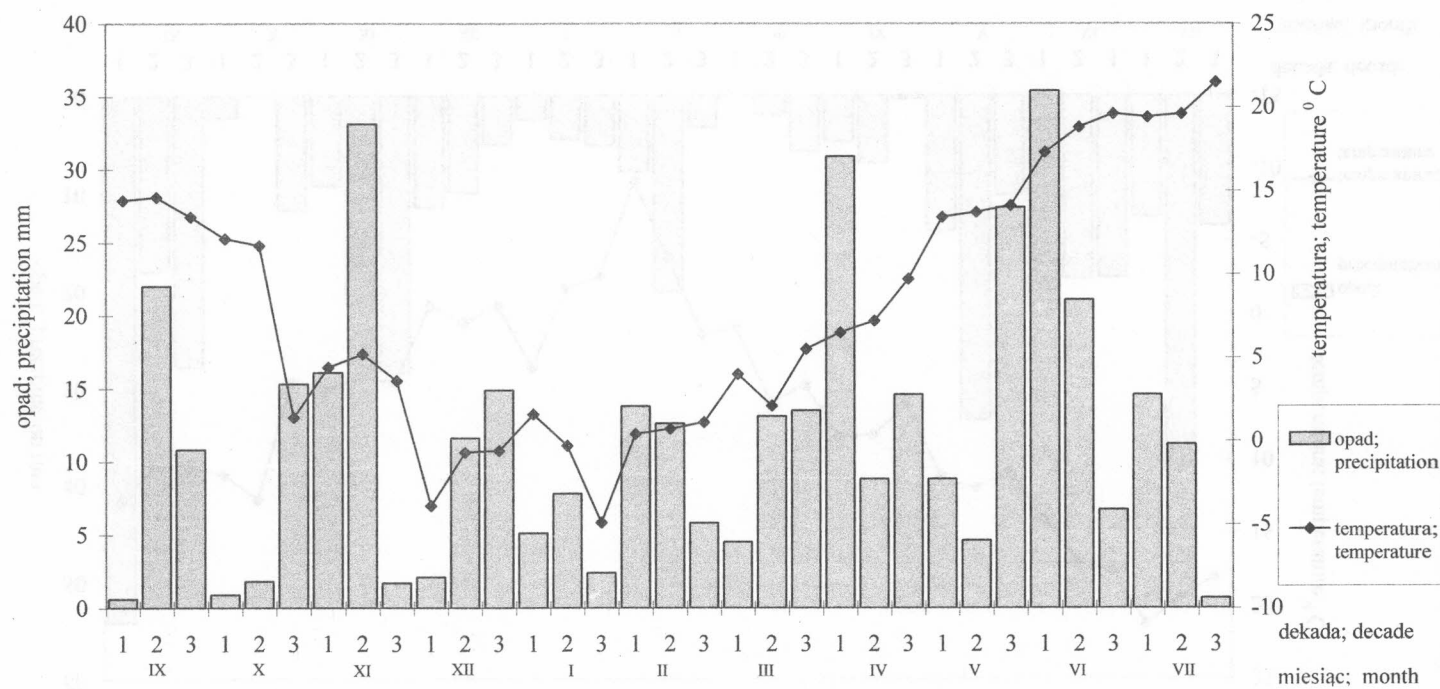
Rys. 1. Dane meteorologiczne w sezonie wegetacyjnym 1989–1990
 Meteorological data in the vegetation period 1989–1990

charakteryzowały się ilością opadów znacznie niższą od średniej w wieloleciu. Niedobór opadów wystąpił zwłaszcza w marcu i kwietniu. Maj charakteryzował się ilością opadów na poziomie średniej wieloletniej. Rozkład ich był nierównomierny, wystąpiły głównie w drugiej dekadzie. W czerwcu i lipcu stwierdzono mniejszą ilość opadów niż przeciętna, odpowiednio o 11,3 i 20,8 mm. Opady w czerwcu były rozłożone nierównomiernie, również w lipcu wystąpiły głównie w drugiej dekadzie (rys. 2, tab. 3). Temperatura października, listopada, grudnia i stycznia była wyższa od średniej w wieloleciu. Wysoka temperatura wystąpiła zwłaszcza w pierwszej i drugiej dekadzie października; w trzeciej spadła do ok. 5°C i na takim poziomie utrzymywała się przez cały listopad. W pierwszej dekadzie grudnia temperatura spadła do -0,6°C, w drugiej dekadzie podniosła się o 1°C, by w trzeciej dekadzie spaść ponownie do -0,6°C. W pierwszej dekadzie stycznia temperatura powietrza podniosła się do 3,7°C, a w drugiej i trzeciej spadła poniżej zera. Najniższa temperatura wystąpiła w pierwszej dekadzie lutego i wynosiła -9°C. Suma temperatur tego miesiąca była o 1,8°C niższa od średniej w wieloleciu. Marzec był cieplejszy od przeciętnego o 2,5°C, natomiast temperatura pozostałych miesięcy kształtowała się nieznacznie poniżej średniej z wielolecia (wyjątek – lipiec i sierpień); (rys. 2, tab. 2).

Temperatura września 1991 roku była o 1,2°C wyższa od średniej ostatnich 100 lat, natomiast ilość opadów była mniejsza o 13,6 mm. Opady wystąpiły w drugiej i trzeciej dekadzie tego miesiąca, natomiast w pierwszej spadło zaledwie 0,6 mm deszczu. Temperatura października kształtowała się na poziomie średniej z wielolecia, a ilość opadów była mniejsza o 26 mm. Zarówno temperatura jak i ilość opadów w listopadzie przewyższały średnie z wielolecia. Najwięcej opadów wystąpiło w drugiej, a najmniej w trzeciej dekadzie tego miesiąca. Temperatura grudnia utrzymywała się na poziomie średniej z wielolecia, natomiast ilość opadów była o 8,4 mm niższa. Mała ilość opadów wystąpiła szczególnie w pierwszej dekadzie tego miesiąca. Miesiące zimowe: styczeń, luty, marzec 1992 roku były cieplejsze niż w wieloleciu odpowiednio o 2,2; 3,3 i 2,4°C. Temperatury ujemne zanotowano jedynie w drugiej i trzeciej dekadzie stycznia. Sumy opadów w miesiącach zimowych kształtowały się odmiennie. W styczniu było ich mniej od średniej z wielolecia o 14,7 mm, w lutym o 3,2 mm więcej, w marcu na poziomie średniej. Temperatura kwietnia utrzymywała się na poziomie średniej z wielolecia, natomiast ilość opadów była większa od średniej o 14,3 mm. Temperatura maja, czerwca i lipca była wyższa od średniej z wielolecia odpowiednio o 0,2, 1,6 i 1,6 mm, natomiast sumy opadów były mniejsze niż w wieloleciu. Największym niedoborem opadów względem wielolecia charakteryzowały się maj i lipiec, wynosił on odpowiednio 17,2 i 58,5 mm. Najmniejszą ilością opadów charakteryzowała się pierwsza i druga dekada maja, trzecia dekada czerwca oraz cały lipiec, a szczególnie trzecia jego dekada w której spadło zaledwie 0,7 mm deszczu (rys. 3, tab. 2, 3).



Rys. 2. Dane meteorologiczne w sezonie wegetacyjnym 1990–1991
 Meteorological data in the vegetation period 1990–1991



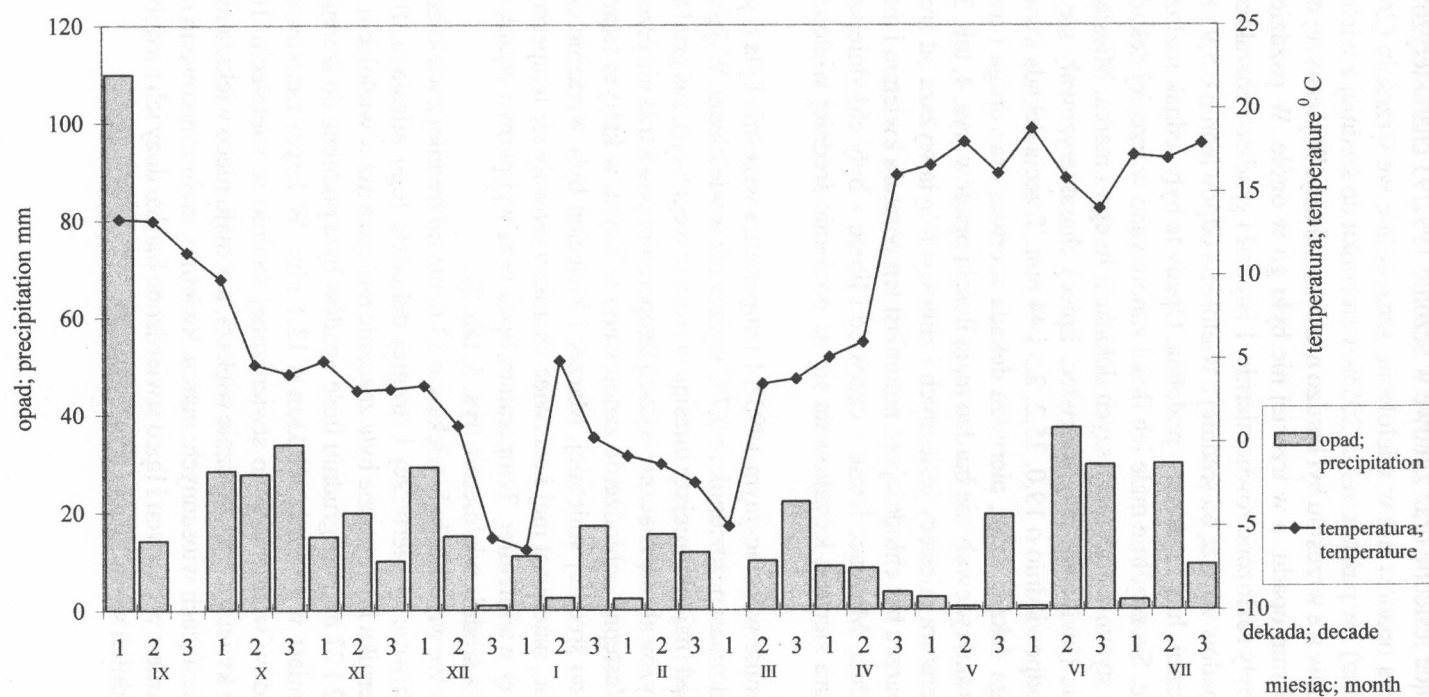
Rys. 3. Dane meteorologiczne w sezonie wegetacyjnym 1991–1992
 Meteorological data in the vegetation period 1991–1992

Miesiące jesienne oraz zimowe w sezonie 1992/93 charakteryzowały się wyższą ilością opadów niż w wieloleciu, szczególnie we wrześniu (264% średniej z wielolecia) i w październiku (205% w stosunku do średniej z wielolecia). Rozkład opadów we wrześniu był bardzo nierównomierny. W pierwszej dekadzie spadło 109,9 mm opadu, a w trzeciej nie było go w ogóle. W październiku opady deszczu były rozłożone równomiernie. Listopad i grudzień charakteryzowały się ilością opadów wyższą od średniej z wielolecia odpowiednio o 5,9 i 8,3 mm natomiast styczeń, luty i marzec – podobną. Opady te były jednak rozłożone nierównomiernie. Szczególnie małe ich ilości zanotowano w trzeciej dekadzie grudnia, drugiej – stycznia oraz pierwszych dekadach lutego i marca. Miesiące wiosenne oraz letnie (kwiecień, maj, czerwiec, lipiec) charakteryzowały się niedoborem opadów odpowiednio o 19,0, 35,2, 2,5 i 44 mm. Trzecia dekada kwietnia, pierwsza i druga dekada maja, pierwsza dekada czerwca oraz druga i trzecia dekada lipca charakteryzowały się bardzo małą ilością opadów (rys. 4, tab. 3).

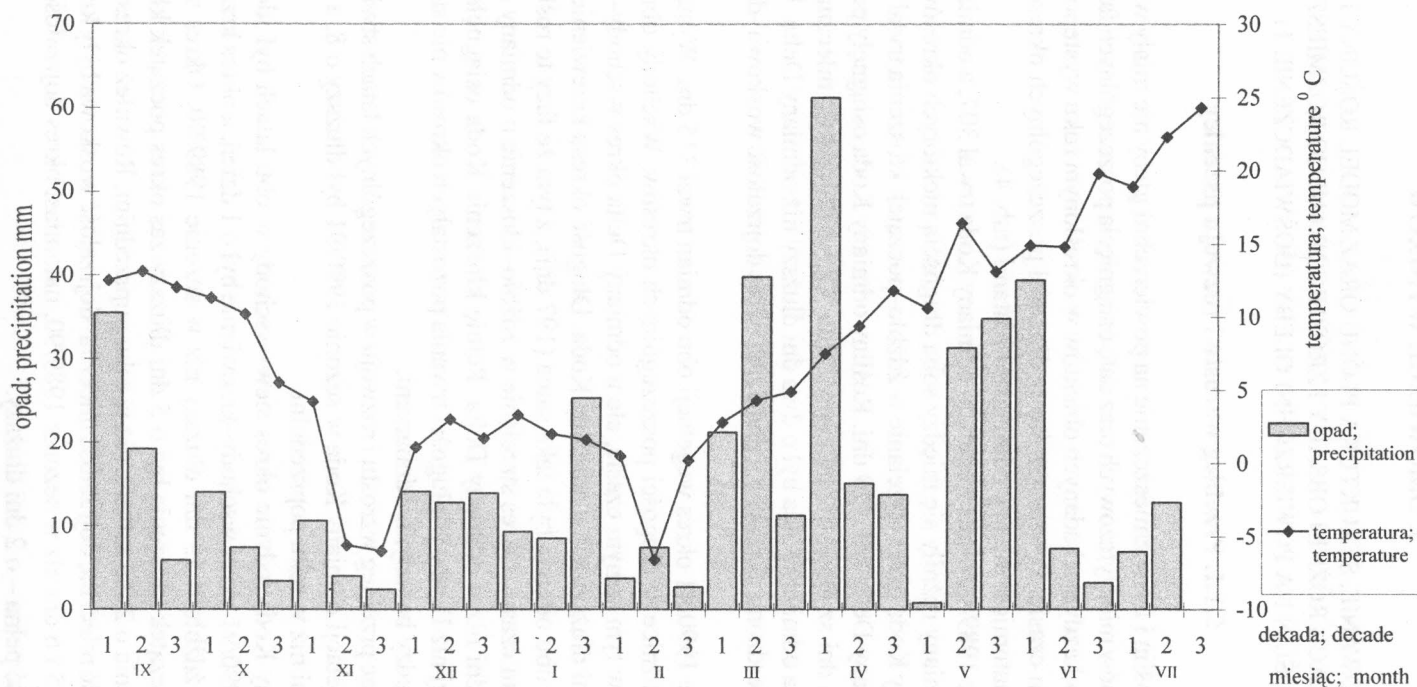
Temperatura miesięcy jesiennych i zimowych była wyższa od średniej wieloletniej, marzec był chłodniejszy, natomiast temperatura kwietnia i maja przewyższała średnią. Miesiące letnie – czerwiec i lipiec – były chłodniejsze, natomiast temperatura sierpnia kształtowała się na poziomie średniej wieloletniej (rys. 4, tab. 2).

W sezonie wegetacyjnym 1993/94 temperatura września była o jeden stopień niższa, natomiast października o 0,7°C wyższa niż w wieloleciu. Wyjątkowo mroźny był listopad (najchłodniejszy miesiąc w okresie wegetacji), zaś grudzień i styczeń charakteryzowały się znacznie wyższą temperaturą powietrza niż przeciętna z wielolecia. Następne ochłodzenie zanotowano w lutym, w którym temperatura była zbliżona do średniej stuletniej. Marzec i kwiecień były wyraźnie cieplejsze niż przeciętnie, natomiast maj i czerwiec charakteryzowały się temperaturą zbliżoną do średniej wieloletniej. Temperatura lipca była wyjątkowo wysoka, aż o 3,3°C wyższa niż średnia wieloletnia (rys. 5, tab. 2).

Opady we wrześniu były większe o 13,6 mm od średniej z wielolecia. Wystąpiły one głównie w pierwszej i drugiej dekadzie tego miesiąca. Ilość opadów w październiku i listopadzie była znacznie mniejsza niż w wieloleciu – odpowiednio o 19,2 i 22 mm. W grudniu ilość opadów była podobna do średniej z wielolecia, natomiast w styczniu większa o 13,1 mm. W lutym zanotowano mniejszą ilość opadów w stosunku do stwierdzonej średnio w wieloleciu. Ilość opadów w marcu i kwietniu była znacznie większa, a w maju nieco większa niż w wieloleciu. W miesiącach wiosennych: marcu, kwietniu, maju zanotowano nadmiar opadów natomiast w czerwcu i lipcu stwierdzono bardzo duży ich niedobór w stosunku do średnich w wieloleciu (rys. 5, tab. 3).



Rys. 4. Dane meteorologiczne w sezonie wegetacyjnym 1992–1993
 Meteorological data in the vegetation period 1992–1993



Rys. 5. Dane meteorologiczne w sezonie wegetacyjnym 1993–1994
 Meteorological data in the vegetation period 1993–1994

5. OMÓWIENIE WYNIKÓW

5.1. PLONOWANIE, STRUKTURA PLONU ORAZ MODEL ROŚLINY I ŁANU W WARUNKACH RÓŻNEJ OBSADY I ZRÓŻNICOWANEGO ROZMIESZCZENIA ROŚLIN NA POWIERZCHNI GLEBY (DOŚWIADCZENIE 1)

5.1.1. Przebieg wzrostu i rozwoju pszenicy

Obsada roślin i ich rozmieszczenie na powierzchni gleby nie miały wpływu na długość okresów międzyfazowych oraz datę osiągnięcia poszczególnych faz wzrostu i rozwoju – w każdym z badanych obiektów w określonym roku występowały one w tym samym czasie. Pewne różnice w długości poszczególnych okresów zaobserwowano natomiast między odmianami i latami (tab. 4).

W sezonie 1989/90 okres wegetacji odmiany Koda trwał 307, a odmiany Delta 302 dni. Odmiany różniły się między sobą długością niektórych okresów rozwoju. U odmiany Koda okres strzelanie w źdźbło–początek kłoszenia trwał 35, natomiast u odmiany Delta tylko 29 dni. Rośliny odmiany Koda osiągnęły pełnię kłoszenia o dwa dni szybciej niż odmiany Delta. Okres dojrzałość mleczna–dojrzałość woskowa odmiany Koda był o dwa dni dłuższy niż odmiany Delta. U odmiany Delta stwierdzono dłuższy o jeden dzień okres dojrzałość woskowa–dojrzałość pełna.

W sezonie 1990/91 okres wegetacji obu odmian trwał 315 dni. Wystąpiły jednak pewne różnice w długości poszczególnych okresów. Wschody obu odmian zanotowano w tym samym czasie, ale u odmiany Delta okres wschody–krzewienie był o 2 dni dłuższy niż u odmiany Koda. Długość okresu krzewienie–strzelanie w źdźbło obu odmian była taka sama (197 dni), z tym że fazy te rośliny osiągnęły w innym czasie. Okres strzelanie w źdźbło–kłoszenie u odmiany Koda był dłuższy o 5 dni niż u odmiany Delta. Pełnię kłoszenia Koda osiągnęła o jeden dzień szybciej niż Delta. W długości trwania pozostałych okresów nie stwierdzono różnic między badanymi odmianami.

Porównując przebieg wzrostu i rozwoju w poszczególnych latach stwierdzono, że okres wegetacji odmiany Koda w sezonie 1990/91 był dłuższy o 8, a odmiany Delta o 13 dni niż w roku poprzednim.

U odmiany Koda jedynie okres siew–wschody w obu latach był identyczny. W sezonie 1990/91 okres wschody–krzewienie był o 1 dzień, a okres krzewienie–strzelanie w źdźbło o 13 dni dłuższy niż w sezonie 1989/90. Okres strzelanie w źdźbło–początek kłoszenia był o 5 dni dłuższy zaś okres początek kłoszenia–pełnia kłoszenia o 2 dni krótszy niż w roku poprzednim. Również okresy kłoszenie–dojrzałość mleczna, dojrzałość mleczna–dojrzałość woskowa były krótsze odpowiednio o 5 i 6 dni niż w sezonie 1989/90, natomiast okres dojrzałość woskowa–dojrzałość pełna – o 2 dni dłuższy.

Tabela 4

Daty występowania poszczególnych podokresów wzrostu u pszenicy ozimej
Dates of winter wheat development stages

Okresy Periods	Rok; Year							
	1989/90				1990/91			
	Odmiana; Cultivar							
	Koda		Delta		Koda		Delta	
	data date	liczba dni days	data date	liczba dni days	data date	liczba dni days	data date	liczba dni days
Siew-wschody Sowing-emergence	25.09-5.10	10	25.09-5.10	10	18.09-28.09	11	18.09-28.09	10
Wschody-krzewienie Emerence-tillering	5.10-20.10	15	5.10-20.10	15	28.09-14.10	16	28.09-16.10	18
Krzewienie-strzelanie w źdźbło Tillering-shooting	20.10-22.04	184	20.10-22.04	184	14.10-29.04	197	16.10-1.05	197
Strzelanie w źdźbło-początek kłoszenia Shooting-start heading	22.04-27.05	35	22.04-21.05	29	29.04-8.06	40	1.05-5.06	35
Początek kłoszenia-pełnia kłoszenia Start heading-full heading	27.05-1.06	5	21.05-28.05	7	8.06-11.06	3	5.06-10.06	5
Kłoszenie-dojrzałość mleczna Heading-milk maturity	1.06-21.06	20	28.05-17.06	20	11.06-26.06	15	10.06-26.06	16
Dojrzałość mleczna-dojrzałość woskowa Milk maturity-wax maturity	21.06-16.07	25	17.06-10.07	23	26.06-15.07	19	26.06-15.07	19
Dojrzałość woskowa-dojrzałość pełna Wax maturity-full maturity	16.07-29.07	13	10.07-24.07	14	15.07-30.07	15	15.07-30.07	15
Długość okresu wegetacji Vegetation period	307		302		315		315	

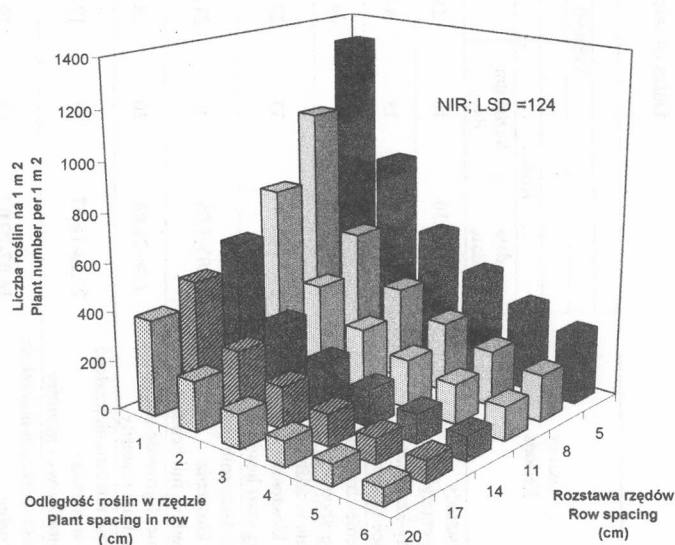
U odmiany Delta w sezonie 1990/91 okresy: wschody–krzewienie, krzewienie–strzelanie w źdźbło, strzelanie w źdźbło–początek kłoszenia i dojrzałość woskowa–dojrzałość pełna były dłuższe, a okresy początek–pełnia kłoszenia, kłoszenie–dojrzałość mleczna, dojrzałość mleczna–dojrzałość woskowa krótsze niż w roku poprzednim (tab. 4).

5.1.2. Obsada roślin

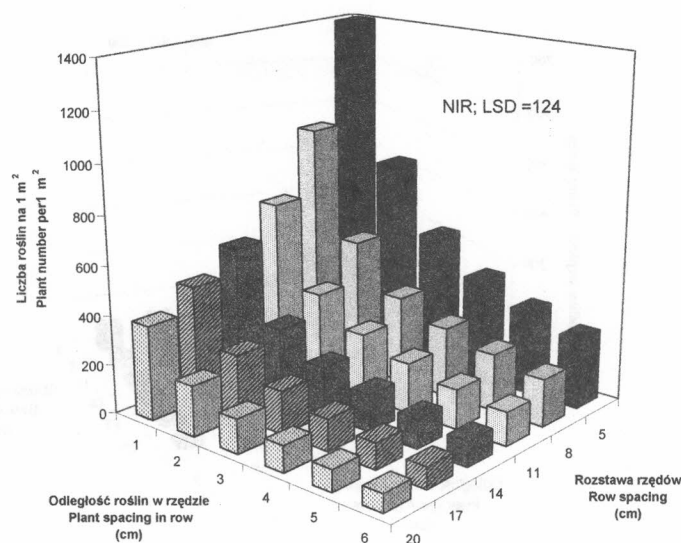
Kształtowanie się liczby roślin w czasie zbioru w zależności od ich obsady po wschodach było podobne w obu sezonach wegetacji, dlatego w zestawieniu podano średnie z lat badań.

Liczba roślin w czasie zbioru była różna zależnie od rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie. Zróżnicowanie skrajnych wartości obsady roślin po wschodach było ponad 24-krotne, natomiast przy zbiorze – ponad 18-krotne (Koda) lub 19-krotne (Delta).

Przy rozstawie rzędów 5 cm obserwowano istotny spadek liczby roślin na 1 m² wraz ze zwiększeniem odległości roślin w rzędzie do 4 cm. Dalsze zwiększenie odległości roślin z 4 do 5 cm nie spowodowało istotnego zmniejszania liczby roślin w okresie zbioru, natomiast jej zwiększenie do 6 cm spowodowało spadek liczby roślin w stosunku do siewu w odległości 4 cm, ale nie zróżnicowało tej liczby w stosunku do odległości 5 cm (rys. 6, 7). Przy rozstawie 8 cm liczba roślin



Rys. 6. Liczba roślin odmiany Koda w czasie zbioru w zależności od rozstawy rzędów i zagęszczenia roślin w rzędzie
Number of plants cv. Koda in harvest time depending on row spacing and on plant spacing in row
(Puławy 1990–1991)



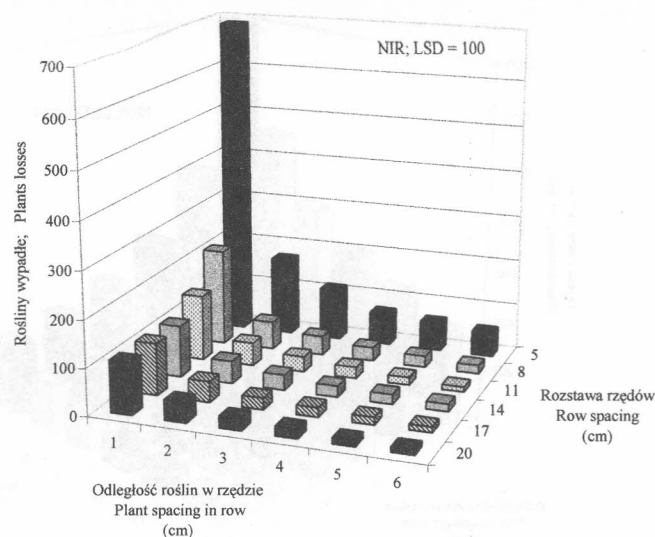
Rys. 7. Liczba roślin odmiany Delta w czasie zbioru w zależności od rozstawy rzędów i zagęszczenia roślin w rzędzie

Number of plants cv. Delta in harvest time depending on row spacing and on plant spacing in row (Puławy 1990–1991)

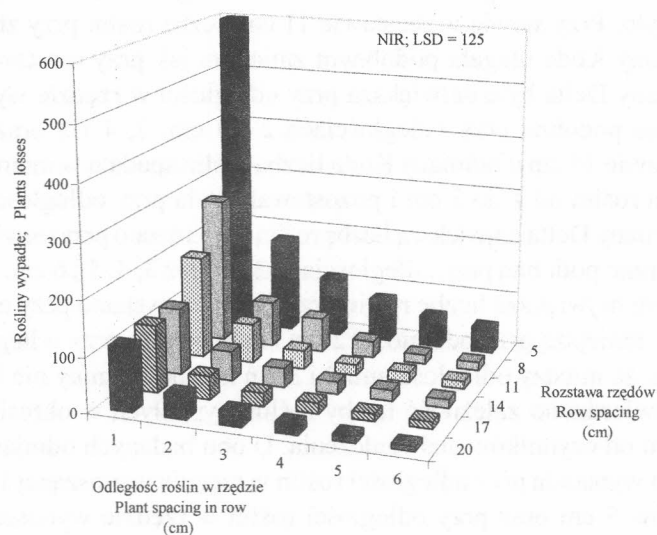
przy zbiorze malała w miarę zwiększania odległości roślin od 1 do 2 i następnie do 3 cm. Między odległościami 3 i 4 cm istotnego zróżnicowania omawianej cechy nie było. Przy siewie w rozstawie 11 cm liczba roślin przy zbiorze w przypadku odmiany Koda ulegała podobnym zmianom jak przy rozstawie 8 cm, natomiast odmiany Delta była największa przy odległości w rzędzie wynoszącej 1 cm, następnie podobna przy odległościach 2 i 3 cm, 3, 4 i 5 oraz 4, 5 i 6 cm. Przy rozstawie 14 cm u odmiany Koda liczba roślin spadała w miarę zwiększania odległości roślin od 1 do 3 cm i pozostawała stała przy odległościach od 3 do 6 cm, u odmiany Delta największą liczbę roślin stwierdzono przy siewie w odległości 1 cm, następnie podobną przy odległościach 2 i 3 oraz 3, 4, 5 i 6 cm. Przy rozstawach 17 i 20 cm największą liczbę roślin przy zbiorze uzyskano przy odległości w rzędzie 1 cm, mniejszą przy odległości 2 cm i najmniejszą przy odległości od 3 do 6 cm, z tym, że między odległościami 2 i 3 cm istotnej różnicy nie było (rys. 6, 7).

Stwierdzono zależność liczby roślin wypadłych w okresie od wschodów do zbioru od czynników doświadczenia. U obu badanych odmian największa liczba roślin wypadła przy odległości roślin w rzędzie wynoszącej 1 cm. Przy rozstawie rzędów 5 cm oraz przy odległości roślin w rzędzie wynoszącej 2 cm była ona większa niż przy pozostałych odległościach roślin w rzędzie (rys. 8, 9).

Nie stwierdzono współdziałania rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie w kształtowaniu procentu roślin przy zbiorze w porównaniu do wczeszych. Jego średnia wartość była istotnie mniejsza przy rozstawie 5 cm w stosunku do rozsta-



Rys. 8. Liczba roślin wypadłych u odmiany Koda w okresie od wschodów do zbioru w zależności od rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie
 Number of plants losses (cv. Koda) from the emergence to harvest time depending on row spacing and plant spacing in row
 (Puławy 1990–1991)



Rys. 9. Liczba roślin wypadłych u odmiany Delta w okresie od wschodów do zbioru w zależności od rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie
 Number of plants losses (cv. Delta) from the emergence to harvest time depending on row spacing and plant spacing in row
 (Puławy 1990–1991)

wy 8, 11 i 14 cm (odmiana Koda) i 8, 11, 14 i 17 cm (odmiana Delta), jak również przy odległości 1 cm w porównaniu do pozostałych odległości roślin w rzędzie (tab. 5).

Tabela 5

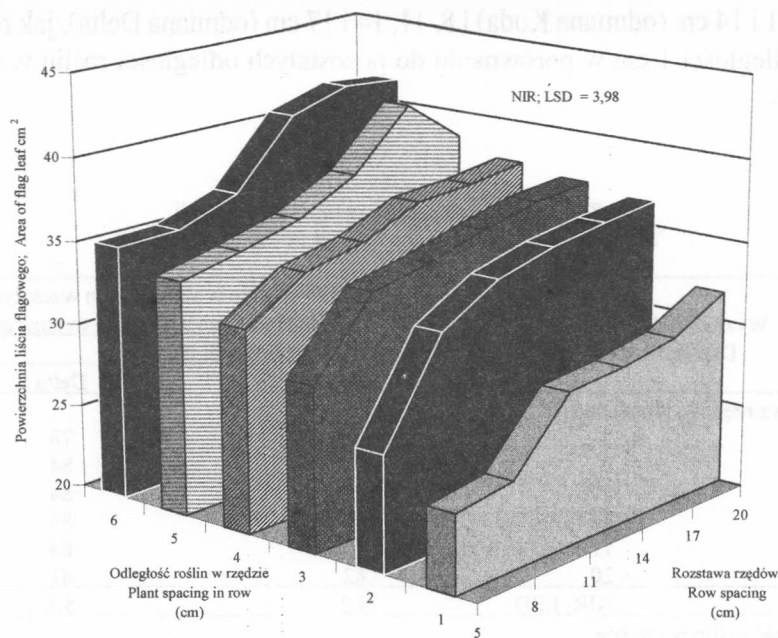
Zmienność liczby roślin w okresie wegetacji
The differentiation of plants number in vegetation period

Wyszczególnienie Description	% roślin przy zbiorze w stosunku do wczeszych % of plants in harvest time in relation to emergence	
	odmiana; cultivar	
	Koda	Delta
Rozstawa rzędów; Row spacing		
5	76	78
8	87	84
11	87	84
14	85	84
17	84	84
20	82	81
NIR; LSD	8,2	5,1
Odległość roślin w rzędzie Plant spacing in row		
1	77	76
2	86	84
3	86	85
4	87	87
5	87	88
NIR; LSD	5,8	7,5

5.1.3. Powierzchnia liścia flagowego

U obu odmian stwierdzono istotne współdziałanie rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie w kształtowaniu powierzchni asymilacyjnej liścia flagowego (rys. 10, 11).

U odmiany Koda przy rozstawie rzędów 5 cm stwierdzono istotne zwiększenie powierzchni liścia flagowego wskutek wzrostu odległości roślin w rzędzie powyżej 2 cm, przy rozstawie rzędów 8 i 11 cm istotnie mniejszą powierzchnię asymilacyjną liścia flagowego stwierdzono przy siewie roślin w odstępach co 1 cm, w stosunku do wszystkich pozostałych odległości w rzędzie. Przy rozstawie rzędów 14, 17 i 20 cm rośliny wysiane w odległości 1 cm charakteryzowały się najmniejszą powierzchnią asymilacyjną liścia flagowego, a wysiane w odstępach 2 i 3 cm mniejszą niż rośliny wysiane co 6 cm. Również wpływ rozstawy rzędów zależał od odległości roślin w rzędzie. Przy siewie w odstępach 1 cm istotnie mniejszą powierzchnię liścia flagowego stwierdzono w rozstawach 5 i 8 cm w porównaniu do pozostałych, między którymi istotnych różnic nie było. Przy odległości



Rys. 10. Powierzchnia asymilacyjna liścia flagowego odmiany Koda w zależności od rozstawu rzędów i odległości roślin w rzędzie

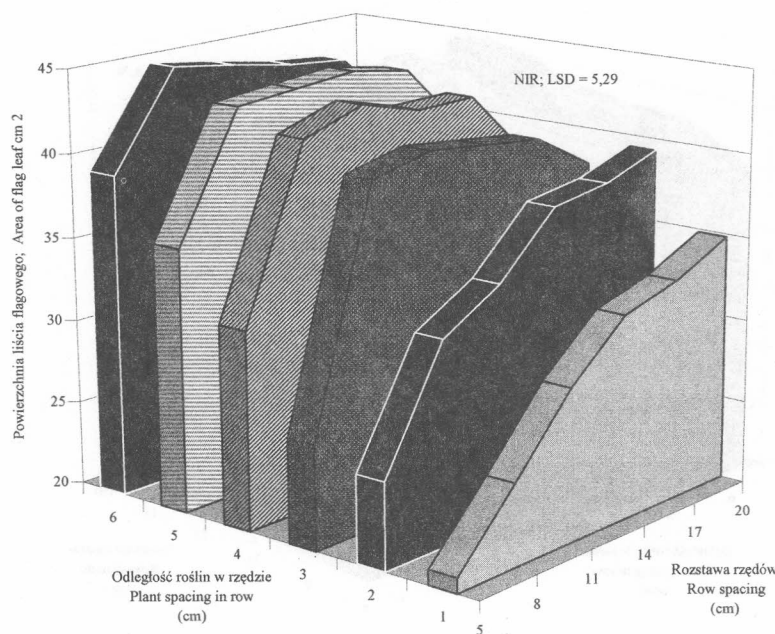
Assimilation area of flag leaf cv. Koda depending on row spacing and plant spacing in row
(Puławy 1990–1991)

roślin w rzędzie 2 i 3 cm mniejszą powierzchnię liścia flagowego wytworzyły rośliny wysiane w rozstawie rzędów 5 cm w stosunku do wysianych w pozostałych rozstawach, między którymi istotnych różnic nie stwierdzono. Przy siewie roślin w odległości 4 cm i rozstawie rzędów 5 cm stwierdzono mniejszą powierzchnię liści flagowych niż przy rozstawach 14, 17 i 20 cm. Przy odległości roślin w rzędzie 5 cm istotnie większą powierzchnię stwierdzono w rozstawie 17 i 20 cm w stosunku do rozstawy 5 cm. U roślin wysianych co 6 cm w rzędzie przy rozstawach rzędów 5, 8 i 11 cm stwierdzono mniejszą powierzchnię liścia flagowego niż przy rozstawach 14, 17 i 20 cm (rys. 10).

U odmiany Delta przy rozstawie 5 cm najmniejszą powierzchnię asymilacyjną liścia flagowego wytworzyły rośliny wysiane w odległościach 1, 2 i 3 cm, większą wysiane w odstępach 4 cm i największą w odstępach 6 cm. Przy rozstawie 8 cm najmniejszą powierzchnię asymilacyjną liścia flagowego miały rośliny wysiane w odległości 1 cm, większą w odległości 2 cm i największą przy siewie w odległościach 3, 4, 5 i 6 cm. Przy rozstawie 11 cm rośliny wysiane w odstępach 1 i 2 cm charakteryzowały się mniejszą powierzchnią asymilacyjną liścia flagowego niż wysiane w odległościach od 3 do 6 cm. Przy rozstawie 14 cm rośliny wysiane

w odstępach 1 i 2 cm miały mniejszą powierzchnię liścia flagowego niż wysiane w odstępach 5 i 6 cm. Przy rozstawie 17 cm odległość roślin wynosząca 1 cm spowodowała zmniejszenie powierzchni liścia flagowego w stosunku do uzyskanej przy odległości 3, 4, 5 i 6 cm. Przy rozstawie 20 cm zróżnicowanie odległości roślin w rzędzie w zakresie 1–6 cm nie miało wpływu na powierzchnię liścia flagowego (rys. 11).

Wpływ rozstawy rzędów na powierzchnię liścia flagowego zależał od odległości roślin w rzędzie. Przy siewie w odstępie 1 cm rozstawy 5 i 8 cm spowodowały zmniejszenie się powierzchni liścia flagowego w stosunku do rozstaw 14, 17 i 20 cm. Przy 2 cm odległości roślin w rzędzie najmniejszą powierzchnię asymilacyjną miały rośliny z rozstawy 5 cm, większą z rozstawy 8 cm i największą z rozstaw 14, 17 i 20 cm. Przy odległościach roślin w rzędzie 3, 4, 5 cm najmniejszą powierzchnię asymilacyjną liścia flagowego stwierdzono przy rozstawie 5 cm. Przy odległości roślin w rzędzie wynoszącej 6 cm mniejszą powierzchnię asymilacyjną liścia flagowego stwierdzono przy rozstawie 5 i 20 cm w porównaniu do rozstawy 8 cm (rys. 10, 11).

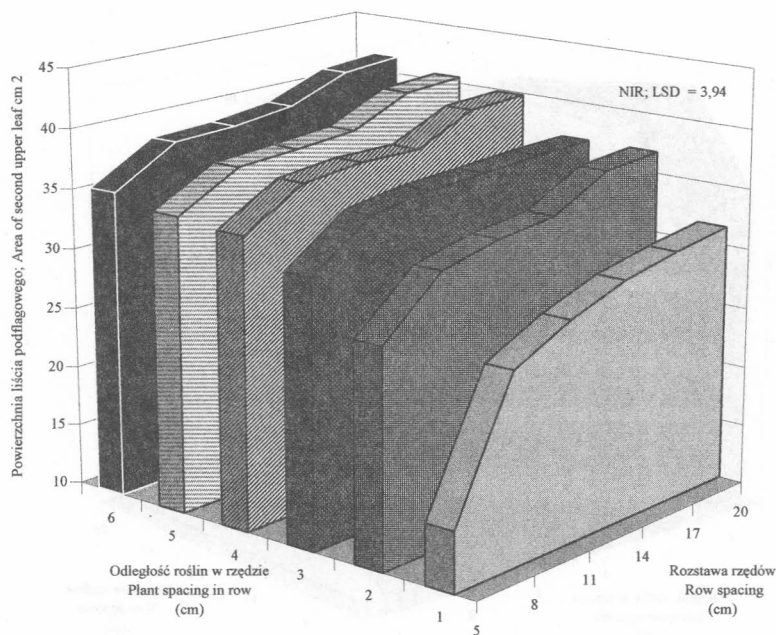


Rys. 11. Powierzchnia asymilacyjna liścia flagowego odmiany Delta w zależności od rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie
Assimilation area of flag leaf cv. Delta depending on row spacing and plant spacing in row
(Puławy 1990–1991)

5.1.4. Powierzchnia liścia podflagowego

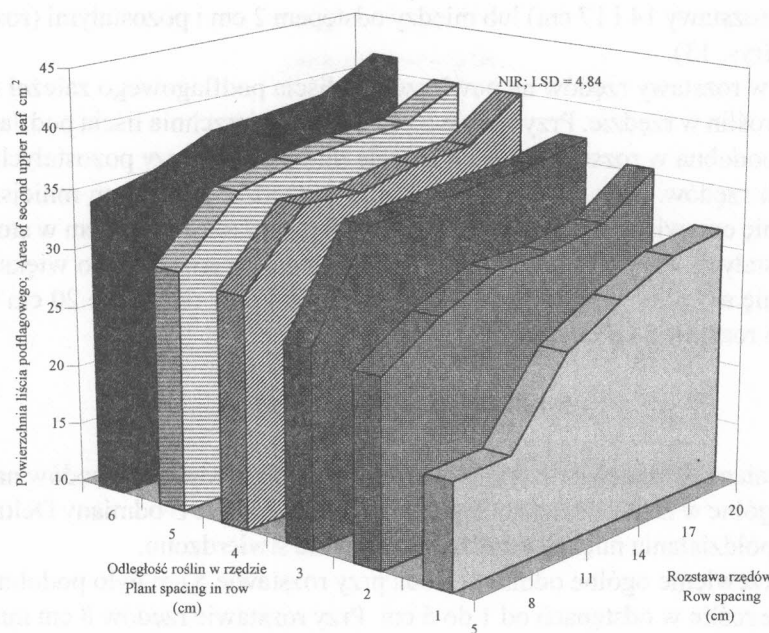
Stwierdzono istotne współdziałanie rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie w kształtowaniu powierzchni asymilacyjnej liścia podflagowego u obu odmian pszenicy (rys. 12, 13).

U odmiany Koda przy rozstawie rzędów 5 cm najmniejszą powierzchnię liścia podflagowego notowano przy odległości roślin w rzędzie 1 cm, znacznie większą przy odległości 2 cm i największą przy siewie w odległościach od 3 do 6 cm, między którymi istotnych różnic tej cechy nie stwierdzono. Przy rozstawie rzędów 8, 11 i 14 cm i siewie w odstępach 1 cm stwierdzono najmniejszą powierzchnię liścia podflagowego, natomiast przy siewie w odległościach 4, 5 i 6 cm, była ona większa niż przy siewie w odstępach 2 cm. Przy rozstawie 17 i 20 cm najmniejszą powierzchnię liścia podflagowego stwierdzono u roślin wysianych w odległości 1 cm. Rośliny wysiane co 2 cm miały mniejszą powierzchnię tego liścia w stosunku do wysianych co 6 cm.



Rys. 12. Powierzchnia asymilacyjna liścia podflagowego odmiany Koda w zależności od rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie

Assimilation area of second upper leaf cv. Koda depending on row spacing and plant spacing in row
(Puławy 1990–1991)



Rys. 13. Powierzchnia asymilacyjna liścia podflagowego odmiany Delta w zależności od rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie

Assimilation area of second upper leaf cv. Delta depending on row spacing and plant spacing in row
(Puławy 1990–1991)

Największy wpływ rozstawy rzędów na powierzchnię liścia podflagowego stwierdzono przy odległości roślin w rzędzie 1 i 2 cm – była ona najmniejsza przy rozstawie 5 cm, większa przy rozstawie 8 i największa przy rozstawach 17 i 20 cm. Przy większych odległościach roślin w rzędzie (3–6 cm) wpływ rozstawy rzędów był mniejszy i w zasadzie ograniczał się do ujemnego oddziaływania rozstawy 5 cm, podczas gdy pozostałe nie wywarły istotnego wpływu na omawianą cechę (rys. 12).

U odmiany Delta przy rozstawie rzędów 5 cm najmniejszą powierzchnię liścia podflagowego miały rośliny wysiane w odległości 1 cm. Nie stwierdzono istotnych różnic między odległościami w rzędzie 2, 3, 4, 5 oraz 5 i 6 cm. Przy rozstawie rzędów 8 cm najmniejszą powierzchnię omawianego liścia stwierdzono przy siewie w odległości 1 cm, większą przy odległości 2 cm i największą przy pozostałych odległościach. Przy rozstawie rzędów 11 cm najmniejszą powierzchnię liścia podflagowego stwierdzono przy odległości w rzędzie 1 cm, natomiast przy 2 cm mniejszą w stosunku do odstępów 5 i 6 cm. Przy rozstawach 14, 17 i 20 cm istotnego zróżnicowania tej cechy nie było między odległościami 1 i 2 cm i pozo-

stałymi (rozstawy 14 i 17 cm) lub między odstępem 2 cm i pozostałymi (rozstawa 20 cm); (rys. 13).

Wpływ rozstawy rzędów na powierzchnię liścia podflagowego zależał od odległości roślin w rzędzie. Przy siewie co 1 i 2 cm powierzchnia liścia podflagowego była podobna w rozstawach 5 i 8 cm, ale mniejsza niż przy pozostałych odległościach rzędów. Przy odległościach roślin w rzędzie 3, 4, 5 cm mniejszą powierzchnię omawianego liścia stwierdzono tylko przy rozstawie 5 cm w stosunku do pozostałych. Przy 6 cm odległości roślin w rzędzie stwierdzono większą powierzchnię asymilacyjną liścia podflagowego tylko przy rozstawie 20 cm w stosunku do rozstaw 5 i 8 cm (rys. 13).

5.1.5. Rozkrzewienie ogólne

U odmiany Koda stwierdzono niejednakowy wpływ rozstawy rzędów na krzewienie ogólne w zależności od odległości roślin w rzędzie. U odmiany Delta istotnego współdziałania między tymi czynnikami nie stwierdzono.

Rozkrzewienie ogólne odmiany Koda przy rozstawie 5 cm było podobne przy wysiewie roślin w odstępach od 1 do 6 cm. Przy rozstawie rzędów 8 cm mniejsze krzewienie ogólne obserwowano w przypadku roślin wysianych w odległościach 1 i 2 cm w stosunku do roślin wysianych w odstępach 6 cm. Przy rozstawach 11 i 14 cm rośliny wysiane w odstępach 1 i 2 cm charakteryzowały się słabszym krzewieniem ogólnym w stosunku do wysianych w odległościach 5 i 6 cm. W warunkach siewu w rozstawach 17 i 20 cm najbardziej rozkrzewione były rośliny wysiane w odstępach 4, 5 i 6 cm, najmniej – wysiane co 1 lub 2 cm (tab. 6).

Tabela 6

Rozkrzewienie ogólne pszenicy odmiany Koda w zależności od rozstawy rzędów (cm) i odległości roślin w rzędzie (cm)
Total tillering of winter wheat Koda depending on row spacing (cm) and plant spacing in row (cm)
(Puławy 1990–1991)

Rozstawa rzędów Row spacing a	Odległość roślin w rzędzie; Plant spacing in row b					
	1	2	3	4	5	6
5	1,1	1,2	1,6	1,9	2,2	2,7
8	1,1	1,6	2,3	2,6	3,1	3,6
11	1,3	2,1	2,8	3,5	3,8	4,1
14	2,5	2,5	4,1	4,5	5,5	5,9
17	3,1	3,5	4,6	5,8	6,5	6,5
20	5,5	5,5	6,8	9,0	9,8	10,1
NIR dla: LSD for: współdziałania; interaction a x b				1,637		

Przy odległościach roślin w rzędzie 1 i 2 cm stwierdzono podobne krzewienie dla rozstawy 5, 8, 11, 14 cm. Intensywniejszym krzewieniem wykazały się rośliny wysiane w rozstawie 17 cm w stosunku do rozstaw 5 i 8 cm. Najbardziej rozkrzewione były rośliny przy rozstawie 20 cm. Przy odległościach w rzędzie 3 i 4 cm istotnej różnicy w krzewieniu nie stwierdzono między rozstawami 5, 8 i 11 cm, a dla odległości w rzędzie 5 i 6 cm największe krzewienie ogólne zanotowano przy rozstawie rzędów wynoszącej 20 cm, mniejsze przy rozstawach 14 i 17 cm i najmniejsze przy rozstawach 5, 8 i 11 cm (tab. 6).

Średnie dla odległości roślin w rzędzie wskazują, że najmniejsze krzewienie ogólne roślin odmiany Delta zanotowano przy odległościach 1 i 2 cm, następnie wzrastało ono wraz ze zwiększaniem odległości roślin w rzędzie, osiągając najwyższą wartość przy odległościach roślin w rzędzie 5 i 6 cm (tab. 7).

Średnie rozkrzewienie ogólne odmiany Delta było podobne przy rozstawach 5 i 8 oraz 8 i 11 cm. Dalsze zwiększanie rozstawy rzędów spowodowało równoległy wzrost rozkrzewienia ogólnego (tab. 7).

Tabela 7

Rozkrzewienie ogólne pszenicy odmiany Delta w zależności od rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie
Total tillering of winter wheat Delta depending on row spacing and plant spacing in row
(Puławy 1990–1991)

Odległość roślin w rzędzie; Plant spacing in row (cm)						
1	2	3	4	5	6	NIR; LSD
2,4	2,9	3,7	4,5	5,1	5,5	0,80
Rozstawa rzędów; Row spacing (cm)						
5	8	11	14	17	20	NIR; LSD
1,7	2,4	3,1	4,1	4,9	7,9	0,80

5.1.6. Rozkrzewienie produkcyjne

Stwierdzono istotne współdziałanie rozstawy rzędów i rozmieszczenia roślin w rzędzie w kształtowaniu krzewienia produkcyjnego obu odmian pszenicy.

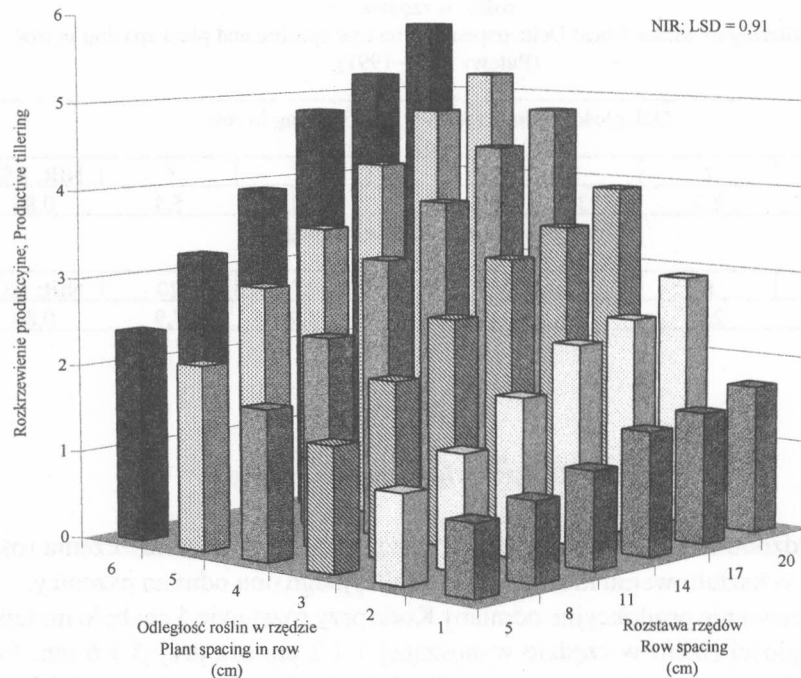
Rozkrzewienie produkcyjne odmiany Koda przy rozstawie 5 cm było mniejsze przy odległości roślin w rzędzie wynoszącej 1 i 2 cm niż przy 5 i 6 cm. Przy rozstawie 8 i 11 cm rośliny rosnące w odległości 1 i 2 cm krzewiły się słabiej niż rosnące w odległości 4, 5 i 6 cm. Przy rozstawach 14, 17 i 20 cm zwiększanie odległości roślin w rzędzie z 1 do 2 i następnie do 3 cm powodowało istotny wzrost rozkrzewienia produkcyjnego, następnie tempo wzrostu krzewienia zmniej-

szało się osiągając przy odległościach roślin 5 i 6 cm wyższą wartość niż przy odległości 3 cm (rys. 14).

Uwzględnione w doświadczeniu rozstawy rzędów przy odległości roślin w rzędzie 1 cm nie miały wpływu na krzewienie produkcyjne, natomiast przy odległości roślin w rzędzie wynoszącej 2, 3, 4, 5 i 6 cm krzewienie produkcyjne powoli zwiększało się w miarę poszerzania międzyrzędzi, osiągając wyższe wartości przy rozstawie 17 i 20 cm w stosunku do 5, 8 i 11 cm (rys. 14).

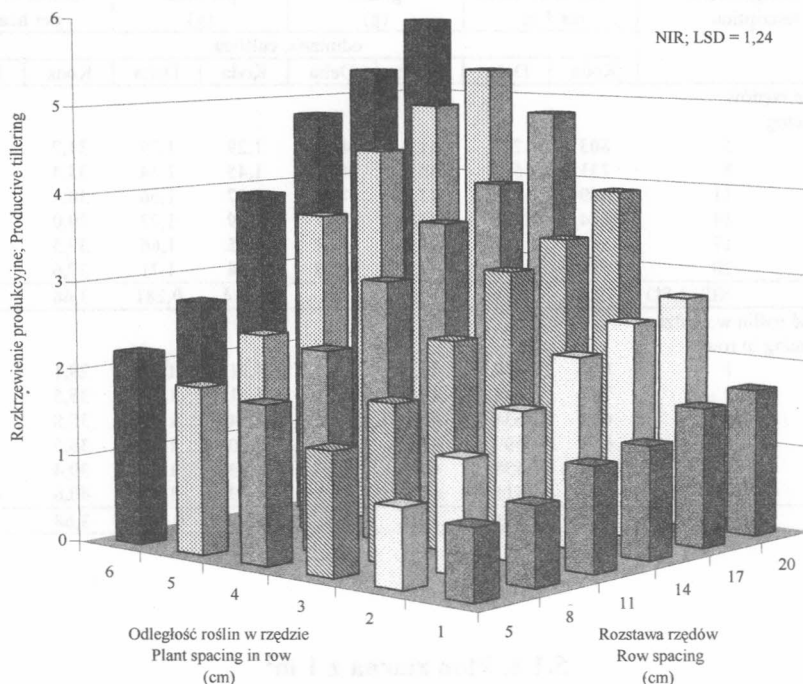
U odmiany Delta wysianej w rozstawie 5 i 8 cm mniejsze rozkrzewienie produkcyjne stwierdzono przy odległości roślin w rzędzie 1 i 2 cm w stosunku do 6 cm, natomiast w rozstawach większych rozkrzewienie pszenicy Delta przy odległości roślin w rzędzie 1, 2 i 3 cm było istotnie mniejsze niż przy odległości 5 i 6 cm (rys. 14).

Przy odległości roślin w rzędzie wynoszącej 1 cm rozstawa rzędów nie miała wpływu na krzewienie produkcyjne pszenicy Delta. Rośliny wysiane w odległości w rzędzie równej 2 cm krzewiły się podobnie przy rozstawach 5, 8, 11 i 14 cm,



Rys. 14. Rozkrzewienie produkcyjne pszenicy Koda w zależności od rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie
Productive tillering cv. Koda depending on row spacing and plant spacing in row
(Puławy 1990–1991)

a przy dalszym zwiększaniu rozstawy do 17 i 20 cm uzyskano istotny wzrost krzewienia produkcyjnego roślin. Przy większych odległościach roślin w rzędzie (3, 4, 5 i 6 cm) stwierdzono systematyczne zwiększanie się krzewienia produkcyjnego w miarę wzrostu rozstawu rzędów (rys. 15).



Rys. 15. Rozkrzewienie produkcyjne pszenicy Delta w zależności od rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie
Productive tillering cv. Delta depending on row spacing and plant spacing in row
(Puławy 1990–1991)

5.1.7. Liczba kłosów na 1 m²

Liczba kłosów na jednostce powierzchni gleby zależała od odległości roślin w rzędzie i od rozstawy rzędów, ale nie od współdziałania tych czynników.

Zwiększanie rozstawy rzędów powodowało powolny, ale stały spadek liczby kłosów obu odmian pszenicy, z tym że u odmiany Delta najbardziej zaznaczyło się to przy przejściu z rozstawy 5 cm do rozstawy 8 cm. Również powiększanie odległości roślin w rzędzie miało ujemny wpływ na liczbę kłosów na 1 m², przy czym największy spadek liczby kłosów zanotowano przy zwiększeniu tej odległości z 1 do 2 cm (tab. 8).

Tabela 8

Struktura plonu odmian pszenicy ozimej w zależności od rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie
 Yield components of winter wheat depending on row spacing and plant spacing in row
 (Puławy 1990–1991)

Wyszczególnienie Description	Liczba kłosów z 1 m ² Number of heads per 1 m ²		Masa tysiąca ziarn Weight of 1000 grains (g)		Plon ziarna z kłosa Grain yield per head (g)		Liczba ziarn z kłosa Number of grain per head	
	odmiana; cultivar							
	Koda	Delta	Koda	Delta	Koda	Delta	Koda	Delta
Rozstawa rzędów Row spacing								
5	803	759	41,2	41,9	1,29	1,29	31,2	30,7
8	731	673	43,3	42,1	1,45	1,54	33,4	36,5
11	669	650	43,8	42,6	1,67	1,66	38,1	38,9
14	614	596	43,3	42,7	1,69	1,73	39,0	40,6
17	588	581	44,0	42,3	1,65	1,66	37,5	39,3
20	531	530	43,5	42,9	1,64	1,71	37,6	39,7
NIR; LSD	72,4	76,6	1,57	r.n	0,154	0,281	3,68	6,67
Odległość roślin w rzędzie Plant spacing in row								
1	847	850	41,3	41,2	1,21	1,20	29,1	29,1
2	705	668	42,5	42,1	1,51	1,57	35,5	37,3
3	669	634	43,1	42,5	1,54	1,61	35,8	38,0
4	620	599	43,9	42,6	1,60	1,67	36,5	39,1
5	566	558	44,1	42,9	1,74	1,73	39,4	40,4
6	529	515	44,1	43,2	1,79	1,81	40,6	41,9
NIR; LSD	72,4	76,6	1,86	1,32	0,154	0,281	3,68	6,67

5.1.8. Plon ziarna z 1 m²

Nie wystąpiło istotne współdziałanie lat z badanymi czynnikami, dlatego analizowano średnie z dwu lat.

U obu odmian stwierdzono istotne współdziałanie w kształtowaniu plonu ziarna rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie (tab. 9).

U odmiany Koda przy rozstawie rzędów 5 cm uzyskano większy plon ziarna przy odległości roślin w rzędzie 6 cm niż przy odległości 1 cm. Przy rozstawie rzędów 8 cm wysiew roślin w odległości 3 cm sprawił, że plon ziarna był większy niż przy wysiewie w odległości 1 cm. Przy rozstawie 11 cm istotnych różnic wywołanych odległością roślin w rzędzie od 1 do 6 cm nie stwierdzono. Przy rozstawach 14 i 17 cm istotnie wyższy plon ziarna stwierdzono przy odległości roślin 2 cm w porównaniu do odległości 4, 5 i 6 cm. Przy rozstawie 20 cm stwierdzono wyższy plon przy odległości roślin w rzędzie wynoszącej 1 cm w stosunku do odległości 6 cm (tab. 9).

Przy odległości roślin w rzędzie 1 i 2 cm wyższy plon pszenicy Koda stwierdzono przy rozstawie 14 cm w stosunku do rozstaw 5 i 20 cm. Zastosowanie

Tabela 9

Plon ziarna z 1 m² odmian pszenicy ozimej w zależności od rozstawy rzędów (a) i zagęszczenia roślin w rzędzie (b)
 Grain yield per m² of winter wheat depending on row spacing and plant spacing in row
 (Puławy 1990–1991)

Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Odmiana: Cultivar											
	Koda						Delta					
	odległość roślin w rzędzie; plant spacing in row (cm)											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
5	0,89	0,98	1,00	1,05	1,04	1,06	0,87	0,95	0,98	1,02	1,03	1,04
8	0,94	1,06	1,15	1,06	1,03	1,01	0,93	1,01	1,04	1,03	1,02	0,97
11	1,07	1,09	1,13	1,10	1,09	1,09	1,00	1,08	1,15	1,06	1,05	1,01
14	1,14	1,17	1,05	0,95	0,93	0,89	1,14	1,16	0,99	0,96	0,95	0,93
17	1,01	1,14	0,96	0,90	0,89	0,84	1,01	1,05	0,99	0,94	0,87	0,86
20	0,92	0,90	0,87	0,87	0,84	0,75	0,95	0,96	0,94	0,91	0,86	0,76
NIR dla:												
LSD for:												
a x b												
0.161												
0.168												

siewu roślin w odległości w rzędzie wynoszącej 3 cm spowodowało wyższe plonowanie przy rozstawie 8 cm w stosunku do 17 i 20 cm. Przy odległości roślin 4, 5 i 6 cm wyższy plon ziarna uzyskano przy rozstawie 11 cm w stosunku do rozstaw 17 i 20 cm (tab. 9).

Plon ziarna odmiany Delta, podobnie jak w przypadku odmiany Koda, przy rozstawie rzędów 5 cm był niższy przy odstępach w rzędzie 1 cm w porównaniu do odległości roślin 6 cm. Przy rozstawie rzędów 8 i 11 cm odległość roślin w rzędzie nie miała istotnego wpływu na plon ziarna. Przy rozstawie 14 cm wyższy plon stwierdzono przy odległości roślin 1 i 2 cm w porównaniu do odległości wynoszącej 4, 5 i 6 cm. Przy rozstawie 17 cm wyższy plon ziarna stwierdzono przy odległości roślin w rzędzie 2 cm w porównaniu do 5 i 6 cm. Natomiast przy rozstawie 20 cm niższy plon pszenicy uzyskano przy odległości roślin w rzędzie wynoszącej 6 cm w porównaniu do odległości 1 i 2 cm (tab. 9).

Wysiew pszenicy Delta w odległości w rzędzie 1 i 2 cm zwiększył poziom plonowania przy rozstawie 14 cm, w stosunku do rozstaw 5 i 8 cm (8 cm tylko dla odległości 1 cm). Przy odległości roślin 3 cm wyższy plon uzyskano przy rozstawie 11 cm w stosunku do rozstaw 8 i 20 cm. W przypadku odległości roślin wynoszącej 4 cm szerokość rozstawy rzędów nie miała istotnego wpływu na plon pszenicy, a w przypadku odległości roślin 5 cm plon ziarna przy rozstawie 11 cm był większy niż przy 17 i 20 cm. Wysiew pszenicy w odległości 6 cm spowodował wyższe jej plonowanie przy rozstawie rzędów wynoszącej 5 cm w stosunku do rozstawy 20 cm (tab. 9).

5.1.9. Masa 1000 ziarn

W formowaniu masy 1000 ziarn nie stwierdzono istotnego współdziałania między rozstawą rzędów a odległością roślin w rzędzie.

U odmiany Koda najmniejszą masę 1000 ziarn zanotowano przy rozstawie 5 cm. Między pozostałymi rozstawami istotnych różnic nie stwierdzono (tab. 8).

U odmiany Delta rozstawa rzędów nie miała wpływu na masę 1000 ziarn (mimo wyraźnej tendencji wzrostu przy rozstawach powyżej 5 cm); (tab. 8).

Średnia masa 1000 ziarn obu odmian pszenicy była niższa przy siewie w odległości 1 cm w porównaniu do odległości wynoszącej od 3 do 6 cm, natomiast podobna jak przy siewie w odstępie 2 cm (tab. 8).

5.1.10. Plon ziarna z rośliny

Plon ziarna z rośliny u obu odmian pszenicy był kształtowany przez współdziałanie rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie (tab. 10).

U obu odmian przy rozstawie 5 cm odległość roślin w rzędzie od 1 do 4 cm nie różnicowała istotnie plonu ziarna z rośliny, natomiast rośliny wysiane w odległości 5 cm wydały większy plon niż wysiane co 1 i 2 cm, a wysiane co 6 cm większy niż wysiane w odległości 1, 2 i 3 cm. Przy rozstawie 8 cm stwierdzono u obu odmian podobny plon z roślin wysianych w odległości 1 i 2 cm; był on jednak

Tabela 10

Plon ziarna z rośliny (g) odmian pszenicy ozimej w zależności od rozstawy rzędów (a) i zagęszczenia roślin w rzędzie (b)
Grain yield per plant (g) of winter wheat depending on row spacing (a) and plant spacing in row (b)
(Puławy 1990–1991)

Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Odmiana; Cultivar											
	Koda						Delta					
	odległość roślin w rzędzie; plant spacing in row (cm)											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
5	0,68	1,18	1,80	2,44	3,08	3,80	0,62	1,15	1,76	2,42	2,99	3,62
8	0,90	1,88	3,07	3,76	4,58	5,32	0,95	1,86	2,93	3,65	4,38	5,02
11	1,41	2,73	4,25	5,50	6,69	7,84	1,40	2,85	4,32	5,17	6,48	7,43
14	1,94	3,89	5,25	6,29	7,81	8,81	1,97	3,92	5,00	6,31	7,92	9,21
17	2,07	4,47	5,49	6,92	8,56	9,54	2,11	4,09	5,66	7,23	8,21	9,88
20	2,36	4,35	6,13	8,29	9,65	10,42	2,47	4,66	6,71	8,58	9,77	10,27
NIR dla: LSD for:												
a x b			1.885						1.790			

niższy niż uzyskany z roślin wysianych w odległości 5 i 6 cm. Rośliny wysiane w rozstawie 11 cm zwiększały plon ziarna w miarę wzrostu odległości w rzędzie, z tym że istotne różnice stwierdzono w przypadku, gdy odległość roślin zwiększała się o 2 cm. Przy rozstawie 14 cm rośliny wysiane w odległości 1 cm wydały najmniejszy plon, natomiast wysiane w odległościach większych zmieniały poziom plonowania podobnie jak przy rozstawie 11 cm.

Przy siewie w większych rozstawach (17 i 20 cm) reakcja odmian na zwiększanie odległości roślin w rzędzie była odmienna. Rośliny odmiany Koda wysiane w rozstawie 17 cm wydały najniższy plon przy odległości w rzędzie wynoszącej 1 cm, następnie plon zwiększał się systematycznie w miarę wzrostu odległości roślin co 2 cm. U odmiany Delta przy tej rozstawie zanotowano istotne zróżnicowanie plonu ziarna z rośliny przy odległości w rzędzie 1, 2 i 3 cm, a następnie w miarę wzrostu odległości co 2 cm. Przy rozstawie rzędów 20 cm u odmiany Koda najniższy plon ziarna z rośliny stwierdzono przy siewie co 1 cm, następnie przy siewie w odległości 2 i 3 cm oraz najwyższy przy odległości 5 i 6 cm.

U odmiany Delta przy tej rozstawie plon zwiększał się systematycznie w miarę wzrostu odległości między roślinami w rzędzie do 4 cm, a następnie nie wykazywał istotnych zmian przy odległości 4, 5 i 6 cm (tab. 10).

Wpływ rozstawy rzędów przy siewie roślin w odległości 1 cm był nieistotny (wyjątek – odmiana Delta przy rozstawie 20 i 5 cm). Przy pozostałych odległościach roślin w rzędzie, w miarę zmniejszania zagęszczenia roślin zwiększał się dodatni wpływ rozszerzania rozstawy rzędów na plon ziarna z rośliny obu uwzględnionych odmian pszenicy (tab. 10).

5.1.11. Plon ziarna z kłosa

Nie stwierdzono istotnego współdziałania między rozstawą rzędów a odległością roślin w rzędzie w stosunku do plonu ziarna z kłosa u obu badanych odmian pszenicy ozimej. W przypadku odmiany Koda mniejszy plon ziarna z kłosa uzyskano przy rozstawie 5 i 8 cm. Między pozostałymi rozstawami (11, 14, 17 i 20 cm) istotnych różnic nie stwierdzono. U odmiany Delta mniejszy plon ziarna z kłosa zanotowano przy rozstawie 5 cm w stosunku do rozstawy 11 cm i powyżej (tab. 8).

Średni plon ziarna z kłosa różnił się w zależności od odległości roślin w rzędzie. U odmiany Koda był najmniejszy przy odległości 1 cm, największy przy odległości 6 cm (wyjątek – 5 cm). Między pozostałymi odległościami (2, 3, 4, 5 cm) istotnych różnic nie stwierdzono. U odmiany Delta mniejszy plon ziarna z kłosa stwierdzono przy odległości roślin w rzędzie wynoszącej 1 cm w porównaniu do pozostałych, między którymi istotne różnice nie wystąpiły (tab. 8).

5.1.12. Liczba ziarn z rośliny

U obu badanych odmian stwierdzono istotne współdziałanie rozstawy rzędów z odległością roślin w rzędzie (tab. 11) w kształtowaniu liczby ziarn z rośliny.

U obu odmian przy rozstawie rzędów 5 cm odległość roślin w rzędzie od 1 do 4 cm nie różnicowała liczby ziarn z rośliny, natomiast przy odległości 5 cm liczba ziarn z rośliny była większa niż przy wysiewie w odległości 1 cm, a przy odległości 6 cm – większa niż dla odstepu 1 i 2 cm. Przy rozstawie 8 cm u obu odmian stwierdzono podobną liczbę ziarn z roślin wysianych w odstępach 1, 2 i 3 cm. Rośliny wysiane w odległości 5 cm charakteryzowały się większą liczbą ziarn niż wysiane w odległości 1 cm, a wysiane w odstępach 6 cm większą niż wysiane co 1, 2 i 3 cm. Przy rozstawie 11 i 14 cm nie stwierdzono różnic w liczbie ziarn z rośliny między obiektami z siewem w odległości 1 i 2 cm. Rośliny w przypadku obu tych odległości wytworzyły mniej ziarn niż rośliny wysiane w odstępach 4, 5 i 6 cm. Rośliny wysiane w odległości 6 cm wytworzyły więcej ziarn z rośliny niż wysiane w odległości od 1 do 4 cm. Przy rozstawach 17 i 20 cm wraz ze wzrostem odległości roślin w rzędzie o 2 cm wzrastała liczba ziarn z rośliny (tab. 11).

Wpływ rozstawy rzędów na liczbę ziarn z rośliny był limitowany odległością roślin w rzędzie – przy siewie w odstępach 1 cm badane rozstawy rzędów nie wywarły istotnego wpływu na liczbę ziarn z rośliny. Siew co 2 cm spowodował wzrost liczby ziarn z rośliny przy rozszerzeniu międzyrzędzi do 17–20 cm, w stosunku do rozstaw 5 i 8 cm. Przy wysiewie roślin w odległości w rzędzie 3, 4,

Tabela 11

Liczba ziarn z rośliny odmian pszenicy ozimej w zależności od rozstawy rzędów (a) i odległości roślin w rzędzie (b)
Number of grains per plant of winter wheat depending on row spacing (a) and plant spacing in row (b)
(Puławy 1990–1991)

Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Odmiana; Cultivar											
	Koda						Delta					
	odległość roślin w rzędzie; Plant spacing in row (cm)											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
5	17,7	30,3	43,4	56,9	72,1	89,0	15,4	27,6	41,9	57,1	70,5	84,8
8	22,4	43,0	70,2	85,6	103,8	120,6	23,7	44,5	68,9	85,7	102,6	117,3
11	33,1	62,5	97,7	123,0	151,3	177,4	33,7	67,5	101,9	121,1	149,3	171,2
14	46,2	89,8	120,4	144,9	179,1	202,1	47,1	93,1	116,8	147,1	183,3	212,2
17	48,6	103,7	127,4	154,1	190,2	212,0	50,8	97,8	133,8	171,7	191,8	228,7
20	56,3	103,4	142,2	190,6	312,5	230,5	58,5	108,9	156,8	199,5	227,7	234,5
NIR dla:												
LSD for:												
a x b												
50.02												
46.09												

5 i 6 cm nie stwierdzono różnic liczby ziarn z rośliny między rozstawami 5 i 8 cm oraz 14, 17 i 20 cm (tab. 11).

5.1.13. Liczba ziarn z kłosa

Nie stwierdzono istotnego współdziałania rozstawy rzędów z odległością roślin w rzędzie co do liczby ziarn z kłosa.

Liczba ziarn z kłosa odmiany Koda przy rozstawach rzędów 5 i 8 cm była mniejsza niż przy pozostałych rozstawach. U odmiany Delta istotnie mniejszą liczbę ziarn z kłosa stwierdzono przy rozstawie 5 cm w porównaniu do rozstaw większych niż 8 cm, między którymi istotnych różnic nie stwierdzono (tab. 8).

Wysiew roślin w odstępach 1 cm w rzędzie spowodował istotną obniżkę liczby ziarn z kłosa obu odmian pszenicy w stosunku do pozostałych odległości roślin w rzędzie. Przy siewie w odstępach 2 cm w przypadku odmiany Koda uzyskano mniej ziarn z rośliny niż przy siewie w odległości 5 i 6 cm, a przy siewie w odstępach 3 cm – mniej niż przy siewie w odstępach 6 cm. U odmiany Delta istotnie mniejsza liczba ziarn z kłosa była przy siewie co 1 cm w stosunku do pozostałych odległości, między którymi istotnych różnic tej cechy nie stwierdzono (tab. 8).

5.1.14. Architektura łanu

5.1.14.1. Odmiana Koda

5.1.14.1.1. Rozkrzewienie i długość pędów

Podstawową cechą budowy łanu jest udział pędów w różnych klasach wysokości oraz liczba roślin o różnym stopniu krzewienia produkcyjnego.

W omawianych badaniach stwierdzono, że średnia wysokość łanów pszenicy i udział źdźbeł w różnych klasach wysokości oraz rozkrzewienie produkcyjne zależały od rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie, czyli od obsady i rozmieszczenia roślin na powierzchni pola.

U odmiany Koda łany jednorodne pod względem rozkrzewienia tj. składające się z roślin jednopędowych uzyskano przy rozstawie rzędów 5 cm i odległości roślin w rzędzie 1 i 2 cm, oraz przy rozstawie 8 cm i odległości w rzędzie 1 cm (tab. 12). Przy pozostałych rozstawach rzędów i odległościach roślin w rzędzie łan pszenicy zbudowany był z roślin o zróżnicowanej liczbie źdźbeł kłosonośnych. Ich liczba na roślinie wzrastała wraz ze zwiększaniem rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie. Rośliny jednopędowe nie wystąpiły przy rozstawie rzędów 11 cm i odległości roślin w rzędzie 5 i 6 cm, a także przy rozstawie rzędów 14 cm i odległości roślin w rzędzie 4, 5, 6 cm oraz przy rozstawach 17 i 20 cm i odległości roślin w rzędzie 3, 4, 5 i 6 cm. Przy wysiewie roślin w rozstawie 14x6, 17x5, 17x6, 20x5 i 20x6 nie zaobserwowano w łanie również roślin 2-pędowych. Najbardziej zróżnicowany pod względem rozkrzewienia łan wystąpił przy rozstawie

Tabela 12

Wpływ rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie na częstotliwość (%) występowania w łanie roślin o różnej krzewistości produkcyjnej u pszenicy Koda

Effect of row spacing and plant spacing in row on percentage of the plants with various number of tillers in the canopy cv. Koda

(Puławy 1990–1991)

Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Typ rośliny* Plant type	Odległość roślin w rzędzie; Plant spacing in row (cm)					
		1	2	3	4	5	6
5	1	100	100	65	50	30	12
	2	-	-	23	28	40	45
	3	-	-	12	22	20	33
	4	-	-	-	-	10	10
8	1	100	63	25	12	5	7
	2	-	27	35	48	20	25
	3	-	-	40	20	53	25
	4	-	-	-	20	22	33
	5	-	-	-	-	-	10
11	1	87	45	18	3	-	-
	2	13	32	35	30	14	12
	3	-	20	27	27	40	28
	4	-	3	20	25	25	35
	5	-	-	-	15	20	13
	6	-	-	-	-	-	12
14	1	65	22	8	-	-	-
	2	35	40	25	14	8	-
	3	-	38	23	26	30	14
	4	-	-	37	34	22	33
	5	-	-	7	26	25	20
	6	-	-	-	-	15	30
17	1	67	18	-	-	-	-
	2	20	45	23	8	-	-
	3	8	25	32	20	25	15
	4	5	12	25	27	25	25
	5	-	-	20	25	23	20
	6	-	-	-	10	12	12
	7	-	-	-	10	13	23
	8	-	-	-	-	2	5
20	1	50	13	-	-	-	-
	2	38	30	15	8	-	-
	3	12	37	25	17	15	15
	4	-	13	30	33	25	15
	5	-	7	30	12	23	10
	6	-	-	-	10	15	25
	7	-	-	-	10	13	9
	8	-	-	-	10	7	10
	9	-	-	-	-	2	10
	10	-	-	-	-	-	5

* liczba pędów produkcyjnych; number of productive tillers

Tabela 13

Wpływ rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie na częstotliwość występowania w łanie roślin o różnej wysokości (%), odmiana Koda
Effect of row spacing and plant spacing in row on percentage of the plants with various length in the canopy cv. Koda
(Puławy 1989–1991)

Odległość roślin w rzędzie Plant spacing in row (cm)	Rozstawa rzędów; Row spacing (cm)																		Średnio dla odległości w rzędzie Average		
	5			8			11			14			17			20					
	Klasa wysokości; Height class																				
	W	S	N	W	S	N	W	S	N	W	S	N	W	S	N	W	S	N	W	S	N
1	43	10	47	35	50	15	80	15	5	65	15	20	73	22	5	58	25	17	59	23	18
2	58	32	10	83	15	2	65	25	10	58	35	7	83	15	2	70	25	5	70	25	5
3	65	25	10	85	15	-	93	7	-	85	12	3	75	23	2	88	12	-	82	16	2
4	60	33	7	77	20	3	85	15	-	69	31	-	78	20	2	88	10	2	76	21	3
5	80	10	10	75	22	3	73	27	-	70	30	-	98	-	2	98	2	-	82	15	3
6	80	15	5	92	8	-	85	13	2	80	13	7	95	5	-	83	15	2	86	11	3
Średnio dla rozstawy Average	64	21	15	75	22	3	80	17	3	71	23	6	84	14	2	81	15	4			

Objaśnienia; Explanation

- W – rośliny piętra najwyższego (wysokie); high plants
S – rośliny piętra środkowego (średnie); medium plants
N – rośliny piętra najniższego (niskie); short plants

rzędów 20 cm i odległości roślin w rzędzie 6 cm. Rośliny tworzące ten łan miały od 3 do 10 pędów kłosonośnych (tab. 12).

Wysokość łanu pszenicy odmiany Koda zależała od rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie. Wraz ze wzrostem rozstawy rzędów oraz odległości roślin w rzędzie wzrastała częstotliwość występowania w łanie roślin wysokich, malała zaś niskich i średnich (tab. 13). Przy każdej z badanych rozstaw, największy udział roślin niskich i średnich stwierdzono przy odległości roślin w rzędzie wynoszącej 1 cm. Przy zwiększeniu odległości roślin w rzędzie do 2 cm stwierdzono radykalne zmniejszenie udziału w łanie roślin niskich na korzyść wysokich (wyjątek – rozstawa 11 cm). Dalsze zwiększanie odległości roślin w rzędzie przyczyniło się do wyeliminowania z łanu roślin niskich lub do ograniczenia ich udziału do 2–3%. Zależności te wystąpiły przy wszystkich rozstawach rzędów z wyjątkiem rozstawy 5 cm, przy której dopiero odległość roślin w rzędzie wynosząca 6 cm spowodowała, że roślin niskich było tylko 5% (tab. 13).

5.1.14.1.2. Liczba ziarn z kłosa

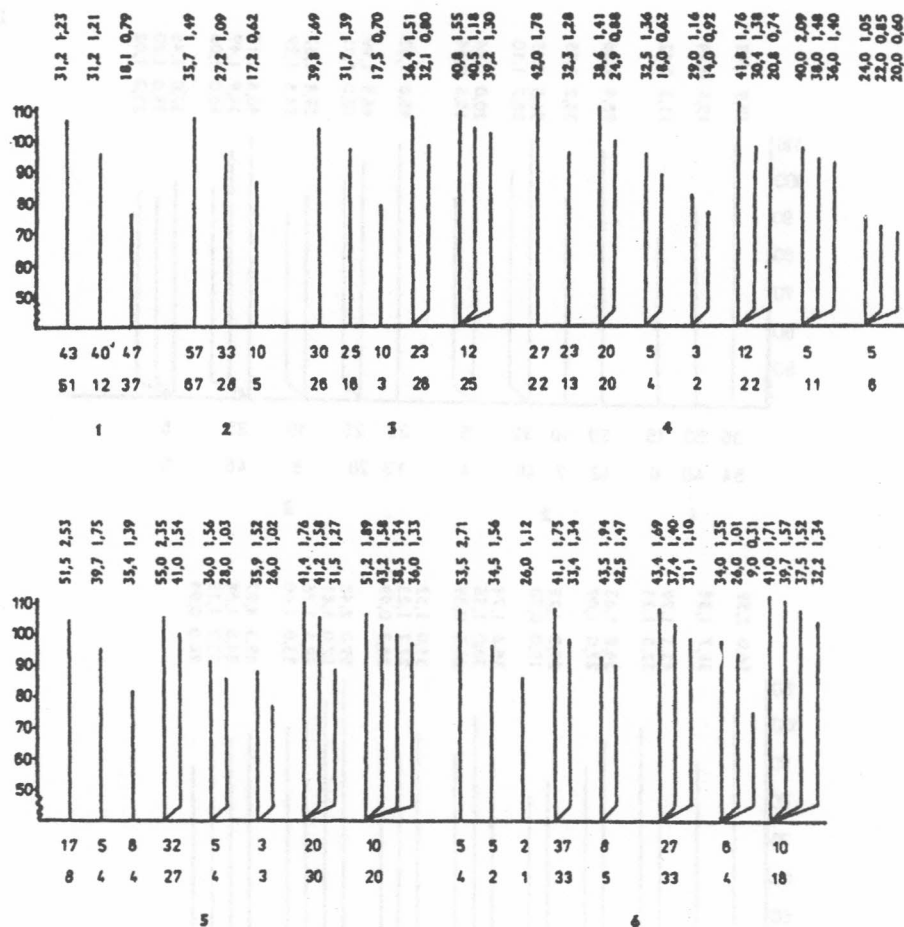
Niezależnie od rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie pęd główny charakteryzował się największą liczbą ziarn w kłosie. Kłosa kolejnych pędów zawierały coraz mniej ziarn. Prawdopodobnie ta charakteryzowała wszystkie rośliny, niezależnie od tego czy należały do piętra wysokiego, średniego czy niskiego.

Z reguły rośliny tego samego typu krzewienia należące do wyższego piętra w łanie miały większą liczbę ziarn w kłosie, liczba ta zmniejszała się wraz ze skracaniem się źdźbła.

Porównując rośliny tego samego typu, przy jednakowej rozstawie rzędów i zakwalifikowane do tej samej klasy wysokości, stwierdzono, że w miarę wzrostu odległości roślin w rzędzie wzrastała liczba ziarn w kłosie. Była ona najmniejsza przy odległości roślin w rzędzie 1 cm, wzrastała zaś, zależnie od typu rośliny i rozstawy rzędów, przy zwiększeniu odległości w rzędzie do 4, 5 i 6 cm (rys. 16–21).

Przy rozstawie rzędów 5 cm liczba ziarn w kłosie roślin 1-pędowych wysokich wzrastała wraz ze wzrostem odległości roślin w rzędzie i była największa przy odległości 6 cm, a roślin średnich i niskich zwiększała się systematycznie przy wzroście odległości do 5 cm. Liczba ziarn w kłosie roślin dwupędowych wysokich, średnich i niskich zarówno na pędzie głównym jak i bocznym wzrastała równoległe z powiększaniem odległości roślin w rzędzie do 6 cm. Liczba ziarn w kłosach roślin 3-pędowych niskich była największa przy odległości roślin w rzędzie wynoszącej 5 cm (rys. 16).

Przy rozstawie rzędów 8 cm liczba ziarn w kłosie roślin 1-pędowych wysokich i średnich była największa przy odległości roślin w rzędzie 4 cm, niskich zaś przy odległości 6 cm. Liczba ziarn w kłosie pędu głównego roślin 2-pędowych wysokich i średnich wzrastała wraz z powiększaniem odległości między roślinami do



Objaśnienia

dane w kolejności od góry

- nad osią – plon ziarna z kłosa
- liczba ziarn z kłosa
- pod osią – % udział roślin w łanie
- % udział roślin w plonie
- odległość roślin w rzędzie

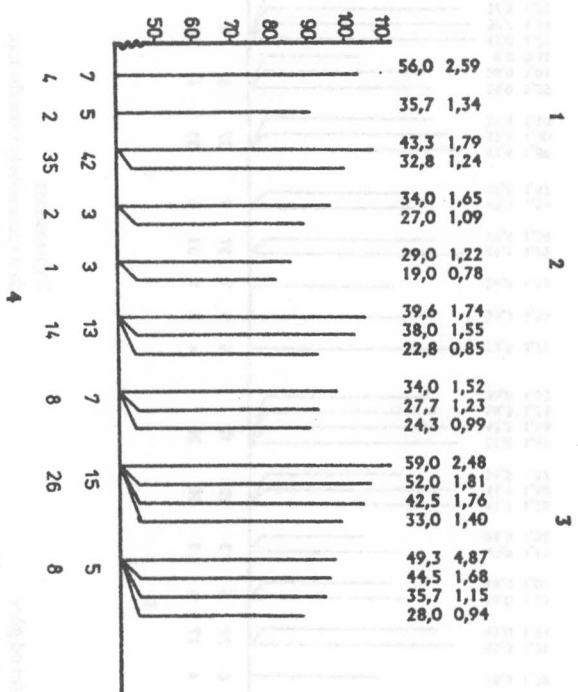
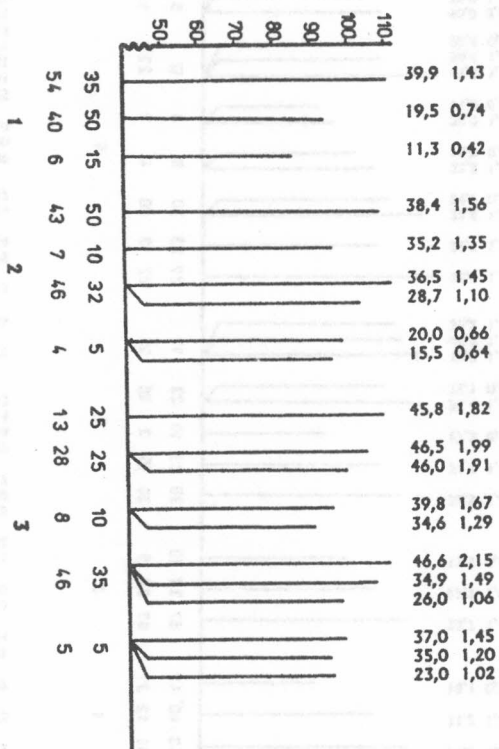
Explanations

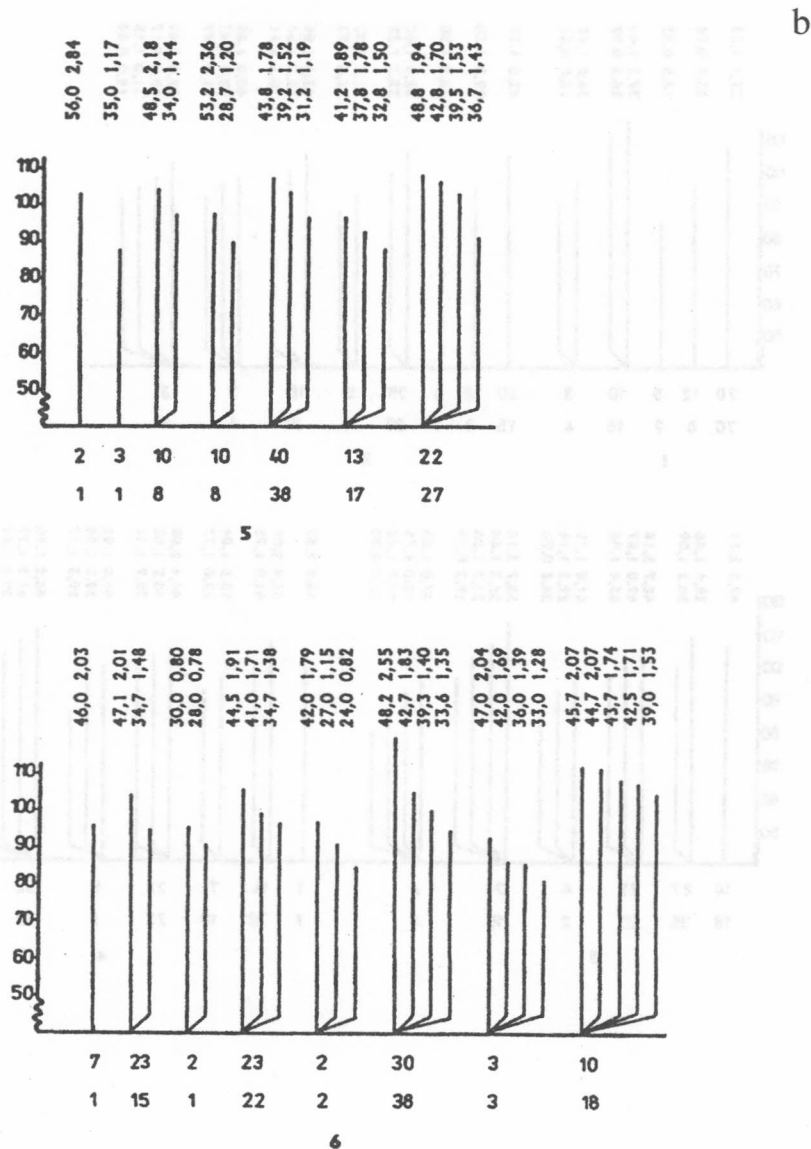
data successively from the top:

- above axis – grain yield per head
- number of grains per head
- below axis – % of plants in canopy
- % of plants in grain yield
- plant spacing in row

Rys. 16. Architektura łanu pszenicy ozimej Koda przy rozstawie rzędów 5 cm
The canopy architecture of winter wheat cv. Koda in row spacing 5 cm
(Puławy 1990–1991)

a

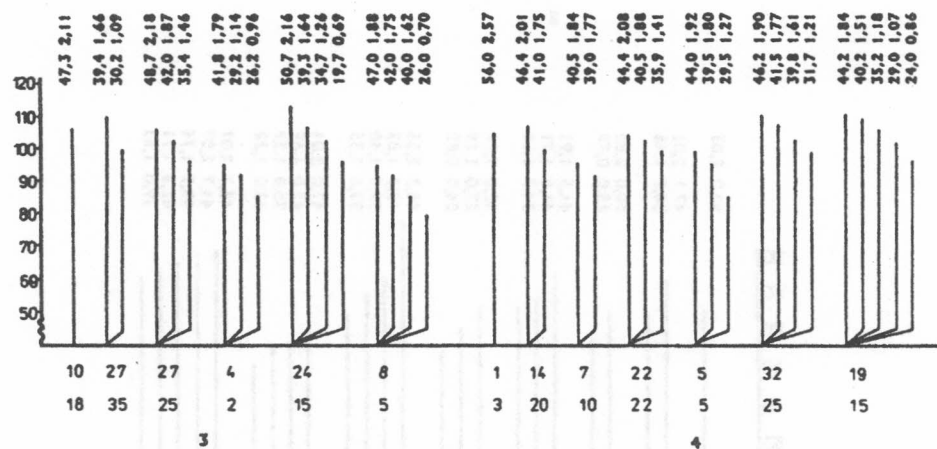
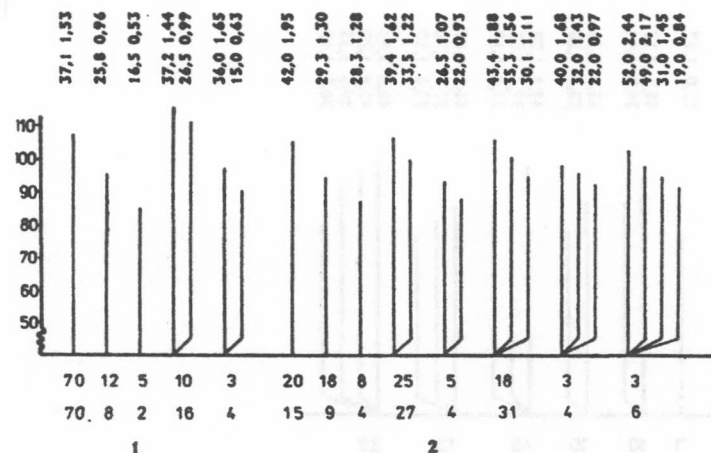


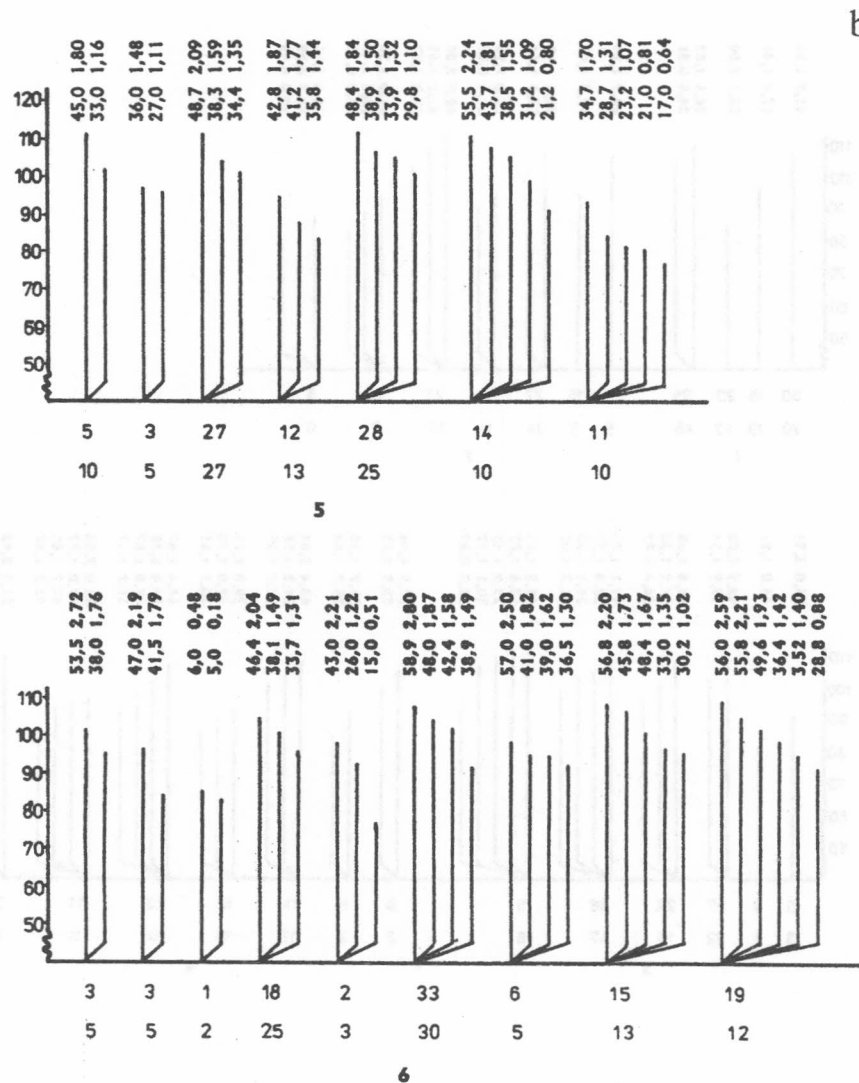


Objaśnienia; Explanations – patrz rys. 16; see fig. 16

Rys. 17 (a, b). Architektura ładu pszenicy ozimej Koda przy rozstawie rzędów 8 cm
The canopy architecture of winter wheat cv. Koda in row spacing 8 cm
(Puławy 1990–1991)

a

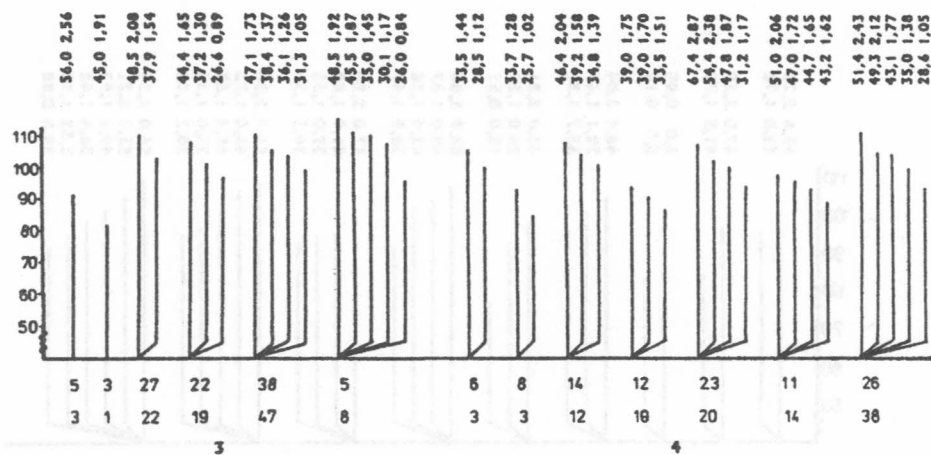
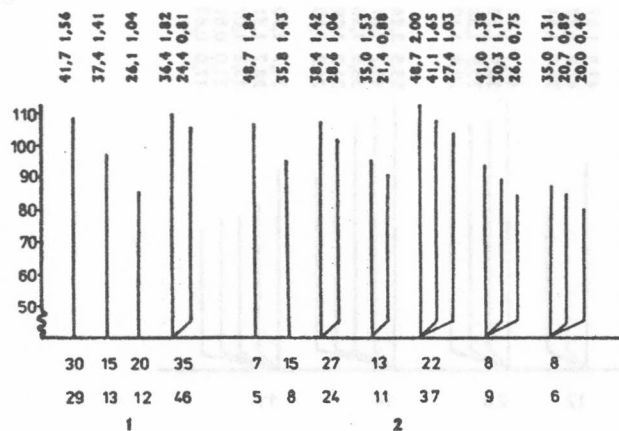




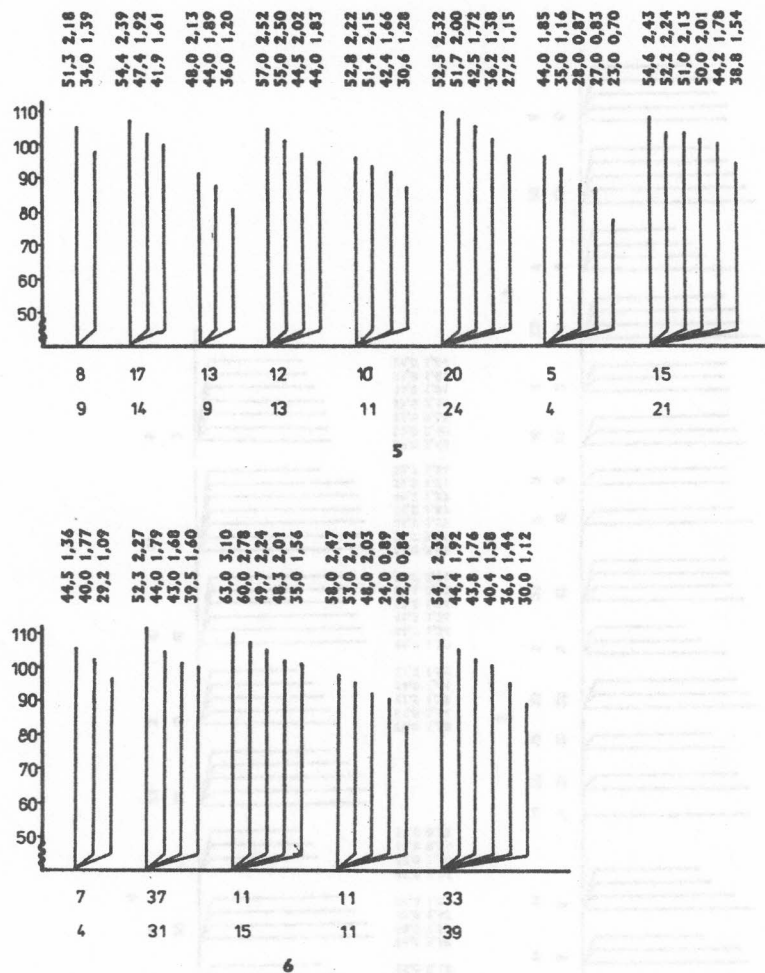
Objaśnienia; Explanations – patrz rys. 16; see fig. 16

Rys. 18 (a, b). Architektura łanu pszenicy ozimej Koda przy rozstawie rzędów 11 cm
The canopy architecture of winter wheat cv. Koda in row spacing 11 cm
(Puławy 1990–1991)

a

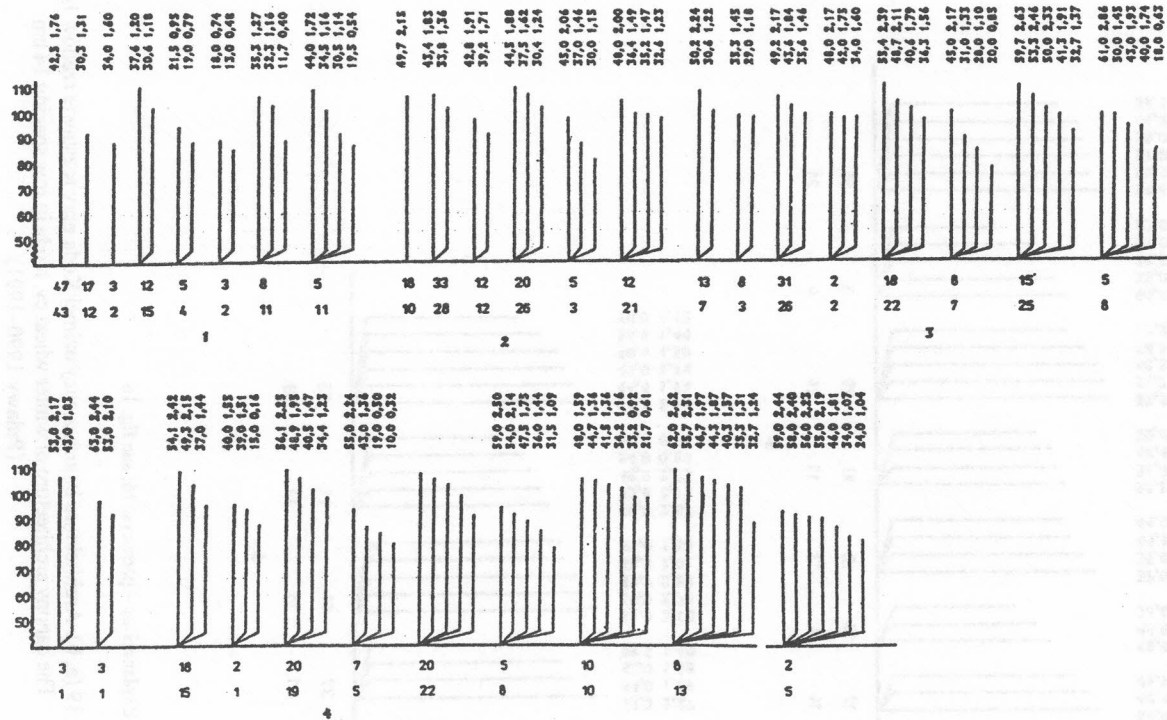


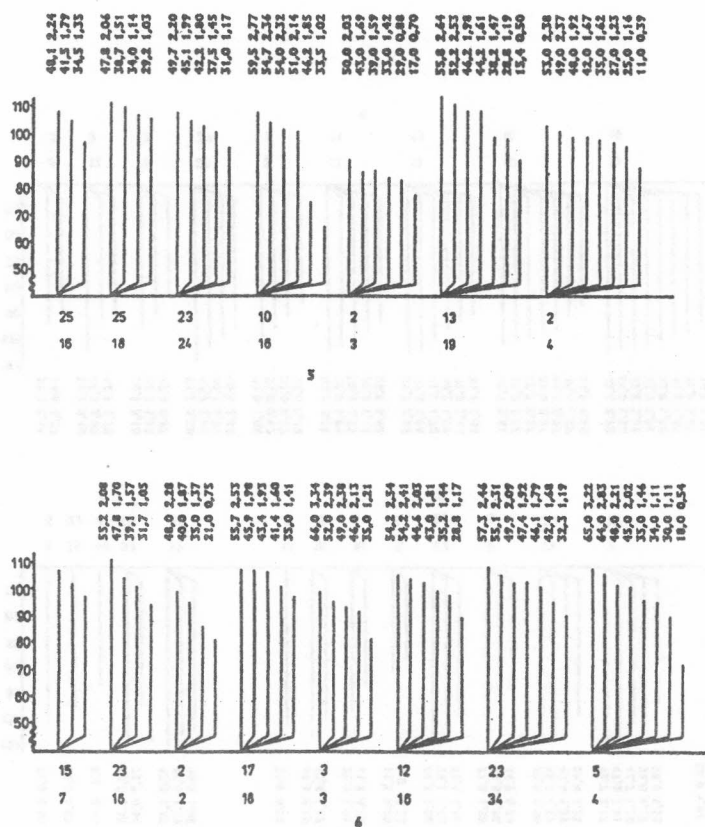
b



Objaśnienia; Explanations – patrz rys. 16; see fig. 16

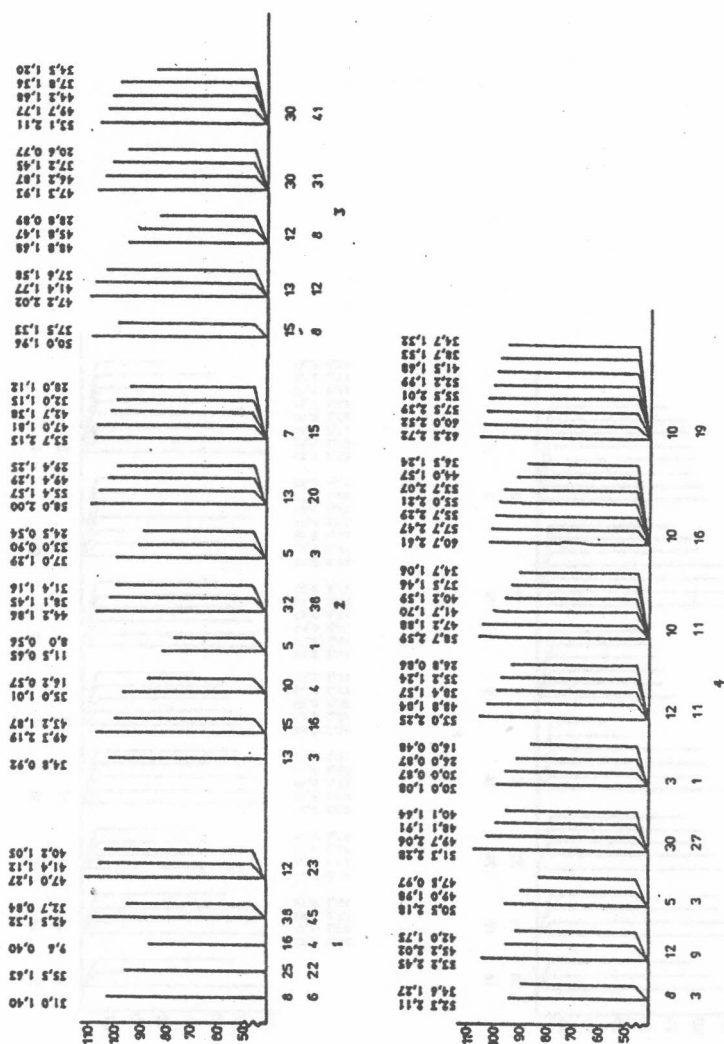
Rys. 19 (a, b). Architektura łanu pszenicy ozimej Koda przy rozstawie rzędów 14 cm
The canopy architecture of winter wheat cv. Koda in row spacing 14 cm
(Puławy 1990–1991)

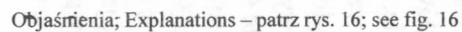




Objaśnienia; Explanations – patrz rys. 16; see fig. 16

Rys. 20. Architektura łanu pszenicy ozimej Koda przy rozstawie rzędów 17 cm
The canopy architecture of winter wheat cv. Koda in row spacing 17 cm
(Puławy 1990–1991)





Rys. 21. Architektura łanu pszenicy ozimej Koda przy rozstawie rzędów 20 cm
The canopy architecture of winter wheat cv. Koda in row spacing 20 cm
(Puławy 1990–1991)

5 cm. U roślin 3-pędowych wysokich nie zaobserwowano wyraźnego wpływu odległości roślin w rzędzie na liczbę ziarn w kłosie pędu głównego, natomiast rośliny o średniej wysokości charakteryzowały się największą liczbą ziarn z kłosa przy odległości w rzędzie wynoszącej 5 cm (rys. 17).

Przy rozstawie rzędów 11 cm liczba ziarn w kłosie roślin jedno- i dwupędowych wzrastała w miarę powiększania odległości roślin w rzędzie. Na pędach głównych roślin 3-pędowych wysokich największą liczbę ziarn w kłosie stwierdzono przy odległości roślin w rzędzie wynoszącej 5 cm. W przypadku pędów bocznych najkorzystniejsza odległość roślin wynosiła 4 cm. Rośliny trzypędowe średnie najczęściej ziarn w kłosie miały przy odległości w rzędzie wynoszącej 3 cm. Rośliny najbardziej rozkrzewione, 4 i 5 pędowe charakteryzowały się najwyższą liczbą ziarn w kłosie przy odległości roślin w rzędzie 6 cm zarówno w przypadku pędu głównego jak i pędów bocznych (rys. 18).

Przy rozstawie 14 cm u roślin 1-pędowych wysokich i średnich w miarę zwiększania odległości roślin w rzędzie wzrastała liczba ziarn w kłosie. U roślin 2-pędowych na pędzie głównym była ona największa przy odległości roślin w rzędzie 5 cm, na bocznym zaś przy odległości 3 cm. Wszystkie pędy roślin 3-pędowych wysokich miały największą liczbę ziarn w kłosie przy odległości 5 cm, zaś roślin średnich – przy odległości 3 cm. Rośliny 4-pędowe wysokie charakteryzowały się największą liczbą ziarn w kłosie przy odległości roślin 4 cm, zaś 4-pędowe średnie przy odległości 5 cm. Rośliny 5-pędowe wysokie miały największą liczbę ziarn w kłosie przy odległości roślin w rzędzie 6 cm, średnie zaś przy odległości 5 cm. U roślin 6 pędowych liczba ziarn w kłosie była największa przy odległości roślin 5 i 6 cm (rys. 19).

Przy rozstawie 17 cm liczba ziarn w kłosie u roślin 2-pędowych zarówno na pędzie głównym jak i bocznym zwiększała się wraz ze wzrostem odległości roślin w rzędzie. Liczba ziarn w kłosie roślin 3-pędowych wysokich powiększała się wraz ze wzrostem odległości roślin w rzędzie do 4 cm, natomiast roślin średnich do odległości 3 cm. U roślin 4-pędowych wysokich i średnich, 5-pędowych i 7-pędowych największą liczbę ziarn w kłosie stwierdzono przy odległości roślin w rzędzie 4 cm (rys. 20).

Przy rozstawie rzędów 20 cm liczba ziarn w kłosie roślin 2-pędowych wysokich oraz 3-pędowych wysokich i średnich była największa przy siewie w odległości 5 cm w rzędzie, średnich zaś przy odległości 4 cm. Rośliny 4-pędowe zarówno wysokie, jak i średnie oraz rośliny 5 i 6-pędowe największą liczbę ziarn z kłosa osiągnęły przy odległości 6 cm, natomiast rośliny 7-pędowe i 8-pędowe przy odległości w rzędzie wynoszącej 4 cm (rys. 21).

5.1.14.1.3. Masa ziarna z kłosa

Niezależnie od rozstawu rzędów i odległości roślin w rzędzie pęd główny charakteryzował się największą masą ziarna z kłosa. Zmniejszała się ona u kolejnych

pędów bocznych. Prawidłowość ta wystąpiła w każdej klasie wysokości roślin.

Z reguły rośliny tego samego typu należące do wyższego piętra w łanie wytwarzały większy plon ziarna z kłosa. Wraz ze zmniejszaniem się długości źdźbła masa ziarna w kłosie malała. Rośliny tego samego typu i klasy wysokości rosnące przy jednakowej rozstawie rzędów zwiększały plon ziarna z kłosa w miarę wzrostu odległości roślin w rzędzie. Plon z kłosa był najmniejszy przy odległości roślin w rzędzie wynoszącej 1 cm i zwiększał się w miarę wzrostu odległości między roślinami w rzędzie do 4, 5 lub 6 cm, zależnie od typu rośliny i rozstawy rzędów (rys. 16-21).

Masa ziarna z kłosa roślin wysokich jedнопędowych przy rozstawie rzędów 5 cm wzrastała równolegle ze zwiększaniem odległości roślin w rzędzie do 6 cm, natomiast roślin o średniej długości – do 5 cm. U roślin dwupędowych wysokich zarówno masa ziarna pędu głównego jak i bocznego wzrastała w miarę powiększania odległości roślin w rzędzie do 5 cm, natomiast dwupędowych średnich – do 6 cm. Rośliny 3 i 4 pędowe przy siewie w rozstawie 5 cm wytworzyły największą masę ziarna z kłosa przy odległości roślin w rzędzie wynoszącej 5 cm (rys. 16).

Przy rozstawie rzędów 8 cm plon ziarna z kłosa roślin 1, 2 i 3 pędowych wzrastał wraz ze zwiększaniem odległości roślin w rzędzie do 5 cm natomiast roślin 4- i 5-pędowych – do odległości w rzędzie wynoszącej 6 cm (rys. 17).

Przy rozstawie 11 cm plon ziarna z kłosa roślin 1, 2 i 3-pędowych zwiększał się wraz ze wzrostem odległości roślin w rzędzie do 6 cm, u roślin 3-pędowych do odległości 4 cm i następnie utrzymał się na tym samym poziomie do odległości 6 cm. W przypadku roślin 4, 5, 6-pędowych najwyższy plon z kłosa stwierdzono przy siewie w odległości 6 cm (rys. 18).

W przypadku wysiewu pszenicy w rozstawie rzędów 14, 17 i 20 cm zaobserwowano wzrost masy ziarna z kłosa wszystkich typów roślin w miarę zwiększania ich odległości w rzędzie od 1 do 4 cm; przy dalszym zwiększaniu odległości roślin w rzędzie plon z poszczególnych pędów utrzymywał się na podobnym poziomie (rys. 19-21).

5.1.14.1.4. Udział roślin w tworzeniu plonu i stabilność plonowania

Rośliny wysokie wytworzyły większą, a niskie mniejszą część plonu niż wynikałoby z ich procentowego udziału w budowie łanu. Wraz ze zwiększaniem odległości roślin w rzędzie i rozstawy rzędów malał udział roślin 1-pędowych, a wzrastał udział roślin wielopędowych w tworzeniu plonu ziarna z jednostki powierzchni (rys. 16-21).

5.1.14.1.5. Zależności korelacyjne, regresyjne i współczynniki zmienności

Wyliczone współczynniki zmienności badanych cech architektury łanu wskazują na największą stabilność plonu ziarna z kłosa przy wysiewie pszenicy w roz-

stawie 20x3, 20x4 20x5 oraz 20x6 cm. Przy tych kombinacjach siewu stwierdzono też największą stabilność długości źdźbła. Przy wysiewie pszenicy w rozstawie 5x1 oraz 5x2 cm plon ziarna z kłosa był najmniej stabilny ($v = 58\%$ i $v = 60\%$); (tab. 14).

Przy wszystkich rozstawach rzędów i odległościach roślin w rzędzie stwierdzono zależność korelacyjną długości kłosa, liczby kłosek w kłosie i liczby ziarn

Tabela 14

Współczynniki zmienności (v) badanych cech architektury łanu odmiany Koda
w zależności od rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie
Variation coefficient of canopy components cv. Koda depending on row spacing
and plant spacing in row

Badane cechy Traits	Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Odległość roślin w rzędzie; Plant spacing in row (cm)					
		1	2	3	4	5	6
Długość źdźbła Stem length	5	16,7	8,9	9,2	8,4	11,6	9,8
	8	8,8	11,2	7,3	8,8	9,1	7,5
	11	7,9	8,7	19,4	8,2	10,6	7,7
	14	9,8	7,7	11,4	8,9	9,0	8,9
	17	8,6	7,5	7,4	8,8	8,7	8,7
	20	8,4	7,4	5,2	5,2	5,1	5,1
Długość kłosa Head length	5	19,7	20,6	23,0	19,4	17,2	21,8
	8	17,5	19,3	13,6	18,3	16,2	14,2
	11	19,6	22,6	14,0	12,7	15,0	16,5
	14	15,8	17,4	14,0	16,1	13,8	14,8
	17	21,6	16,5	15,8	7,4	16,9	15,9
	20	19,3	17,8	13,2	12,1	11,4	11,4
Liczba kłosek w kłosie Number of spikelets per head	5	22,4	25,0	23,5	19,5	23,4	17,8
	8	21,6	23,7	18,9	18,4	17,2	13,8
	11	20,4	23,1	18,5	13,5	18,6	17,6
	14	19,2	18,8	18,5	19,1	14,0	15,6
	17	24,2	26,3	17,7	15,8	17,6	17,3
	20	17,7	19,7	20,4	9,9	9,9	9,9
Liczba ziarn z kłosa Number of grains per head	5	44,3	36,4	31,6	30,8	38,9	35,1
	8	39,6	37,9	28,6	33,9	30,6	26,0
	11	33,2	37,8	34,3	22,9	34,2	30,7
	14	30,2	32,2	31,8	31,9	26,9	30,8
	17	38,5	30,6	28,4	31,3	29,4	33,1
	20	41,6	35,4	20,4	21,4	17,8	17,8
Masa ziarna z kłosa Grain yield per head	5	58,6	40,8	36,5	36,5	44,5	44,0
	8	60,1	45,1	31,5	38,6	37,8	41,5
	11	44,1	46,3	42,0	30,2	42,7	40,8
	14	36,3	32,1	40,6	37,2	38,1	37,8
	17	43,3	36,5	31,9	49,8	40,2	43,2
	20	47,3	45,5	27,5	27,8	23,6	23,6

Tabela 15

Współczynniki korelacji cech architektury łanu odmiany Koda z masą ziarna z kłosa w zależności od rozstawu rzędów i odległości roślin w rzędzie

Correlation coefficients of canopy traits cv. Koda with grain yield per head in relation to row spacing and plant spacing in row

Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Odległość roślin w rzędzie Plant spacing in row (cm)	Długość źdźbła Stem length	Długość kłosa Head length	Liczba kłosek w kłosie Number of spikelets per head	Liczba ziarn w kłosie Number of grains per head
5	1	0,336*	0,712*	0,832*	0,890*
	2	0,566*	0,904*	0,922*	0,954*
	3	0,611*	0,891*	0,898*	0,968*
	4	0,359	0,768*	0,880*	0,883*
	5	0,134	0,790*	0,961*	0,964*
	6	0,740	0,877*	0,907*	0,990*
8	1	0,639*	0,565*	0,795*	0,857*
	2	0,434*	0,886*	0,887*	0,958*
	3	0,501*	0,733*	0,736*	0,878*
	4	0,311*	0,685*	0,811*	0,872*
	5	0,094	0,753*	0,824*	0,928*
	6	-0,087	-0,112	-0,084	-0,1552
11	1	0,490*	0,715*	0,826*	0,920*
	2	0,235*	0,784*	0,861*	0,911*
	3	-0,002	0,596*	0,575*	0,798*
	4	0,261*	0,509*	0,783*	0,903*
	5	0,200*	0,541*	0,718*	0,898*
	6	0,420*	0,713*	0,676*	0,847*
14	1	0,192	0,770*	0,855*	0,906*
	2	0,400*	0,845*	0,795*	0,861*
	3	0,232*	0,661*	0,758*	0,920*
	4	0,414*	0,705*	0,715*	0,950*
	5	0,101	0,689*	0,730*	0,901*
	6	0,292*	0,762*	0,766*	0,922*
17	1	0,557*	0,900*	0,887*	0,952*
	2	0,079	0,621*	0,536*	0,948*
	3	0,624*	0,245*	0,825*	0,946*
	4	0,405*	0,168*	0,705*	0,881*
	5	0,375*	0,618*	0,722*	0,851*
	6	0,406*	0,712*	0,787*	0,889*
20	1	0,280*	0,550*	0,606*	0,793*
	2	0,643*	0,758*	0,785*	0,833*
	3	0,141	0,752*	0,580*	0,861*
	4	0,020	0,751*	0,686*	0,776*
	5	0,131	0,648*	0,470*	0,691*
	6	0,131	0,648*	0,470*	0,691*

* istotność współczynnika korelacji; significance of correlation coefficient

Tabela 16

Równania regresji masy ziarna z kłosa w zależności od długości źdźbła, odmiana Koda
Regression equations of grain yield per head depending on stem length, cv. Koda

Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Odległość roślin w rzędzie Plant spacing in row (cm)	Równanie regresji Regression equations	Współczynnik determinacji Determination coefficient
5	1	$Y = -0,17 + 0,01 X$	11,26
	2	$Y = -1,84 + 0,03 X$	32,06
	3	$Y = -2,01 + 0,04 X$	37,28
	4	b.z.	-
	5	b.z.	-
	6	b.z.	-
8	1	$Y = -3,23 + 0,05 X$	40,81
	2	$Y = -2,06 + 0,03 X$	23,85
	3	$Y = -1,84 + 0,03 X$	25,11
	4	$Y = -0,52 + 0,02 X$	9,69
	5	b.z.	8,78
	6	b.z.	-
11	1	$Y = -1,94 + 0,03 X$	23,97
	2	$Y = -0,36 + 0,02 X$	5,51
	3	b.z.	-
	4	$Y = 0,09 + 0,02 X$	6,80
	5	$Y = 0,03 + 0,01 X$	4,00
	6	$Y = -2,03 + 0,04 X$	17,67
14	1	b.z.	-
	2	$Y = -0,96 + 0,02 X$	16,02
	3	$Y = 0,26 + 0,01 X$	5,36
	4	$Y = 1,13 + 0,03 X$	17,15
	5	b.z.	-
	6	$Y = -0,46 + 0,02 X$	8,55
17	1	$Y = -2,44 + 0,04 X$	31,03
	2	b.z.	-
	3	$Y = -3,12 + 0,05 X$	38,92
	4	$Y = -2,09 + 0,04 X$	16,42
	5	$Y = -1,24 + 0,03 X$	14,04
	6	$Y = -1,81 + 0,04 X$	16,49
20	1	$Y = -0,67 + 0,02 X$	7,84
	2	$Y = -4,21 + 0,06 X$	41,33
	3	b.z.	-
	4	b.z.	-
	5	b.z.	-
	6	b.z.	-

Y – masa ziarna z kłosa; grain yield per head

X – długość źdźbła; stem length

b.z. – brak istotnej zależności; no significant dependence

z kłosa z plonem ziarna z kłosa. Zależność masy ziarna z kłosa od długości źdźbła wystąpiła tylko w niektórych obiektach doświadczenia. Przy rozstawie rzędów 20 cm i odległości roślin w rzędzie 3, 4, 5 i 6 cm była ona nieistotna. Również nie stwierdzono istotnej zależności plonu ziarna z kłosa od długości źdźbła w obiektach: 5x4, 5x5, 5x6, 8x5, 8x6, 11x3, 14x1, 14x5 i 17x2 cm (tab. 15).

Ze względu na silną korelację cech struktury plonu między sobą, niejednokrotnie silniejszy niż każdy z nich z masą ziarna z kłosa niemożliwe było policzenie regresji wielokrotnej.

Ponieważ długość pędu jest jedną z głównych cech, jakie bierze się pod uwagę przy określeniu budowy łanu, w pracy przedstawiono zależność regresyjną masy ziarna z kłosa od długości źdźbła (tab. 16).

5.1.14.2. Odmiana Delta

5.1.14.2.1. Rozkrzewienie i długość pędów

Podobnie jak w przypadku odmiany Koda rozstawa rzędów i odległość roślin w rzędzie wyraźnie zróżnicowały budowę łanu odmiany Delta.

Udział w łanie roślin coraz bardziej rozkrzewionych zwiększał się w miarę zwiększania rozstawy rzędów oraz odległości roślin w rzędzie (tab. 17). Przy rozstawie rzędów 5 cm i odległości roślin w rzędzie 1 i 2 cm łany były zbudowane z roślin nie rozkrzewionych, natomiast przy zwiększaniu odległości w rzędzie od 3 do 6 cm udział roślin nie rozkrzewionych zmalał z 75 do 20% na korzyść roślin o coraz większym stopniu rozkrzewienia produkcyjnego. Podobny kierunek zmian udziału w łanie roślin o różnym stopniu rozkrzewienia zanotowano przy wszystkich rozstawach rzędów, z tym że łany zbudowane wyłącznie z roślin nie rozkrzewionych zanotowano przy siewach w rozstawie 5x1 i 5x2 oraz 8x1 cm (tab. 17). Zaznaczyć należy, że przy rozstawach rzędów powyżej 8 cm zwiększanie odległości między roślinami w rzędzie prowadziło do zaniku w łanie roślin jednopędowych, a przy rozstawach powyżej 11 cm również dwupędowych na korzyść bardziej rozkrzewionych (tab. 17, rys. 22-27).

Częstotliwość występowania w łanie roślin o zróżnicowanej wysokości w niewielkim stopniu zależała od rozstawy rzędów, natomiast zwiększanie odległości między roślinami w rzędzie spowodowało widoczne zmniejszenie się udziału roślin wysokich na korzyść średnich (tab. 18, rys. 22-27).

5.1.14.2.2. Liczba ziarn z kłosa

Niezależnie od rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie pęd główny charakteryzował się większą liczbą ziarn w kłosie w porównaniu do kłosów kolejnych pędów bocznych. Różnica ta była bardziej widoczna w przypadku siewów gęstych niż rzadkich, przy których różnica pomiędzy liczbą ziarn w kłosie pędu głównego a pierwszego i drugiego bocznego była słabo zaznaczona (rys. 22-27).

Tabela 17

Wpływ rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie na częstotliwość występowania w łanie roślin pszenicy Delta o różnej krzewistości produkcyjnej
 Effect of row spacing and plant spacing in row on percentage of the plants with various numbers of tillers in the canopy cv. Delta
 (Puławy 1989–1991)

Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Typ rośliny Plant type*	Odległość roślin w rzędzie; Plant spacing in row (cm)					
		1	2	3	4	5	6
5	1	100	100	75	40	35	20
	2	-	-	20	50	40	45
	3	-	-	5	10	25	30
	4	-	-	-	-	-	5
8	1	100	63	38	12	13	5
	2	-	37	37	55	45	35
	3	-	-	25	24	35	43
	4	-	-	-	8	7	12
	5	-	-	-	-	-	5
11	1	78	45	15	5	-	-
	2	22	40	38	35	20	15
	3	1-	15	35	28	27	24
	4	-	-	12	20	30	20
	5	-	-	-	12	13	18
	6	-	-	-	-	10	23
14	1	68	18	-	-	-	-
	2	32	45	12	10	5	-
	3	-	37	70	40	20	35
	4	-	-	18	30	30	-
	5	-	-	-	20	30	30
	6	-	-	-	-	15	30
	7	-	-	-	-	-	5
17	1	50	5	-	-	-	-
	2	50	60	15	-	-	-
	3	-	25	45	25	20	10
	4	-	10	25	50	20	20
	5	-	-	15	25	25	20
	6	-	-	-	-	20	30
	7	-	-	-	-	15	20
20	1	45	-	-	-	-	-
	2	40	50	10	-	-	-
	3	15	30	35	20	15	10
	4	-	20	25	25	15	20
	5	-	-	20	25	30	20
	6	-	-	10	20	15	15
	7	-	-	-	10	10	5
	8	-	-	-	-	15	15
	9	-	-	-	-	-	15

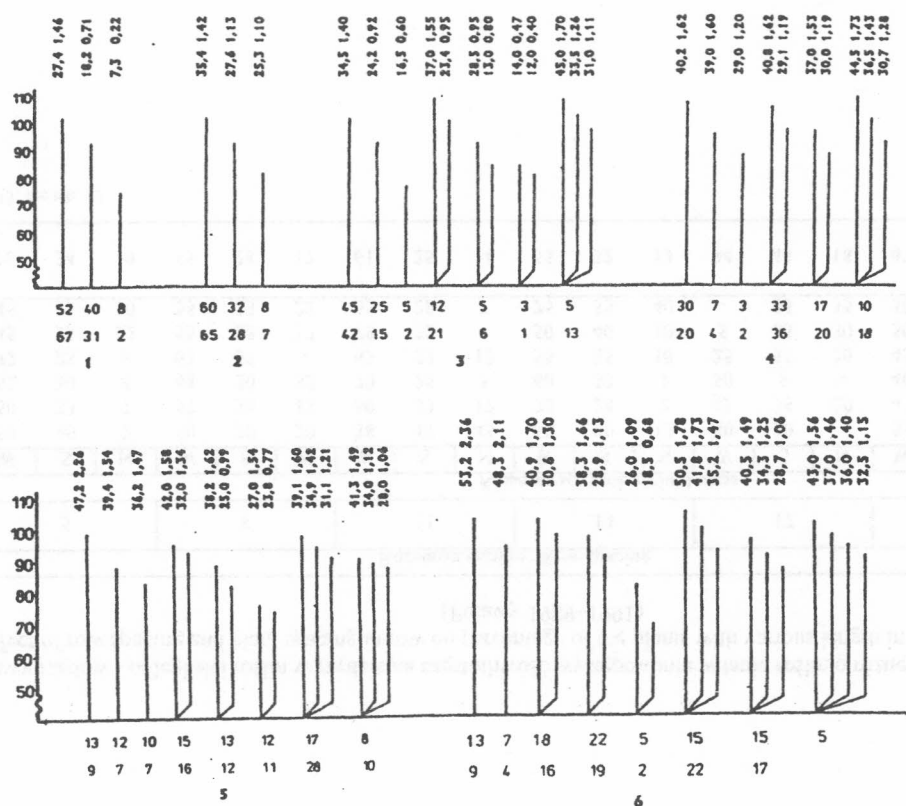
* liczba pędów; number of shoots

Tabela 18

Wpływ rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie na częstotliwość występowania w łanie roślin o różnej wysokości (%), odmiana Delta
Effect of row spacing and plant spacing in row on percentage of the plants with various length in the canopy cv. Delta
(Puławy 1989–1991)

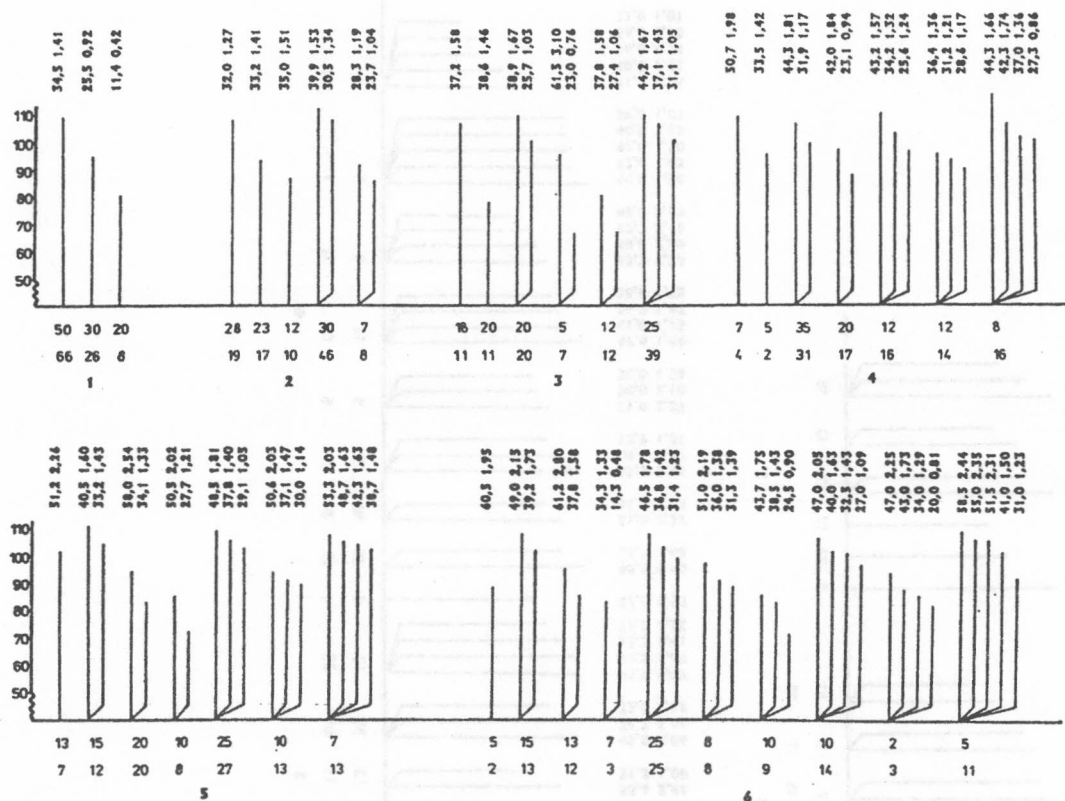
Odległość roślin w rzędzie Plant spacing in row	Rozstawa rzędów; Row spacing																		Średnio dla odległości w rzędzie Average		
	5			8			11			14			17			20					
	Klasa wysokości; Height class																				
	W	S	N	W	S	N	W	S	N	W	S	N	W	S	N	W	S	N	W	S	N
1	53	40	7	50	30	20	38	17	45	68	20	12	80	20	-	55	45	-	57	29	14
2	60	33	7	57	30	13	50	33	17	70	28	2	45	35	20	45	25	30	54	31	15
3	62	30	8	48	20	32	70	25	5	60	33	7	50	5	-	40	35	25	55	32	13
4	72	23	5	63	37	-	65	23	12	55	35	10	25	55	20	45	35	20	54	35	11
5	45	33	22	55	28	17	78	22	-	50	40	10	5	65	30	50	40	10	47	38	15
6	45	45	10	55	23	22	65	28	7	25	35	40	-	65	35	50	40	10	40	39	21
Średnio dla rozstawy Average	56	34	10	55	28	17	61	25	14	55	32	13	34	48	18	47	37	16			

W, S, N – patrz tab. 13; see tab. 13



Objaśnienia; Explanations – patrz rys. 16; see fig. 16

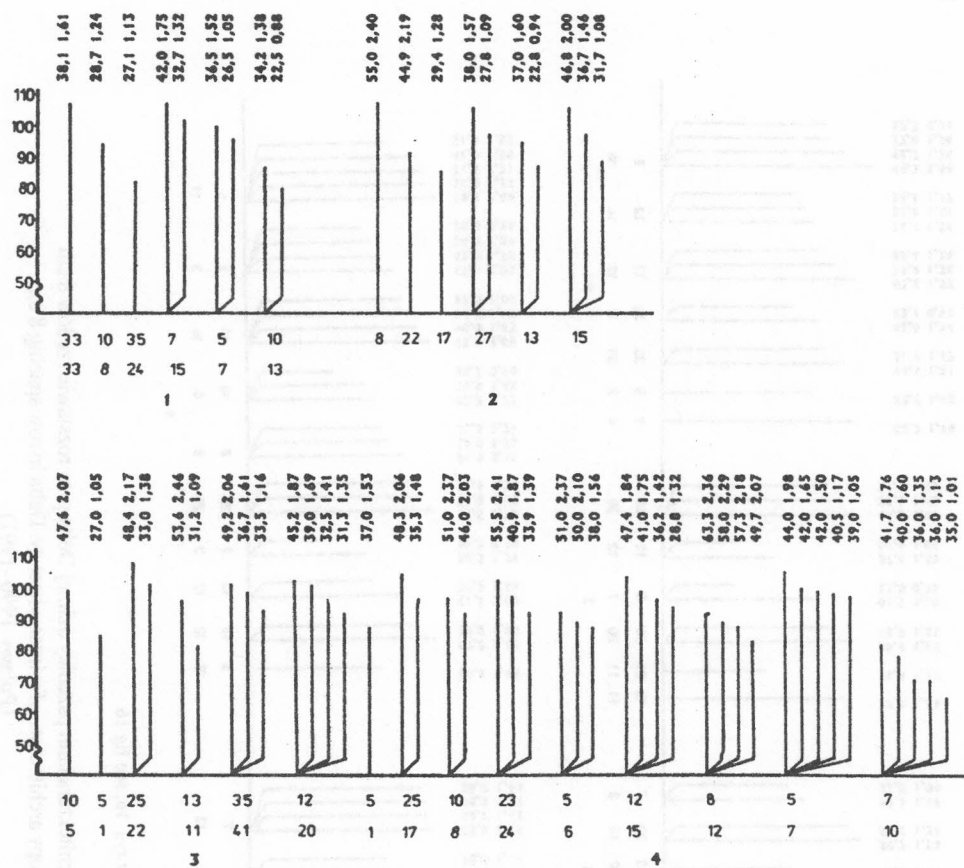
Rys. 22. Architektura łanu pszenicy ozimej Delta przy rozstawie rzędów 5 cm
The canopy architecture of winter wheat cv. Delta in row spacing 5 cm
(Puławy 1990–1991)

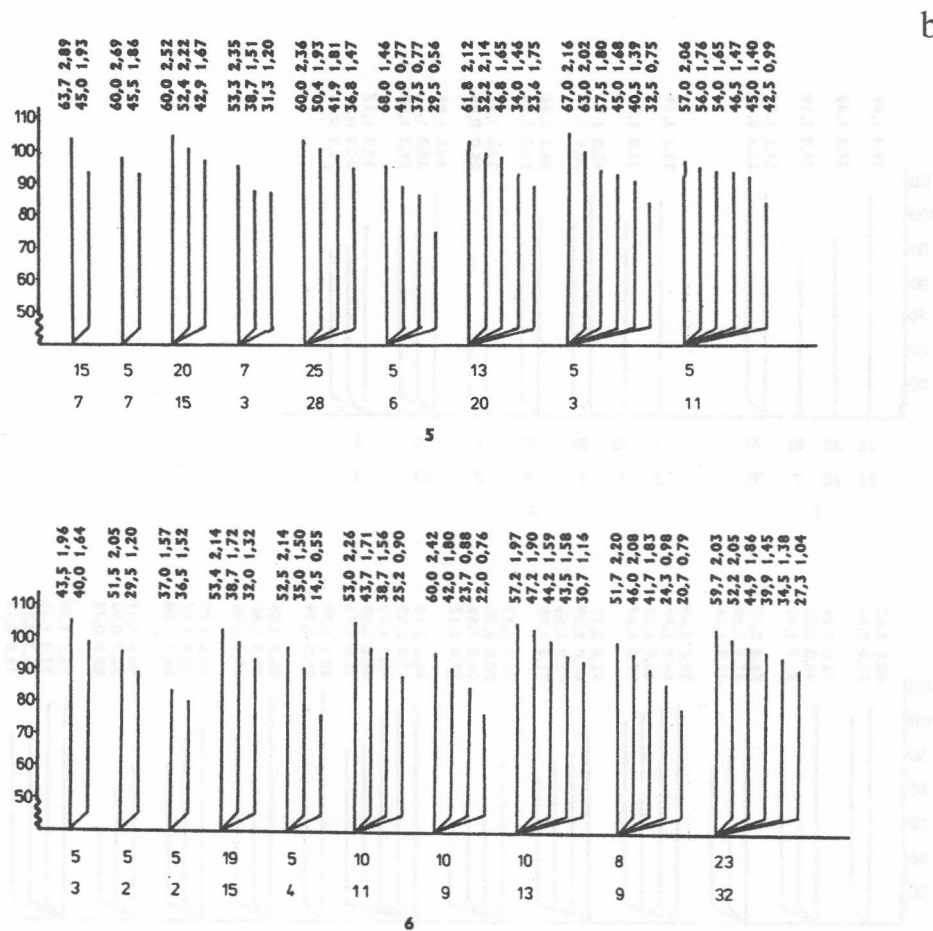


Objaśnienia; Explanations – patrz rys. 16; see fig 16

Rys. 23. Architektura łanu pszenicy ozimej Delta przy rozstawie rzędów 8 cm
The canopy architecture of winter wheat cv. Delta in row spacing 8 cm
(Puławy 1990–1991)

a

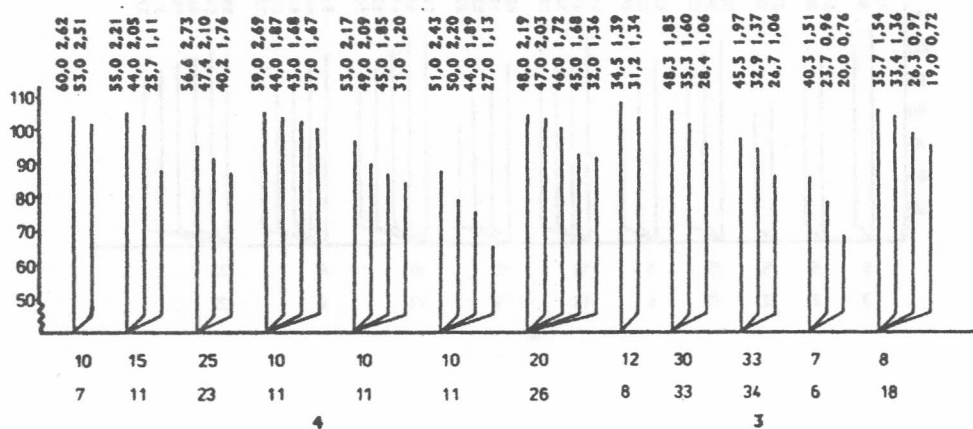
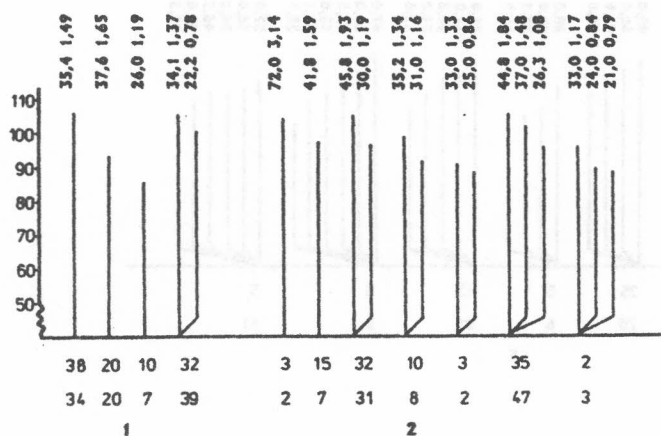




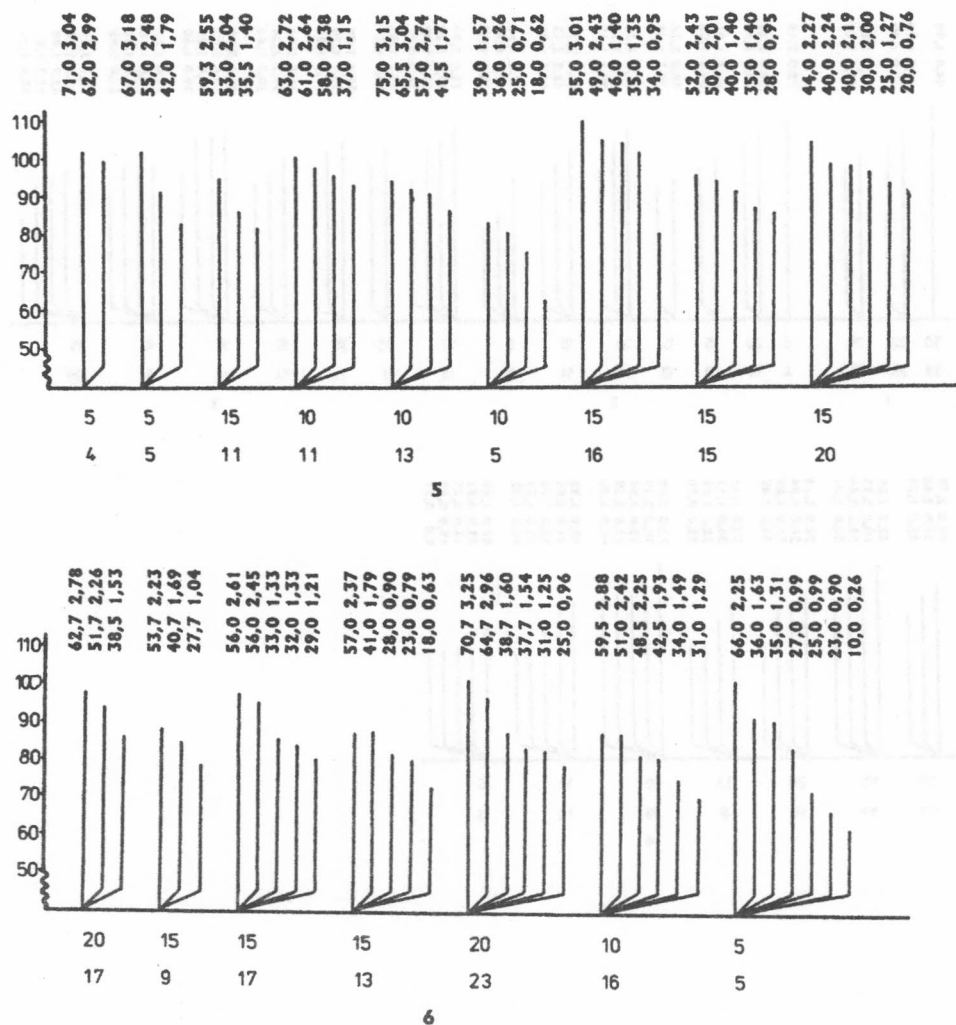
Objaśnienia; Explanations – patrz rys. 16; see fig. 16

Rys. 24 (a, b). Architektura łanu pszenicy ozimej Delta przy rozstawie rzędów 11 cm
The canopy architecture of winter wheat cv. Delta in row spacing 11 cm
(Puławy 1990–1991)

a



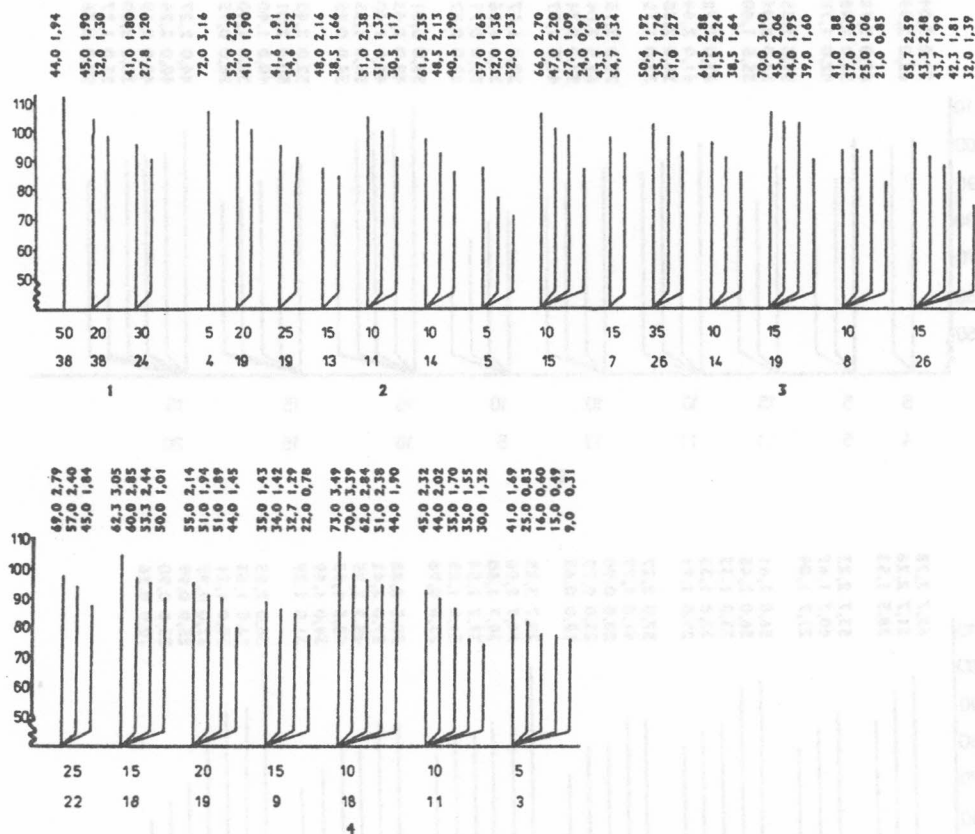
b

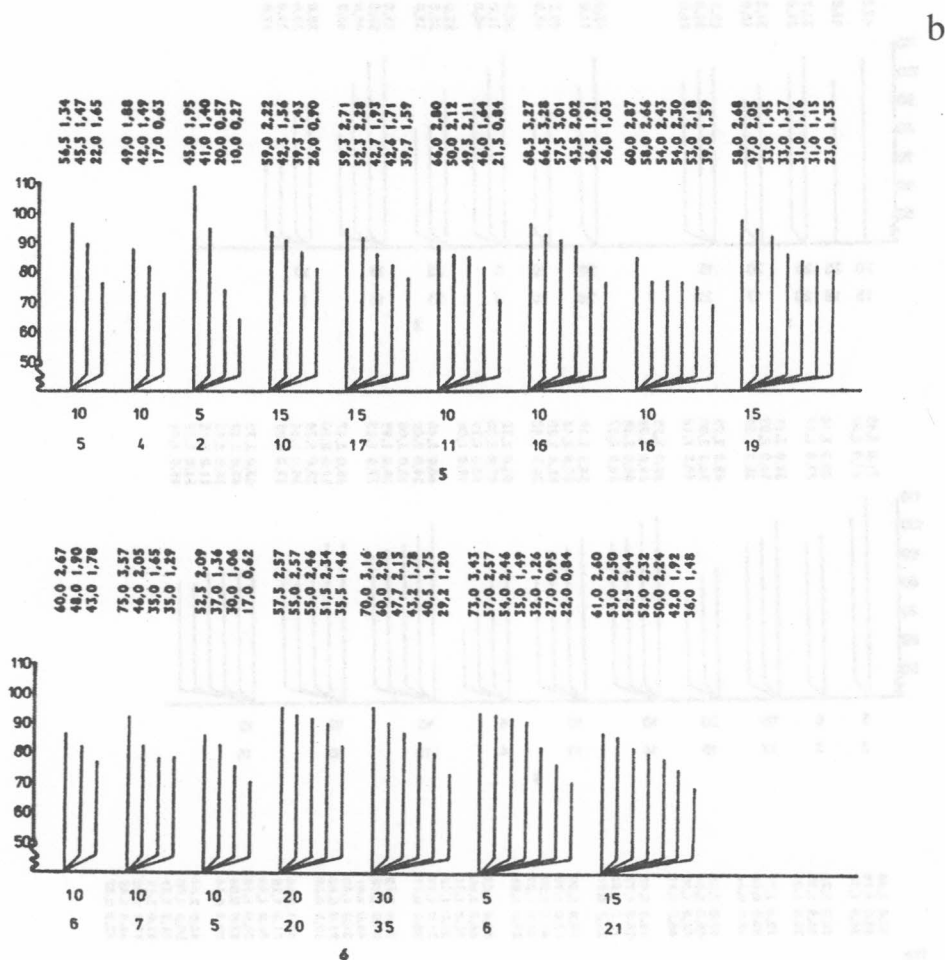


Objaśnienia; Explanations – patrz. rys. 16; see fig. 16

Rys. 25 (a, b). Architektura łanu pszenicy ozimej Delta przy rozstawie rzędów 14 cm
 The canopy architecture of winter wheat cv. Delta in row spacing 14 cm
 (Puławy 1990–1991)

a

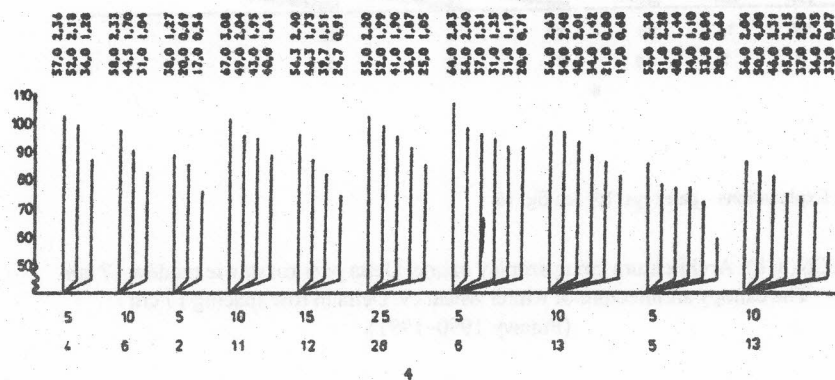
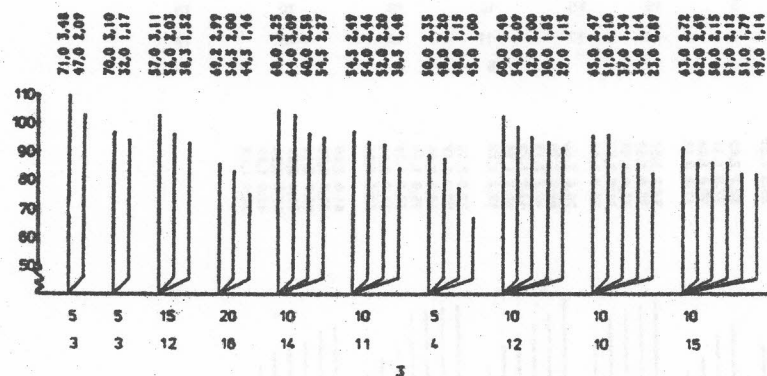
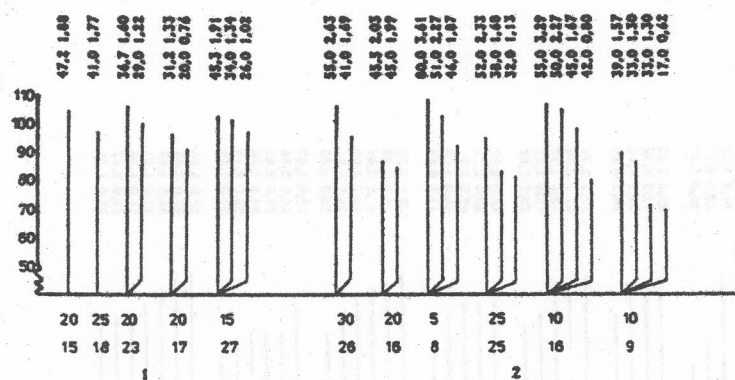




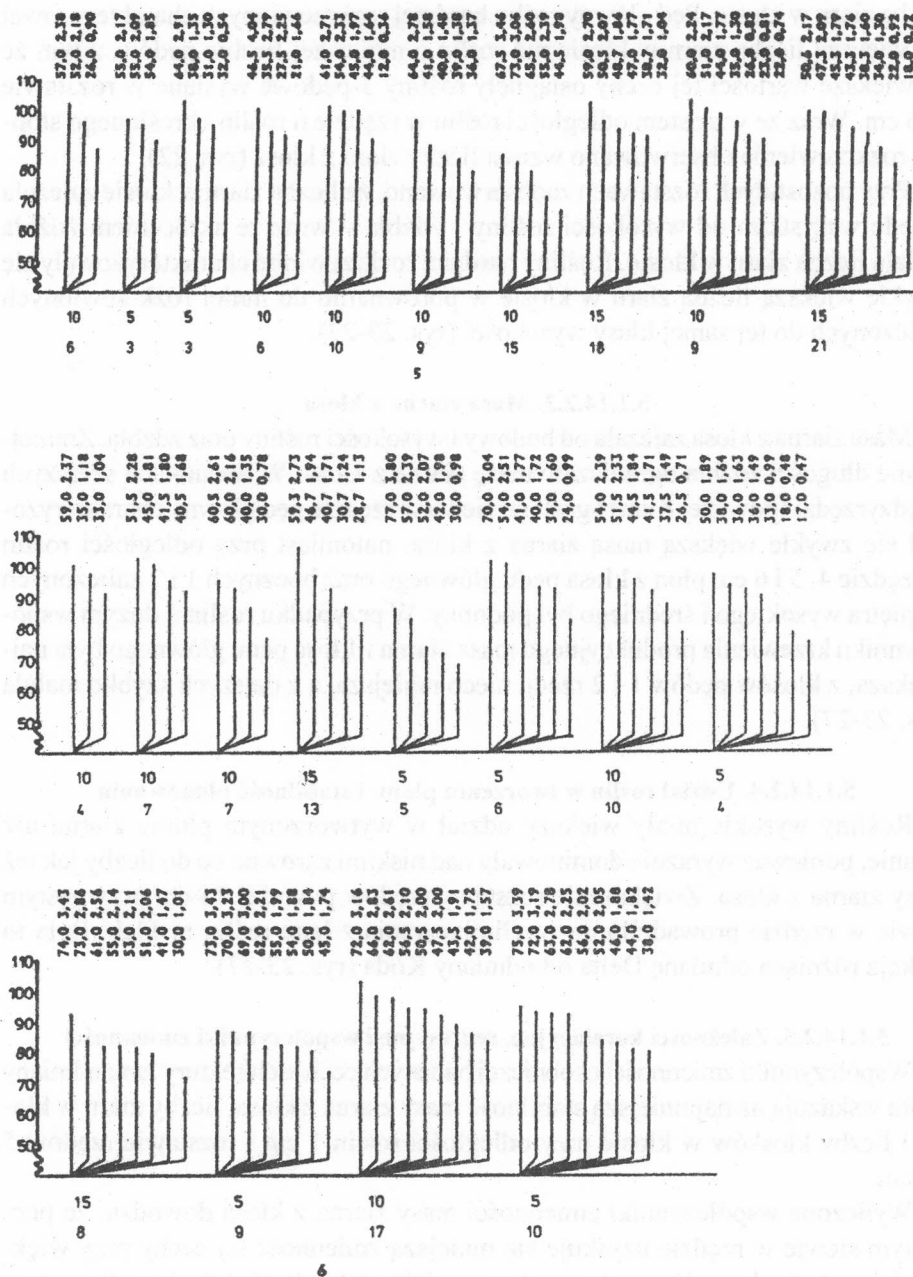
Objaśnienia; Explanations – patrz rys. 16; see fig. 16

Rys. 26 (a, b). Architektura łanu pszenicy ozimej Delta przy rozstawie rzędów 17 cm
The canopy architecture of winter wheat cv. Delta in row spacing 17 cm
(Puławy 1990–1991)

a



b



Objaśnienia; Explanations – patrz rys. 16; see fig. 16

Rys. 27 (a, b). Architektura łanu pszenicy ozimej Delta przy rozstawie rzędów 20 cm
The canopy architecture of winter wheat cv. Delta in row spacing 20 cm
(Puławy 1990–1991)

Przy rozstawie rzędów 5 cm wraz ze zmniejszeniem długości źdźbła malała liczba ziarn w kłosie. Pęd główny roślin bardziej rozkrzewionych charakteryzował się większą liczbą ziarn w kłosie niż roślin o mniejszej liczbie pędów, z tym że największe wartości tej cechy osiągnęły rośliny 3-pędowe wysiane w rozstawie 5x6 cm. Wraz ze wzrostem odległości roślin w rzędzie u roślin określonego stopnia rozkrzewienia obserwowano wzrost liczby ziarn z kłosa (rys. 22).

Przy pozostałych rozstawach zaobserwowano, że liczba ziarn w kłosie zależała przede wszystkim od wysokości rośliny i źdźbła – wraz ze skróceniem źdźbła malała liczba ziarn w kłosie. Rośliny bardziej rozkrzewione charakteryzowały się zwykle większą liczbą ziarn w kłosie w porównaniu do mniej rozkrzewionych zaliczonych do tej samej klasy wysokości (rys. 23-27).

5.1.14.2.3. Masa ziarna z kłosa

Masa ziarna z kłosa zależała od budowy i wysokości rośliny oraz źdźbła. Zmniejszenie długości źdźbła ograniczało masę ziarna z kłosa. W warunkach szerszych międzyrzędzi (powyżej 8 cm) i gęstego siewu w rzędzie pęd główny charakteryzował się zwykle większą masą ziarna z kłosa. natomiast przy odległości roślin w rzędzie 4, 5 i 6 cm plon z kłosa pędu głównego oraz bocznych 1 i 2 zaliczonych do piętra wysokiego i średniego był podobny. W przypadku roślin o dużym współczynniku krzewienia produkcyjnego masa ziarna z kłosa pędu głównego była największa, z kłosów pędów 1 i 2 rzędu nieco mniejsza, a z dalszych szybko malała (rys. 23-27).

5.1.14.2.4. Udział roślin w tworzeniu plonu i stabilność plonowania

Rośliny wysokie miały większy udział w wytworzonym plonie ziarna niż w łanie, ponieważ wyraźnie dominowały nad niskimi zarówno co do liczby jak też masy ziarna z kłosa. Zwiększenie rozstawy rzędów powyżej 14 cm przy gęstym siewie w rzędzie prowadziło do wyeliminowania z łanu roślin niskich. Była to reakcja różniąca odmianę Delta od odmiany Koda (rys. 23-27).

5.1.14.2.5. Zależności korelacyjne, regresyjne i współczynniki zmienności

Współczynniki zmienności osobniczej badanych cech architektury łanu odmiany Delta wskazują na najmniejszą stabilność masy ziarna z kłosa, liczby ziarn w kłosie i liczby kłosków w kłosie przy odległości roślin 1 cm i rozstawie rzędów 5 i 8 cm.

Wyliczone współczynniki zmienności masy ziarna z kłosa dowodzą, że przy gęstym siewie w rzędzie uzyskuje się mniejszą zmienność tej cechy przy większych rozstawach rzędów, natomiast przy większych odległościach roślin w rzędzie – przy rozstawach mniejszych. Najbardziej stabilnymi cechami okazały się długość źdźbła, długość kłosa i liczba kłosków w kłosie (tab. 19).

Wyliczone współczynniki korelacji oraz równania regresji wskazują na zależność pomiędzy długością źdźbła a masą ziarna z kłosa (tab. 20, 21).

Tabela 19

Współczynniki zmienności (v) badanych cech architektury łanu odmiany Delta
w zależności od rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie
Variation coefficient of canopy components cv. Delta depending on row spacing and plant
spacing in row

Badane cechy Traits	Rozstawa rzędów Row spacing	Odległość roślin w rzędzie Plant spacing in row					
		1	2	3	4	5	6
Długość źdźbła Stem length	5	9,90	8,56	8,72	8,30	10,68	7,19
	8	12,95	10,22	15,57	8,30	12,76	11,45
	11	11,27	10,32	8,97	9,63	8,22	8,77
	14	8,77	11,36	9,22	10,68	9,60	11,88
	17	7,25	9,50	8,26	8,96	9,98	10,32
	20	9,12	11,26	11,78	11,52	9,99	8,98
Długość kłosa Head length	5	22,23	12,66	13,96	11,09	12,47	10,74
	8	17,66	13,30	13,29	11,75	12,74	13,13
	11	18,41	15,03	12,21	12,51	11,02	13,07
	14	15,09	13,58	11,19	14,11	12,65	14,49
	17	15,48	13,30	11,96	16,48	13,99	14,99
	20	13,50	14,55	15,40	15,97	13,16	13,17
Liczba kłosek w kłosie Number of spikelets per head	5	26,57	13,05	17,46	12,40	11,80	11,69
	8	20,17	16,48	16,14	11,87	14,51	13,84
	11	19,84	16,76	14,25	13,99	17,49	15,34
	14	16,90	16,12	14,83	13,75	12,39	18,44
	17	21,25	13,97	14,08	16,40	16,50	12,01
	20	16,37	16,12	12,15	18,50	16,66	14,76
Liczba ziarn z kłosa Number of grains per head	5	54,45	32,08	40,04	28,73	30,62	30,07
	8	54,74	35,35	34,26	29,99	32,46	32,90
	11	42,34	36,08	33,56	32,48	29,73	33,75
	14	44,13	37,94	32,56	31,09	30,63	42,90
	17	34,83	32,43	34,83	40,50	36,66	31,79
	20	35,12	33,38	25,55	50,01	36,02	33,44
Masa ziarna z kłosa Grain yield per head	5	63,13	37,59	46,84	33,17	40,08	33,42
	8	54,48	40,11	43,79	35,17	38,03	40,04
	11	45,60	42,50	41,56	37,75	40,31	39,67
	14	52,81	44,96	38,09	36,40	38,53	48,87
	17	37,30	36,25	40,11	45,85	46,67	38,89
	20	40,16	30,82	32,96	47,18	42,52	39,69

Tabela 20

Współczynniki korelacji cech architektury łanu odmiany Delta z masą ziarna z kłosa w zależności od rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie

Correlation coefficients of canopy traits cv. Delta with grain yield per head in relation to row spacing and plan spacing in row

Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Odległość roślin w rzędzie Plant spacing in row (cm)	Długość źdźbła Stem length	Długość kłosa Head length	Liczba kłosków w kłosie Number of spikelets per head	Liczba ziarn w kłosie Number of grains per head
5	1	0,516*	0,810*	0,808*	0,855*
	2	0,289	0,766*	0,784*	0,918*
	3	0,488*	0,801*	0,862*	0,942*
	4	0,218	0,804*	0,860*	0,938*
	5	0,083	0,606*	0,751*	0,870*
	6	0,700*	0,788*	0,858*	0,889*
8	1	0,648*	0,935*	0,918*	0,993*
	2	0,050	0,758*	0,790*	0,908*
	3	0,089	0,649*	0,802*	0,881*
	4	0,392*	0,636*	0,735*	0,818*
	5	0,069	0,677*	0,858*	0,931*
	6	0,443*	0,825*	0,832*	0,939*
11	1	0,247	0,906*	0,876*	0,965*
	2	0,262*	0,748*	0,798*	0,905*
	3	0,322*	0,781*	0,806*	0,841*
	4	0,139	0,675*	0,809*	0,888*
	5	0,565*	0,597*	0,432*	0,793*
	6	0,541*	0,700*	0,715*	0,828*
14	1	0,048	0,742*	0,851*	0,964*
	2	0,379*	0,786*	0,883*	0,972*
	3	0,367*	0,773*	0,911*	0,982*
	4	0,459*	0,836*	0,885*	0,944*
	5	0,669*	0,743*	0,773*	0,966*
	6	0,786*	0,830*	0,921*	0,983*
17	1	0,643*	0,877*	0,851*	0,992*
	2	0,325*	0,719*	0,857*	0,949*
	3	0,324*	0,811*	0,818*	0,978*
	4	0,630*	0,906*	0,894*	0,940*
	5	0,559*	0,731*	0,759*	0,927*
	6	0,578*	0,787*	0,875*	0,845*
20	1	0,688*	0,859*	0,930*	0,968*
	2	0,074	0,707*	0,768*	0,946*
	3	0,337*	0,728*	0,792*	0,921*
	4	0,678*	0,848*	0,878*	0,967*
	5	0,294*	0,851*	0,882*	0,966*
	6	0,618*	0,809*	0,829*	0,933*

* istotność współczynnika korelacji; significance of correlation coefficient

Tabela 21

Równania regresji masy ziarna z kłosa w zależności od długości źdźbła, odmiana Delta
Regression equations of grain yield per head depending on stem length cv. Delta

Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Odległość roślin w rzędzie Plant spacing in row (cm)	Równania regresji Regression equations	Współczynnik determinacji Determination coefficient
5	1	$Y = -2,07 + 0,03 X$	26,60
	2	$Y = -0,36 + 0,02 X$	8,33
	3	$Y = -1,84 + 0,03 X$	23,78
	4	b.z.	-
	5	b.z.	-
	6	$Y = -3,52 + 0,05 X$	49,03
8	1	$Y = -1,86 + 0,03 X$	41,92
	2	b.z.	-
	3	b.z.	-
	4	$Y = -0,94 + 0,02 X$	15,35
	5	b.z.	-
	6	$Y = -0,90 + 0,03 X$	19,60
11	1	b.z.	-
	2	$Y = -0,12 + 0,02 X$	6,86
	3	$Y = -0,80 + 0,02 X$	10,35
	4	b.z.	-
	5	$Y = -3,36 + 0,05 X$	31,89
	6	$Y = -2,35 + 0,04 X$	29,24
14	1	r.n.	-
	2	$Y = -0,87 + 0,03 X$	14,37
	3	$Y = -0,77 + 0,02 X$	13,45
	4	$Y = -1,07 + 0,03 X$	21,04
	5	$Y = -3,54 + 0,06 X$	44,71
	6	$Y = -4,14 + 0,07 X$	61,71
17	1	$Y = -3,59 + 0,05 X$	41,34
	2	$Y = -0,45 + 0,02 X$	10,58
	3	$Y = -1,06 + 0,03 X$	10,51
	4	$Y = -4,26 + 0,07 X$	39,76
	5	$Y = -2,94 + 0,06 X$	31,22
	6	$Y = -2,47 + 0,05 X$	33,41
20	1	$Y = -2,73 + 0,04 X$	47,27
	2	b.z.	-
	3	$Y = 0,12 + 0,02 X$	11,38
	4	$Y = -2,85 + 0,05 X$	45,98
	5	$Y = -0,46 + 0,03 X$	8,65
	6	$Y = -3,16 + 0,05 X$	38,21

b.z. – brak istotnej zależności; no significant dependence

5.2. BUDOWA ROŚLINY I ŁANU PSZENICY OZIMEJ ORAZ JEJ PŁONOWANIE W ZALEŻNOŚCI OD TERMINU SIEWU I OBSADY ROŚLIN NA JEDNOSTCE POWIERZCHNI GLEBY (DOŚWIADCZENIE 2)

5.2.1. Daty występowania oraz długość poszczególnych faz rozwojowych i okresu wegetacji

Na przebieg faz rozwojowych pszenicy istotny wpływ miały tylko termin siewu i rok badań, dlatego w tabelach 22-24 podano średnie z obsady roślin.

W sezonach wegetacyjnych 1991/92 (tab. 22) i 1992/93 (tab. 23) przebieg rozwoju pszenicy był podobny, natomiast w sezonie 1993/94 (tab. 24) okres wegeta-

Tabela 22

Daty występowania poszczególnych okresów wzrostu u pszenicy odmiany Kamila w zależności od terminu siewu
Dates of winter wheat development stages of winter wheat cv. Kamila depending on sowing term
(Puławy 1991/92)

Okresy Periods	Termin siewu; Sowing term					
	optymalny optimum		opóźniony late		późny very late	
	date	liczba dni days	date	liczba dni days	date	liczba dni days
Siew–wschody Sowing–emergence	19.09-27.09	8	3.10-13.10	10	17.10-16.11	30
Wschody–krzewienie Emergence–tillering	27.09-15.10	18	13.10-29.11	47	16.11-28.03	132
Krzewienie–strzelanie w źdźbło Tillering–shooting	15.10-2.05	199	29.11-2.05	154	28.03-4.05	37
Strzelanie w źdźbło–początek kłoszenia Shooting–start heading	2.05-4.06	33	2.05-6.06	35	4.05-7.06	34
Początek kłoszenia–pełnia kłoszenia Start heading–full heading	4.06-21.06	17	6.06-22.06	16	7.06-25.06	18
Kłoszenie–dojrzałość mleczna Heading–milk maturity	21.06-6.07	15	22.06-7.07	15	25.06-9.07	14
Dojrzałość mleczna–dojrzałość pełna Milk maturity–full maturity	6.07-20.07	14	7.07-20.07	13	9.07-23.07	14
Długość okresu wegetacji Vegetation period		304		290		279

Tabela 23

Daty występowania poszczególnych okresów wzrostu u pszenicy odmiany Kamila
w zależności od terminu siewu
Dates of winter wheat development stages of winter wheat cv. Kamila depending on sowing term
(Puławy 1992/93)

Okresy Periods	Termin siewu; Sowing term					
	optimalny optimum		opóźniony late		późny very late	
	daty date	liczba dni days	daty date	liczba dni days	daty date	liczba dni days
Siew–wschody Sowing–emergence	16.09-26.09	10	30.09-15.10	15	14.10-9.11	26
Wschody–krzewienie Emergence–tillering	26.09-31.10	35	15.10-11.12	57	9.11-14.04	156
Krzewienie–strzelanie w źdźbło Tillering–shooting	31.10-29.04	180	11.12-5.05	145	14.04-7.05	23
Strzelanie w źdźbło–początek kłoszenia Shooting–start heading	29.04-25.05	26	5.05-29.05	24	7.05-30.05	23
Początek kłoszenia–pełnia kłoszenia Start heading–full heading	25.05-12.06	18	29.05-14.06	16	30.05-17.06	18
Kłoszenie–dojrzałość mleczna Heading–milk maturity	12.06-28.06	16	14.06-29.06	15	17.06-2.07	15
Dojrzałość mleczna– dojrzałość pełna Milk maturity–full maturity	28.06-18.07	20	29.06-18.07	19	2.07-21.07	19
Długość okresu wegetacji Vegetation period		305		291		312

cji pszenicy był dłuższy o 8–10 dni. Opóźnienie terminu siewu powodowało w każdym roku skrócenie okresu wegetacji. Związane to było głównie ze skróceniem okresu wschody–strzelanie w źdźbło. Ponadto przy opóźnionym i późnym terminie siewu wydłużały się okresy od siewu do wschodów oraz od wschodów do krzewienia (w porównaniu do terminu optymalnego). Rośliny z siewu późnego fazę krzewienia osiągnęły wiosną. Długość fazy strzelanie w źdźbło–kłoszenie w latach 1991/92 i 1992/93 nie zależała od terminu siewu pszenicy, natomiast w sezonie 1993/94 ulegała skróceniu w miarę opóźniania siewu pszenicy. Okres dojrzwania był mało zróżnicowany przez termin siewu, w sezonie 1991/92 był krótszy niż w pozostałych latach (tab. 22-24).

Tabela 24

Daty występowania poszczególnych okresów wzrostu u pszenicy odmiany Kamila
w zależności od terminu siewu
Dates of winter wheat development stages of winter wheat cv. Kamila depending on sowing term
(Puławy 1993/94)

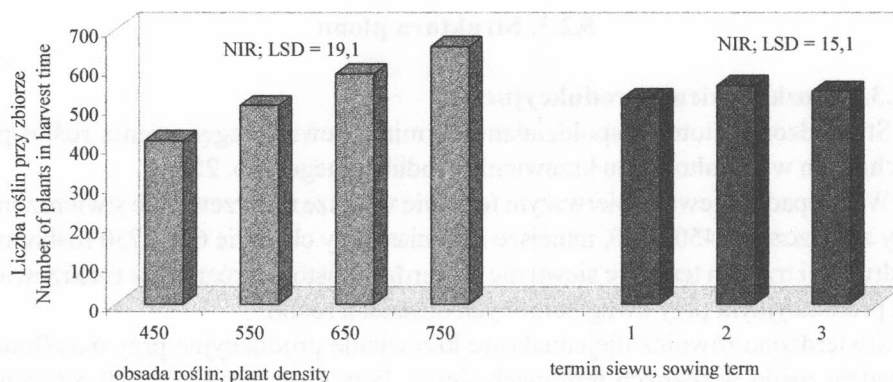
Okresy Periods	Termin siewu; Sowing term					
	optymalny optimum		opóźniony late		późny very late	
	date	liczba dni days	date	liczba dni days	date	liczba dni days
Siew–wschody Sowing–emergence	17.09-27.09	10	1.10-12.10	11	15.10-8.11	24
Wschody–krzewienie Emergence–tillering	27.09-14.10	17	12.10-27.11	46	8.11-11.04	154
Krzewienie–strzelanie w źdźbło Tillering–shooting	14.10-28.04	196	27.11-4.05	158	11.04-10.05	29
Strzelanie w źdźbło–początek kłoszenia Shooting–start heading	28.04-3.06	36	4.05-4.06	31	10.05-8.06	29
Początek kłoszenia–pełnia kłoszenia Start heading–full heading	3.06-21.06	18	4.06-23.06	19	8.06-25.06	17
Kłoszenie–dojrzałość mleczna Heading–milk maturity	21.06-6.07	15	23.06-8.07	15	25.06-11.07	16
Dojrzałość mleczna–dojrzałość pełna Milk maturity–full maturity	6.07-26.07	20	8.07-28.07	20	11.07-31.07	20
Długość okresu wegetacji Vegetation period		312		300		289

5.2.2. Obsada roślin

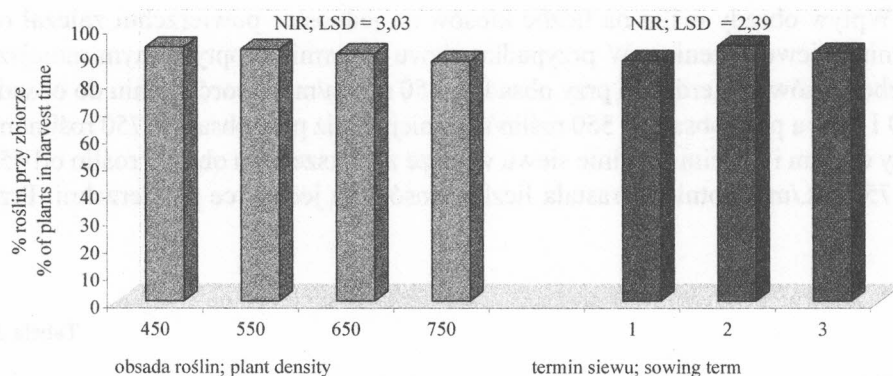
Kształtowanie się liczby roślin w okresie wegetacji w zależności od terminu siewu i obsady roślin po wschodach było podobne w badanych latach, dlatego na rysunku 28 podano średnie z trzech lat.

Nie stwierdzono współdziałania terminu siewu i zagęszczenia roślin po wschodach w kształtowaniu liczby roślin przy zbiorze. Procent roślin przy zbiorze w stosunku do wzeszłych oraz wypadanie roślin w okresie wegetacji zmieniały się podobnie przy wszystkich terminach siewu (rys. 28, 29).

Stwierdzono istotnie mniejszą liczbę roślin w okresie zbioru na obiekcie z 1. terminu siewu w stosunku do pozostałych, między którymi nie było istotnych różnic. Obsada roślin w okresie zbioru była ściśle związana z liczbą roślin na powierzchni gleby po wschodach (rys. 28).



Rys. 28. Wpływ terminu siewu i obsady roślin na liczbę roślin przy zbiorze
Effect of sowing term and planting density on number of plants in harvest time



Rys. 29. Wpływ terminu siewu i obsady roślin na procent roślin przy zbiorze
w stosunku do wzeszłych
Effect of sowing term and planting density on percentage of plants in harvest time
in relation to emergence

Największą przeżywalność roślin w okresie wegetacji stwierdzono przy drugim, najniższą zaś przy pierwszym terminie siewu. W miarę wzrostu obsady roślin po wschodach od 450 do 650 na 1 m² przeżywalność roślin zmniejszała się nieznacznie natomiast przy obsadzie 750 roślin/m² – istotnie (rys. 29).

5.2.3. Struktura plonu

5.2.3.1. Rozkrzewienie produkcyjne

Stwierdzono istotne współdziałanie terminu siewu i zagęszczenia roślin po wschodach w kształtowaniu krzewienia produkcyjnego (tab. 25).

W przypadku siewu w pierwszym terminie większe rozkrzewienie stwierdzono przy zagęszczeniu 450 i 550, mniejsze natomiast przy obsadzie 650 i 750 roślin/m². W drugim i trzecim terminie siewu nie stwierdzono istotnej różnicy w rozkrzewieniu produkcyjnym przy uwzględnionych obsadach roślin.

Stwierdzono również niejednakowe krzewienie produkcyjne przy określonej obsadzie roślin w różnych terminach siewu. Przy obsadzie 450 i 550 roślin/m² większe rozkrzewienie zanotowano w przypadku siewu w terminie optymalnym w porównaniu do opóźnionego i późnego (II i III termin). Przy obsadzie 650 i 750 roślin/m² rozkrzewienie produkcyjne roślin z siewu w pierwszym i drugim oraz drugim i trzecim terminie było podobne, natomiast większym krzewieniem charakteryzowały się rośliny z pierwszego terminu siewu w stosunku do roślin z terminu trzeciego (tab. 25).

5.2.3.2. Liczba kłosów na 1 m²

Wpływ obsady roślin na liczbę kłosów na jednostce powierzchni zależał od terminu siewu pszenicy. W przypadku siewu w terminie optymalnym mniejszą liczbę kłosów stwierdzono przy obsadzie 450 roślin/m² w porównaniu do obsady 650 i 750, a przy obsadzie 550 roślin/m² mniejszą niż przy obsadzie 750 roślin/m². Przy drugim i trzecim terminie siewu wraz ze zwiększeniem obsady roślin od 450 do 750 szt./m² istotnie wzrastała liczba kłosów na jednostce powierzchni. Przy

Tabela 25

Wpływ terminu siewu i obsady roślin na rozkrzewienie produkcyjne i liczbę kłosów na 1 m²
Effect of the sowing term and plant density on productive tillering and number of heads per 1 m²
(Puławy 1992–1994)

Liczba roślin na 1 m ² po wschodach Number of plants after emergence per 1 m ²	Rozkrzewienie produkcyjne Productive tillering			Liczba kłosów na 1 m ² Number of heads per 1 m ²		
	termin siewu; sowing term					
	1	2	3	1	2	3
450	1,5	1,2	1,1	634	535	467
550	1,4	1,1	1,1	679	583	576
650	1,2	1,1	1,0	714	679	629
750	1,2	1,1	1,0	762	738	674
NIR dla: LSD for:						
współdziałania; interaction						
termin siewu x obsada roślin sowing term x planting density	0,12			54,2		

obsadach od 450 do 650 roślin/m² największą liczbę kłosów stwierdzono w przypadku siewu w terminie optymalnym, a najmniejszą w terminie późnym (trzecim). Wyjątek stanowiła obsada 550, przy której stwierdzono podobną liczbę kłosów z roślin wysianych w drugim i trzecim terminie. Przy obsadzie roślin po wschodach wynoszącej 750 szt./m² uzyskano podobną liczbę kłosów z zasiewów w 1. i 2. terminie oraz mniejszą z zasiewu w terminie 3. (tab. 25).

5.2.3.3. Plon ziarna z 1 m²

Stwierdzono istotne współdziałanie terminu siewu i zagęszczenia roślin po wschodach w kształtowaniu plonu ziarna z jednostki powierzchni (tab. 26).

Przy pierwszym terminie siewu obsada roślin po wschodach nie miała istotnego wpływu na plon ziarna z 1 m². Przy siewie w II terminie niższy poziom plonu stwierdzono przy najmniejszej obsadzie roślin po wschodach (450 na 1 m²), w stosunku do pozostałych, między którymi istotne różnice nie wystąpiły. W przypadku siewu w terminie trzecim stwierdzono istotnie wyższy plon przy zagęszczeniu 650 roślin/m² w stosunku do zagęszczenia 450 i 750 roślin/m². Plon ziarna z 1 m² uzyskany z poletek o obsadzie wynoszącej 550 roślin/m² nie różnił się w stosunku do wszystkich pozostałych gęstości siewu (tab. 26). Również wpływ terminu siewu był zróżnicowany przy różnej obsadzie roślin. Przy zagęszczeniu 450 i 550 roślin/m² plon ziarna z jednostki powierzchni zmniejszał się istotnie wraz z opóźnianiem terminu siewu. Przy siewach gęstych (650 i 750 roślin/m²) istotny spadek plonu stwierdzono dopiero przy III terminie siewu w porównaniu z pierwszym i drugim (tab. 26).

Tabela 26

Wpływ terminu siewu i obsady roślin na plon ziarna oraz masę tysiąca ziarn
Effect of the sowing term and plant density on grain yield and weight of 1000 grains
(Puławy 1992–1994)

Liczba roślin po wschodach na 1 m ² Number of plants after emergence per 1 m ²	Plon ziarna Grain yield (kg/m ²)			Masa 1000 ziarn Weight of 1000 grains (g)			
	termin siewu; sowing term						
	1	2	3	1	2	3	średnio mean
450	0,91	0,77	0,67	50,6	50,2	49,5	50,1
550	0,91	0,84	0,72	50,3	50,0	48,4	49,6
650	0,89	0,89	0,77	48,9	48,9	47,9	48,6
750	0,89	0,84	0,67	49,1	48,2	46,8	48,1
Średnio; Mean				49,7	49,3	48,1	
NIR dla: LSD for:							
terminów; planting data – a					0,78		
gęstości; planting density – b					0,99		
współdziałania; interaction a x b					0,064		
					r.n.		

r.n. – różnice nieistotne; differences not significant

5.2.3.4. Masa 1000 ziarn

Nie stwierdzono istotnego współdziałania terminu siewu i zagęszczenia roślin w kształtowaniu masy 1000 ziarn. Późny siew pszenicy (III termin) spowodował gorsze wykształcenie ziarna. MTZ przy małej i średniej obsadzie roślin (450 i 550/m²) było większe niż przy zagęszczeniu dużym i bardzo dużym (650 i 750 roślin/m²); (tab. 26).

5.2.3.5. Plon ziarna z rośliny i z kłosa

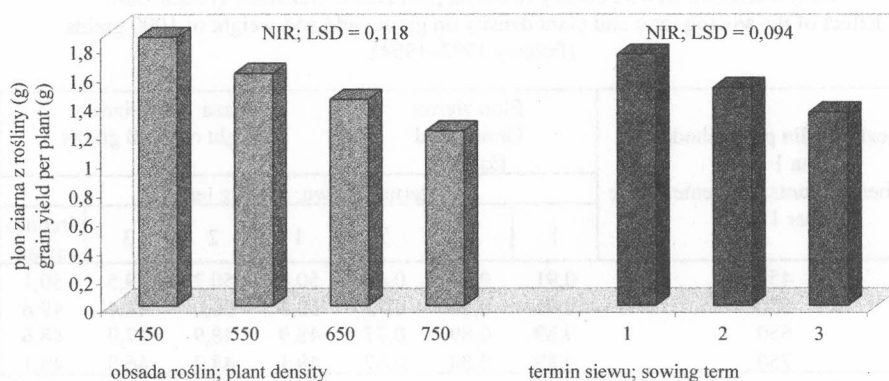
Plon ziarna z rośliny i masa ziarna z kłosa zależały od terminu siewu i obsady roślin po wschodach, ale nie były kształtowane przez współdziałanie tych czynników. Wraz z opóźnianiem terminu siewu, a także ze zwiększaniem zagęszczenia roślin na 1 m² obniżał się istotnie plon ziarna z rośliny (rys. 30).

Masa ziarna z kłosa uległa zmniejszeniu przy trzecim terminie siewu, w stosunku do pierwszego i drugiego, między którymi istotnych różnic nie stwierdzono. Wzrost obsady roślin po wschodach był związany z istotnym zmniejszeniem masy ziarna z kłosa (rys. 31).

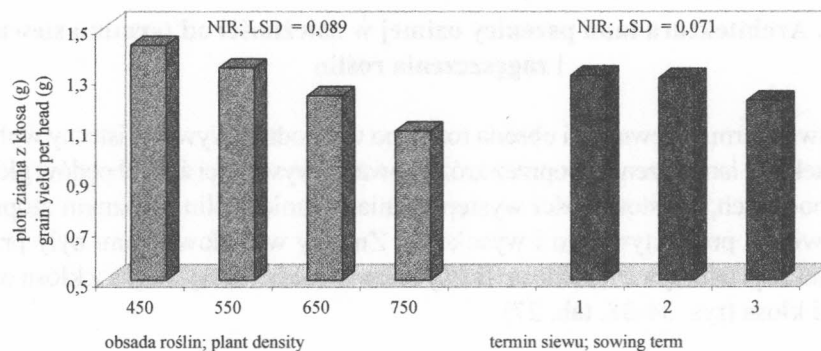
5.2.3.6. Liczba ziarn z rośliny i z kłosa

Nie stwierdzono istotnego współdziałania terminu siewu i zagęszczenia roślin w kształtowaniu liczby ziarn z rośliny i z kłosa. Liczba ziarn z rośliny istotnie zmniejszała się wraz z opóźnianiem terminu siewu oraz zwiększaniem zagęszczenia roślin po wschodach (rys. 32).

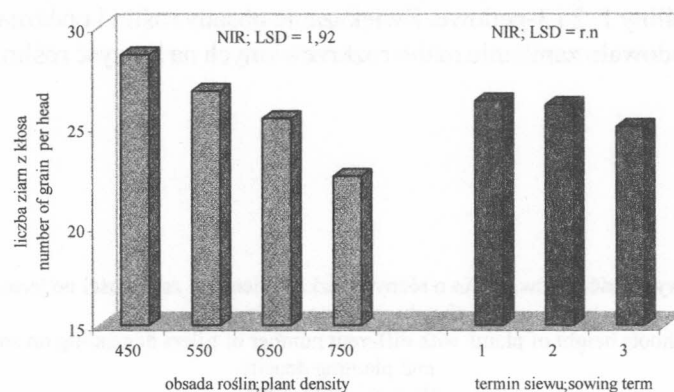
Liczba ziarn z kłosa nie zależała od terminu siewu, ale ulegała systematycznej redukcji w miarę zwiększającego się zagęszczenia roślin po wschodach (rys. 33).



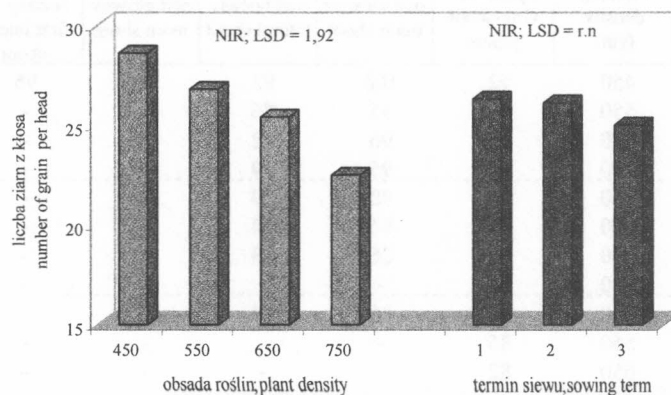
Rys. 30. Wpływ terminu siewu i obsady roślin na plon ziarna z rośliny
Effect of sowing term and planting density on grain yield per plant



Rys. 31. Wpływ terminu siewu i obsady roślin na plon ziarna z kłosa
Effect of sowing term and planting density on grain yield per head



Rys. 32. Wpływ terminu siewu i obsady roślin na liczbę ziarn z rośliny
Effect of sowing term and planting density on number per plant



Rys. 33. Wpływ terminu siewu i obsady roślin na liczbę ziarn z kłosa
Effect of sowing term and planting density on number per head

5.2.4. Architektura łanu pszenicy ozimej w zależności od terminu siewu i zagęszczenia roślin

Zarówno termin siewu jak i obsada roślin po wschodach wywarły istotny wpływ na architekturę łanu pszenicy poprzez zróżnicowanie wysokości źdźbeł pędów głównych i bocznych, częstotliwości występowania w łanie roślin o różnym stopniu rozkrzewienia produktywnego i wysokości. Zmiany w budowie łanu były przyczyną zmian produktywności kłosa: liczby ziarn w kłosie, masy ziarna z kłosa oraz długości kłosa (rys. 34-38, tab. 27).

5.2.4.1. Udział w łanie roślin o różnym stopniu rozkrzewienia i wysokości

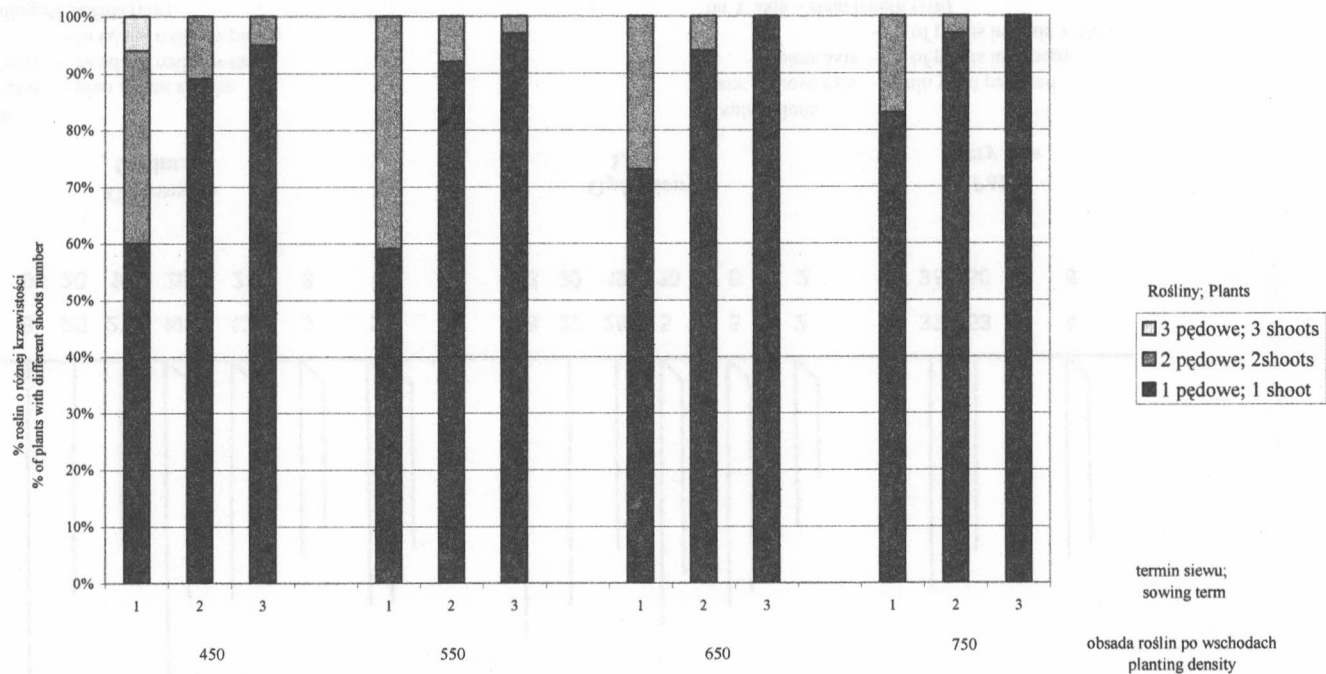
Udział roślin rozkrzewionych w łanie pszenicy ozimej malał wraz z opóźnianiem terminu siewu i ze wzrostem obsady roślin po wschodach (rys. 34). Przy siewie w terminie optymalnym i gęstości siewu 450 roślin/m² łan pszenicy ozimej tworzyły rośliny 1, 2 i 3-pędowe. Zwiększanie obsady roślin i opóźnianie terminu siewu powodowało zanikanie roślin rozkrzewionych na korzyść roślin jednopędowych.

Tabela 27

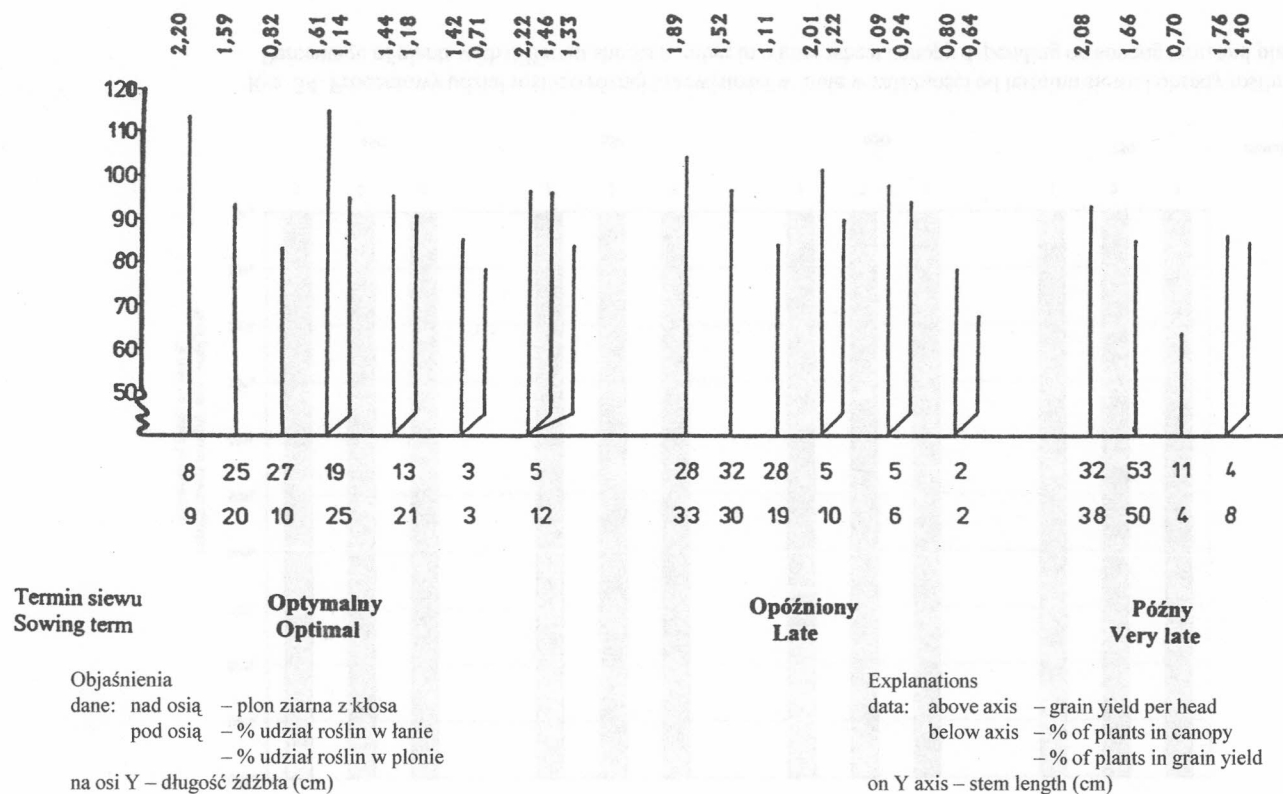
Średnia wysokość pędów, roślin o różnym rozkrzewieniu w zależności od terminu siewu i obsady roślin po wschodach

Average shoots height of plants with different number of tillers depending on sowing term and planting density
(Puławy 1992–1994)

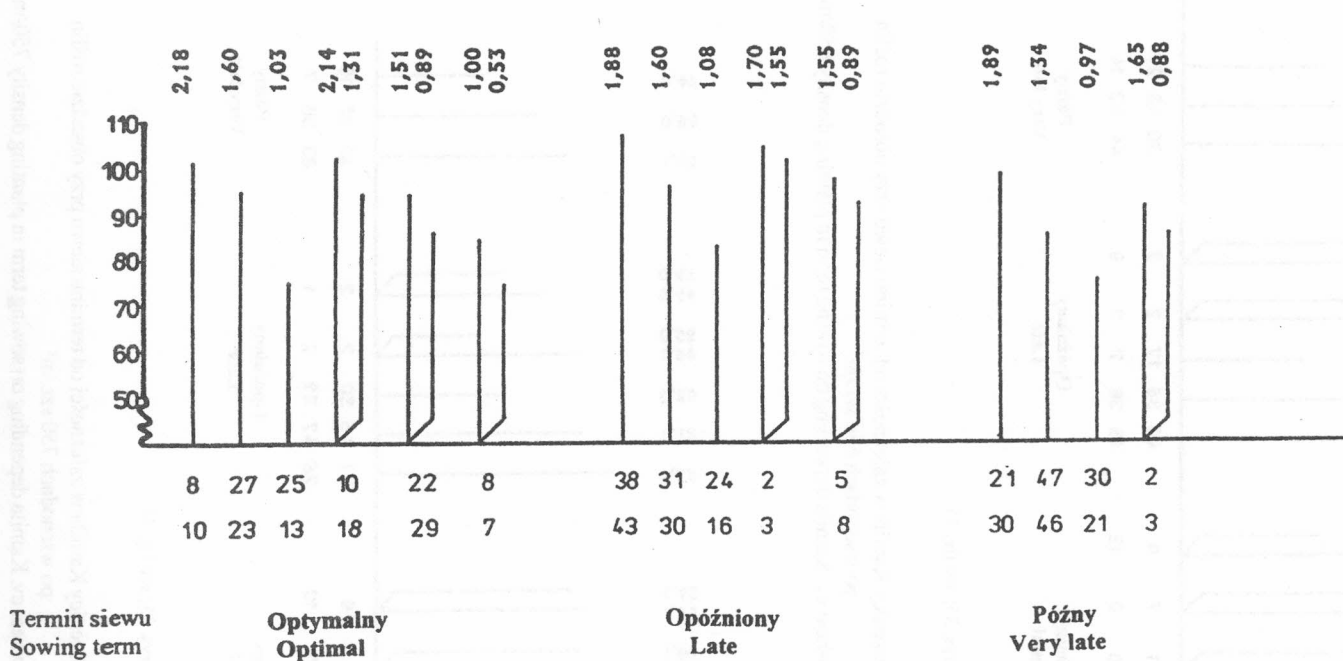
Termin siewu Sowing term	Obsada roślin Planting density (cm)	Rośliny jedno-pędowe One-shoot plants	Rośliny dwupędowe Two-shoot plants		Rośliny trzypędowe Three-shoot plants		
			pęd główny main shoot	pęd boczny lateral shoot	pęd główny main shoot	pęd boczny - 1 first lateral shoot	pęd boczny - 2 second lateral shoot
Optymalny Optimal	450	92	100	92	97	96	94
	550	89	95	86	-	-	-
	650	90	96	92	-	-	-
	750	91	95	89	-	-	-
Opóźniony Late	450	94	98	90	-	-	-
	550	94	94	94	-	-	-
	650	90	86	83	-	-	-
	750	94	-	-	-	-	-
Późny Very late	450	86	86	84	-	-	-
	550	85	-	-	-	-	-
	650	82	-	-	-	-	-
	750	84	-	-	-	-	-



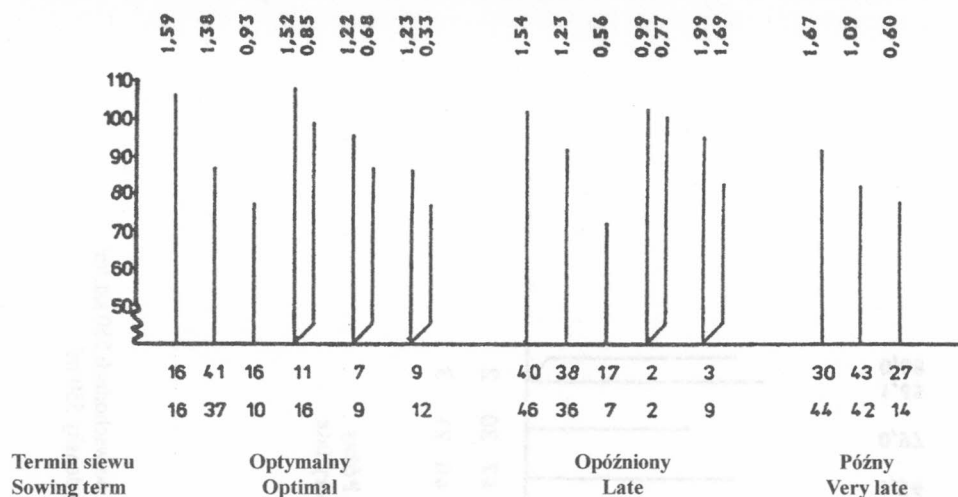
Rys. 34. Procentowy udział roślin o różnej krzewistości w łąnie w zależności od terminu siewu i obsady roślin po wschodach
Percentage of plants with different shoots number in winter wheat canopy depending on sowing term and planting density



Rys. 35. Architektura łanu pszenicy Kamila w zależności od terminu siewu, przy obsadzie roślin po wschodach 450 szt./m²
 Canopy architecture of winter wheat cv. Kamila depending on sowing term in planting density 450/m²

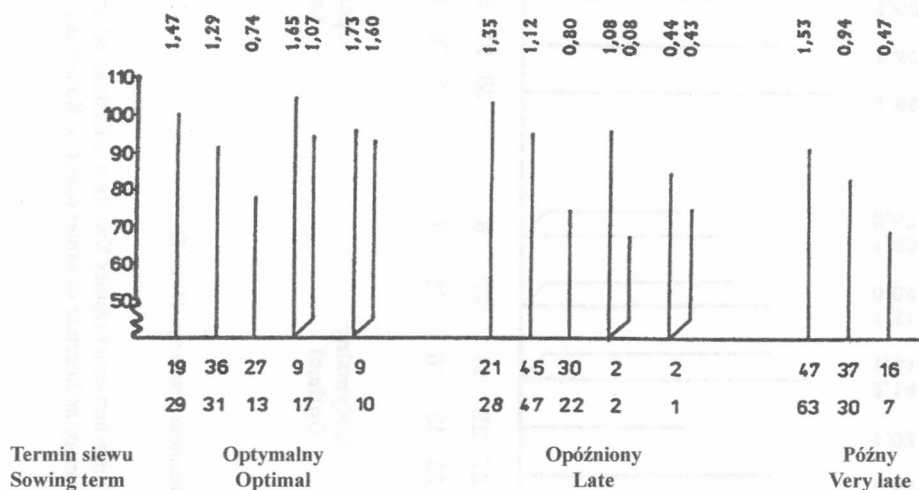


Rys. 36. Architektura łanu pszenicy Kamila w zależności od terminu siewu, przy obsadzie roślin po wschodach 550 szt./m²
Canopy architecture of winter wheat cv. Kamila depending on sowing term in planting density 550/m²



Objaśnienia; Explanations – patrz rys. 35; see fig. 35

Rys. 37. Architektura łanu pszenicy Kamila w zależności od terminu siewu przy obsadzie roślin po wschodach 650 szt./m²
Canopy architecture of winter wheat cv. Kamila depending on sowing term in planting density 650/m²



Objaśnienia; Explanations – patrz rys. 35; see fig. 35

Rys. 38. Architektura łanu pszenicy Kamila w zależności od terminu siewu przy obsadzie roślin po wschodach 750 szt./m²
Canopy architecture of winter wheat cv. Kamila depending on sowing term in planting density 750/m²

W populacji roślin wysianych w pierwszym terminie (optymalnym) rośliny dwupędowe występowały przy wszystkich obsadach roślin we wszystkich klasach wysokości, z tym, że ich udział zmniejszał się z około 40% przy małej obsadzie do około 30% przy obsadzie największej. Przy siewie pszenicy w terminie opóźnionym nastąpiło zmniejszenie udziału w łanie roślin dwupędowych do 10–15%, a trzypędowych w ogóle nie stwierdzono. W zasiewach późnych (trzeci termin siewu) rośliny dwupędowe wystąpiły tylko przy obsadzie 450 i 550 roślin/m², w niewielkiej ilości 4–2% (rys. 34-38).

Badane czynniki różnicowały łan pszenicy ozimej pod względem średniej wysokości roślin (tab. 27) oraz częstotliwości występowania w łanie roślin o różnej długości pędów (rys. 35-38). Przy siewie w terminie optymalnym i opóźnionym średnia długość źdźbła roślin jednopędowych była zbliżona niezależnie od obsady roślin, natomiast przy siewie w terminie późnym rośliny charakteryzowały się znacznie krótszym źdźbłem przy każdej obsadzie roślin. Przy optymalnym terminie siewu średnia wysokość pędu głównego roślin dwupędowych była większa niż wysokość roślin jednopędowych, natomiast wysokość pędu bocznego była do niej zbliżona. Przy siewie w terminie opóźnionym pędy główne roślin dwupędowych były dłuższe od źdźbeł roślin jednopędowych jedynie przy obsadzie 450 roślin na 1 m², przy obsadzie 550 różnic nie stwierdzono, a przy obsadzie 650 rośliny dwupędowe były niższe niż jednopędowe. Przy siewie w późnym terminie rośliny jednopędowe i dwupędowe miały podobną wysokość (tab. 27).

Zarówno termin siewu jak i obsada roślin po wschodach istotnie zmieniały udział w łanie roślin zaliczonych do różnych klas wysokości (rys. 35-38).

Przy siewie pszenicy w terminie optymalnym zwiększanie obsady roślin powyżej 550 na 1 m² powodowało wzrost udziału roślin wysokich i średnich jednopędowych oraz spadek udziału roślin jednopędowych niskich i dwupędowych średnich. Przy siewie w terminie opóźnionym częstotliwość występowania w łanie roślin wysokich nie rozkrzewionych zwiększała się wraz ze wzrostem obsady do 650 roślin/m². Zwiększenie obsady do 750 spowodowało zmniejszenie się udziału w łanie roślin wysokich na korzyść średnich. Rośliny dwupędowe niskie występowały w niewielkiej ilości tylko przy obsadzie 450 roślin/m², natomiast rośliny dwupędowe wysokie i średnie występowały w zbliżonej liczbie niezależnie od obsady roślin na powierzchni gleby.

Przy późnym terminie siewu jedynie w przypadku obsady 450 roślin/m², stwierdzono niewielki udział roślin dwupędowych średnich. Przy większych obsadach występowały tylko rośliny nie rozkrzewione o różnej wysokości. Udział roślin wysokich był podobny w przypadku obsady roślin od 450 do 650, a zwiększył się wyraźnie przy obsadzie 750 roślin/m². Duży udział roślin średnich przy obsadzie 450 roślin/m² zmniejszał się znacznie przy obsadzie 550 roślin/m², a następnie zwiększał się przy zagęszczeniu 650 i 750 roślin/m². Największy udział roślin niskich stwierdzono przy obsadzie 550 roślin/m².

5.2.4.2. Plon ziarna z kłosa i elementy jego struktury

Plon ziarna z kłosa i elementy jego struktury: długość kłosa, liczba kłosków w kłosie i liczba ziarn w kłosie różnicowane były przez termin siewu i obsadę roślin po wschodach.

U roślin jednopędowych i rozkrzewionych masa ziarna z kłosa zmniejszała się wraz ze skracaniem źdźbła, największą masą charakteryzowały się kłosa z piętra wysokiego, najmniejszą zaś z piętra niskiego. Plon ziarna z kłosów głównych był wyższy od plonu ziarna z kłosów bocznych. Różnica ta powiększała się wraz z opóźnianiem terminu siewu.

Plon ziarna z kłosa pędów głównych i bocznych roślin rosnących w większym zagęszczeniu był na ogół mniejszy niż plon z kłosa roślin wysianych rzadko (rys. 35-38).

Liczba ziarn w kłosie, długość kłosa i liczba kłosków w kłosie zarówno roślin jednopędowych jak i rozkrzewionych, tak na pędach głównych jak i bocznych zmniejszała się wraz ze skracaniem się źdźbeł. Największą liczbą ziarn charakteryzowały się kłosa z piętra wysokiego, najmniejszą zaś z niskiego. Rośliny zasiane w terminie późnym i w dużym zagęszczeniu wykształciły mniejszą liczbę ziarn w kłosie niż wysiane wcześniej i rzadziej. Kłosa pędów głównych wytworzyły większą liczbę ziarn niż kłosa pędów bocznych, niezależnie od obsady roślin i terminu siewu (tab. 28-30).

Tabela 28

Długość kłosa (cm) pszenicy ozimej odmiany Kamila w zależności od terminu siewu, obsady roślin, klasy wysokości i rozkrzewienia
Length of head (cm) cv. Kamila depending on sowing term, planting density, height class and tillering
(Puławy 1992–1994)

Obsada roślin na 1 m ² Planting density per 1 m ²	Pęd Shoot	Termin siewu; Sowing term								
		optymalny; optimal			opóźniony; late			późny; very late		
		klasa wysokości; height class								
		wysokie high	średnie medium	niskie low	wysokie high	średnie medium	niskie low	wysokie high	średnie medium	niskie low
450	G	7,2	7,3	7,3	7,9	7,0	6,5	7,0	6,9	5,5
	G	6,9	7,0	6,5	8,0	6,5	5,5		8,7	
	B ₁	6,1	6,3	5,0	7,0	6,0	5,0		7,5	
	G		8,5							
	B ₁		7,5							
	B ₂		7,0							
550	G	7,0	7,4	6,1	7,6	7,2	6,5	6,7	6,5	5,7
	G	7,9	6,8	6,0	7,0	6,3			6,2	
	B ₁	7,0	6,1	4,6	6,5	6,0			6,0	
650	G	7,4	6,1	4,7	6,5	6,4	4,6	6,4	5,9	5,8
	G	6,7	7,0	6,8	6,0	8,0				
	B ₁	6,2	5,2	5,7	6,0	8,0				
750	G	6,7	6,8	5,6	6,8	6,4	5,7	6,2	6,1	4,8
	G	6,6	6,7			6,0	6,0			
	B ₁	6,0	6,5			6,0	5,5			

G – pęd główny, B₁ – pęd boczny pierwszy, B₂ – pęd boczny drugi
G – main shoot, B₁ – first lateral shoot, B₂ – second lateral shoot

Tabela 29

Liczba kłosków w kłosie pszenicy ozimej odmiany Kamila w zależności od terminu siewu, obsady roślin,
klasy wysokości i rozkrzewienia
Number of spikes per spike of winter wheat cv. Kamila depending on sowing term, planting density,
height class and tillering
(Puławy 1992–1994)

Obsada roślin na 1 m ² Planting density per 1 m ²	Pęd Shoot	Termin siewu: Sowing term								
		optymalny; optimal			opóźniony; late			późny; very late		
		klasa wysokości; height class								
		wysokie high	średnie medium	niskie low	wysokie high	średnie medium	niskie low	wysokie high	średnie medium	niskie low
450	G	15,6	14,7	13,0	14,9	13,6	12,9	14,4	14,8	11,4
	G	14,2	13,7	14,0	15,3	12,0	10,0		15,0	
	B ₁	11,8	12,5	10,0	12,3	10,0	10,0		13,5	
	G		15,7							
	B ₁		12,7							
	B ₂		10,7							
550	G	15,0	14,1	11,2	15,0	13,8	12,6	14,6	12,0	11,4
	G	15,4	14,0	11,2	14,0	14,0			13,0	
	B ₁	12,6	11,7	8,0	14,0	11,3			11,0	
650	G	13,9	13,2	10,9	13,8	12,6	8,9	14,0	12,5	11,5
	G	13,7	13,0	12,4	12,0	15,0				
	B ₁	10,5	9,2	10,6	11,0	14,0				
750	G	13,5	13,5	11,3	13,1	12,5	10,8	13,2	12,0	9,2
	G	14,0	14,0			13,0	9,0			
	B ₁	11,8	13,0			6,0	8,0			

G, B₁, B₂ – patrz tab. 28; see tab. 28

Tabela 30

Liczba ziarn w kłosie pszenicy ozimej odmiany Kamila w zależności od terminu siewu, obsady roślin,
klasy wysokości i rozkrzewienia
Number of grains per head of winter wheat cv. Kamila depending on sowing term, planting density,
height class and tillering
(Puławy 1992–1994)

Obsada roślin na 1 m ² Planting density per 1 m ²	Pęd Shoot	Termin siewu: Sowing term								
		optymalny; optimal			opóźniony; late			późny; very late		
		klasa wysokości; height class								
		wysokie high	średnie medium	niskie low	wysokie high	średnie medium	niskie low	wysokie high	średnie medium	niskie low
450	G	42,6	37,3	27,2	37,6	31,2	23,2	40,5	34,3	19,0
	G	34,4	31,9	30,5	38,0	21,3	18,0		36,5	
	B ₁	20,3	23,4	14,5	23,7	18,3	17,0		31,5	
	G		37,7							
	B ₁		29,3							
	B ₂		16,0							
550	G	41,7	33,8	21,3	36,9	32,1	32,8	38,0	28,6	19,6
	G	40,6	31,2	19,0	36,0	31,7			32,0	
	B ₁	25,0	18,9	9,2	29,0	17,7			17,0	
650	G	32,2	29,7	20,2	31,7	26,3	13,0	34,0	24,4	17,3
	G	29,5	28,0	26,6	21,0	40,5				
	B ₁	16,8	17,2	18,4	17,0	31,5				
750	G	30,1	29,1	21,2	28,7	24,8	18,9	30,9	21,0	12,5
	G	32,4	33,8			23,0	10,0			
	B ₁	20,8	30,2			3,0	10,0			

G, B₁, B₂ – patrz tab. 28; see tab. 28

5.2.4.3. Udział poszczególnych typów roślin w tworzeniu plonu

Udział poszczególnych typów roślin i klas wysokości w tworzeniu plonu ziarna zależał zarówno od terminu siewu jak też obsady roślin po wschodach (rys. 35-38).

Opóźnienie terminu siewu i wzrost obsady roślin powodowały zwiększenie znaczenia roślin jednopędowych w tworzeniu plonu z jednostki powierzchni.

Przy obsadzie 450/m² roślin i optymalnym terminie siewu rośliny rozkrzewione wytworzyły 61% plonu, przy opóźnionym 18%, a przy późnym jedynie 8%. Przy siewie w terminie optymalnym rośliny wysokie wytworzyły 34% plonu, średnie 53%, a niskie 13%, chociaż udział tych roślin w łanie wynosił odpowiednio: 27, 43 i 30%. Przy siewie w terminie opóźnionym plon tworzyły głównie rośliny wysokie (43%) i średnie (36%), ale udział niskich był również znaczny (21%). Udział roślin wysokich w tworzeniu plonu był większy niż ich udział w łanie o około 10%, a niskich – mniejszy o 9%. Przy siewie w terminie późnym rośliny piętra wysokiego wytworzyły 38, średniego 58, a niskiego 4% plonu. W przypadku roślin wysokich wartość ta przewyższała o około 6% ich udział ilościowy w łanie, a w przypadku roślin niskich – była mniejsza o około 7% niż ich udział w tworzeniu łanu (rys. 35).

Przy obsadzie 550 roślin/m² i optymalnym terminie siewu rośliny rozkrzewione wytworzyły 54% plonu, przy opóźnionym 11%, a przy późnym 3%. Przy siewie w terminie optymalnym rośliny wysokie wytworzyły 28% plonu, średnie 52%, a niskie 20%, chociaż częstotliwość ich występowania w łanie wynosiła odpowiednio: 18, 49 i 32%.

Przy siewie w terminie opóźnionym udział w plonie roślin wysokich, średnich i niskich wynosił odpowiednio: 46, 38 i 16%, a przy siewie późnym 33, 46 i 21% (rys. 36).

Przy obsadzie 650/m² roślin i optymalnym terminie siewu rośliny rozkrzewione wytworzyły 37% plonu, przy opóźnionym 11%, natomiast przy późnym w ogóle nie wystąpiły w łanie. Przy siewie w terminie optymalnym udział w tworzeniu plonu roślin piętra wysokiego, średniego i niskiego wynosił odpowiednio: 32, 46 i 22%, co było zbliżone do ich częstotliwości występowania w łanie. Przy siewie w terminie opóźnionym rośliny wysokie wytworzyły 48% plonu, średnie 45%, a niskie 7%, chociaż częstotliwość ich występowania w łanie wynosiła odpowiednio 42, 41 i 17%.

Przy siewie w terminie późnym rośliny wysokie wytworzyły 44% plonu, średnie 42%, a niskie 14%, częstotliwość ich występowania w łanie wynosiła odpowiednio 30, 43 i 27% (rys. 37).

Przy obsadzie 750/m² roślin i optymalnym terminie siewu rośliny rozkrzewione wytworzyły 27% plonu, przy opóźnionym 3%, natomiast przy późnym nie wystąpiły w łanie. Przy siewie w terminie optymalnym rośliny wysokie wytworzyły 36, średnie 41, a niskie 13% plonu, chociaż częstotliwość ich występowania

w łanie wynosiła odpowiednio: 28, 45 i 27%. Przy siewie w terminie opóźnionym rośliny wysokie wytworzyły 28% plonu, średnie 49, a niskie 23, częstotliwość zaś ich występowania w łanie wynosiła odpowiednio 21, 47 i 23%. Przy siewie w terminie późnym rośliny wysokie wytworzyły 63% plonu, średnie 30%, niskie 7%, a częstotliwość ich występowania w łanie wynosiła 47, 37 i 16% (rys. 38).

Należy stwierdzić, że zarówno opóźnienie terminu siewu jak i zwiększona obsada roślin w łanie ogranicza liczebność roślin rozkrzewionych lub eliminuje je z łanu. Rośliny piętra wysokiego tworzyły zawsze większą część plonu niż wynosił ich udział w łanie, natomiast udział w tworzeniu plonu roślin piętra niskiego był zawsze mniejszy niż ich częstotliwość występowania w łanie. Zatem można uznać, że duży udział roślin wysokich w łanie jest czynnikiem korzystnym dla plonowania.

5.2.4.4. Zależności korelacyjne i regresyjne

Powyższe obserwacje potwierdzają wyliczone zależności korelacyjne (tab. 31, 32) między plonem ziarna roślin o różnej krzewistości a długością źdźbła. U roślin jednopędowych stwierdzono istotną korelację wszystkich badanych cech architektury łanu z plonem ziarna z rośliny (tab. 31). U roślin dwupędowych przy optymalnym terminie siewu stwierdzono istotną zależność korelacyjną pomiędzy badanymi cechami struktury plonu i architektury łanu a plonem ziarna z rośliny. Je-

Tabela 31

Współczynniki korelacji dla zależności między plonem ziarna z rośliny a elementami struktury plonu i architektury łanu u jednopędowych roślin pszenicy ozimej odmiany Kamila w zależności od terminu i gęstości siewu

Correlation coefficients for dependence between grain yield per plant and canopy components at one-shoot plant cv. Kamila depending on sowing term and planting density (Puławy 1992–1994)

Termin siewu Sowing term	Obsada roślin Planting density	Cechy struktury plonu z rośliny; Yield structure marks		
		długość źdźbła stem length	liczba kłosek w kłosie number of spikelets per head	liczba ziarn w kłosie number of grains per head
1	450	0,561*	0,595*	0,814*
	550	0,639*	0,819*	0,914*
	650	0,534*	0,774*	0,975*
	750	0,659*	0,482*	0,817*
2	450	0,748*	0,791*	0,894*
	550	0,578*	0,755*	0,955*
	650	0,660*	0,862*	0,969*
	750	0,589*	0,827*	0,952*
3	450	0,726*	0,724*	0,971*
	550	0,669*	0,599*	0,965*
	650	0,592*	0,619*	0,953*
	750	0,611*	0,781*	0,977*

* istotność współczynnika korelacji; significance of correlation coefficient

Tabela 32

Współczynniki korelacji dla zależności między plonem ziarna z rośliny a elementami architektury łanu u dwupędowych roślin pszenicy ozimej odmiany Kamila przy optymalnym terminie siewu i zróżnicowanej obsadzie roślin po wschodach
 Correlation coefficients for dependence between grain yields per plant and canopy components of two-shoots plants of cv. Kamila at optimal sowing time and different plant density
 (Puławy 1992–1994)

Obsada roślin na 1 m ² Planting density per 1 m ²	Pęd główny; Main shoot			Pęd boczny; Lateral shoot				
	długość źdźbła steam length	liczba kłosków w kłosie number of spikelets per head	liczba ziarn z kłosa number of grains per head	masa ziarna z kłosa grain yield per head	długość źdźbła steam length	liczba kłosków w kłosie number of spikelets per head	liczba ziarn z kłosa number of grains per head	masa ziarna z kłosa grain yield per head
450	0,199	0,678*	0,740*	0,833*	0,067	0,6055*	0,7358*	0,8191*
550	0,631*	0,720*	0,847*	0,925*	0,731*	0,7190*	0,8885*	0,8881*
650	0,317	0,694*	0,923*	0,910*	0,501*	0,6126*	0,7939*	0,9327*
750	0,592*	0,795*	0,917*	0,934*	0,701	0,6677*	0,7973*	0,9288*

* istotność współczynnika korelacji; significance of correlation coefficient

Tabela 33

Zależność liniowa plonu ziarna z rośliny jedнопędowej u pszenicy ozimej odmiany Kamila a elementami struktury rośliny w zależności od terminu i gęstości siewu

Linear dependence between grain yields per head of one-shoot winter wheat cv. Kamila plants and yield components in dependence to sowing density and sowing term
(Puławy 1992–1994)

Termin Siewu Sowing term	Obsada roślin na 1 m ² Planting density per 1 m ²	Długość źdźbła Steam length		Liczba kłosek w kłosie Number of spikelets per head		Liczba ziarn w kłosie Number of grains per head	
		współczynnik determinacji determination coefficient	równanie equation	współczynnik determinacji determination coefficient	równanie equation	współczynnik determinacji determination coefficient	równanie equation
1	450	31	$y = -3,39 + 0,052 X$	35	$y = -1,4 + 0,2 X$	67	$y = 0,046 X$
	550	41	$y = -2,5 + 0,045 X$	67	$y = -1,4 + 0,22 X$	83	$y = 0,049 X$
	650	28	$y = 0,023 X$	60	$y = -1,14 + 0,19 X$	95	$y = 0,049 X$
	750	43	$y = -3,09 + 0,04 X$	23	$y = 0,13 X$	67	$y = 0,054 X$
2	450	56	$y = -2,24 + 0,039 X$	63	$y = -1,73 + 0,232 X$	80	$y = 0,05 + 0,05 X$
	550	43	$y = -1,4 + 0,029 X$	74	$y = -1,47 + 0,217 X$	93	$y = -0,21 + 0,05 X$
	650	43	$y = -1,4 + 0,029 X$	74	$y = -1,47 + 0,22 X$	94	$y = -0,21 + 0,05 X$
	750	35	$y = -1,0 + 0,023 X$	68	$y = -0,8 + 0,15 X$	91	$y = -0,16 + 0,05 X$
3	450	53	$y = -1,06 + 0,032 X$	54	$y = -2,18 + 0,27 X$	94	$y = -0,18 + 0,05 X$
	550	45	$y = -1,54 + 0,033 X$	36	$y = -0,74 + 0,159 X$	93	$y = -0,15 + 0,05 X$
	650	35	$y = -1,9 + 0,036 X$	38	$y = -1,09 + 0,17 X$	91	$y = -0,22 + 0,05 X$
	750	37	$y = -0,97 + 0,025 X$	61	$y = -1,28 + 0,20 X$	96	$y = -0,15 + 0,05 X$

dynie przy obsadzie 450 roślin/m² nie stwierdzono zależności pomiędzy długością źdźbła pędu głównego i bocznego a plonem ziarna z rośliny. Również przy obsadzie 650 roślin/m² nie stwierdzono zależności korelacyjnej między plonem ziarna z rośliny a długością źdźbła pędu głównego (tab. 32).

Analiza regresji wskazuje, że plon ziarna rośliny jedнопędowej był zależny od długości źdźbła, liczby kłosek w kłosie oraz liczby ziarn w kłosie (tab. 33). U roślin dwupędowych stwierdzono zależność liniową pomiędzy plonem ziarna z rośliny i elementami struktury plonu i architektury łanu pędu głównego i bocznego. Nie stwierdzono jedynie zależności regresyjnej plonu ziarna z rośliny od długości źdźbła zarówno pędu bocznego jak i głównego przy gęstości 450 i 550 roślin/m² (tab. 34).

Tabela 34

Zależność regresyjna między plonem ziarna z rośliny a elementami architektury łanu u roślin dwupędowych w zależności od obsady roślin po wschodach przy optymalnym terminie siewu
Regression equations of grain yield per head and canopy components of two-shoots plants depending on planting density at optimal sowing term
(Puławy 1992–1994)

Obsada roślin Planting density	Pęd główny; Main shoot		Pęd boczny; Lateral shoot	
	współczynnik determinacji determination coefficient	równanie equation	współczynnik determinacji determination coefficient	równanie equation
długość źdźbła; stem length				
450	40	brak zależności; no dependence	54	$y = -3,78 + 0,072X$
550		$y = -5,7 + 0,086X$		
650		brak zależności; no dependence		
750	35	$y = 0,033X$	49	$y = -5,8 + 0,092X$
liczba kłosek w kłosie; number of spikelets per head				
450	46	$y = -4,2 + 0,49X$	37	$y = 0,27X$
550	52	$y = -1,9 + 0,32X$	52	$y = 0,30X$
650	48	$y = 0,27X$	38	$y = 0,15X$
750	63	$y = -8,6 + 0,82X$	45	$y = 0,51X$
liczba ziarn w kłosie; number of grains per head				
450	55	$y = 0,077X$	54	$y = -1,2 + 0,070X$
550	72	$y = 0,073X$	79	$y = 0,75 + 0,094X$
650	85	$y = 0,097X$	63	$y = 0,94 + 0,069X$
750	84	$y = 0,111X$	63	$y = 0,094X$
masa ziarna z kłosa; grain yield per head				
450	63	$y = 1,35X$	67	$y = 1,09 + 1,38X$
550	86	$y = 1,53X$	79	$y = 0,84 + 1,78X$
650	83	$y = 1,80X$	87	$y = 0,86 + 1,61X$
750	87	$y = 1,71X$	86	$y = 1,76X$

**5.3. PRODUKCYJNOŚĆ ŁANU PSZENICY OZIMEJ ZBUDOWANEGO
Z ROŚLIN JEDNO- I DWUPĘDOWYCH W WARUNKACH RÓŻNEJ
OBSADY ROŚLIN NA JEDNOSTCE POWIERZCHNI GLEBY
(DOŚWIADCZENIE 3)**

**5.3.1. Daty występowania oraz długość poszczególnych faz rozwojowych
i okresu wegetacji**

Nie stwierdzono zróżnicowania przebiegu faz rozwojowych w zależności od badanych czynników (odmiany, modelu rośliny, ilości wysiewu), a tylko w zależności od lat (tab. 35).

W sezonach wegetacyjnych 1991/92 i 1992/93 długość okresu wegetacji wynosiła 307 dni, natomiast w sezonie 1993/94 – 312 dni. Największe zróżnicowanie długości okresów wegetacji wystąpiło przed kłoszeniem pszenicy. Najkrótszy

Tabela 35

Długość poszczególnych okresów wegetacji pszenicy ozimej
Dates and duration of winter wheat development stages
(Puławy 1991–1994)

Okresy wegetacji Periods	Sezony wegetacji: Years					
	1991/92		1992/93		1993/94	
	data date	liczba dni days	data date	liczba dni days	data date	liczba dni days
Siew–wschody Sowing–emergence	18.09-25.09	7	18.09-27.09	10	21.09-1.10	11
Wschody–krzewienie Emerence–tillering	25.09-14.10	19	27.09-2.11	36	1.10-14.10	13
Krzewienie–strzelanie w źdźbło Tillering–shooting	14.10-3.05	202	2.11-6.05	185	14.10-27.04	195
Strzelanie w źdźbło– początek kłoszenia Shooting–start heading	3.05-1.06	29	6.05-23.05	17	27.04-1.06	35
Początek kłoszenia–pełnia kłoszenia Start heading–full heading	1.06-5.06	4	23.05-29.05	6	1.06-7.06	6
Kłoszenie–dojrzałość mleczna Heading–Milk maturity	5.06-21.06	16	29.05-12.06	14	7.06-23.06	16
Dojrzałość mleczna– dojrzałość pełna Milk maturity–full maturity	21.06-21.07	30	12.06-21.07	39	23.06-29.07	36
Długość okresu wegetacji Vegetation period		307		307		312

okres siew–wschody stwierdzono w roku 1991 (7 dni), najdłuższy w 1993 (11 dni). Długość okresu wschody–krzewienie wahała się od 13 dni (1993 r.) do 36 dni (1992 r.). Długość fazy krzewienia wahała się od 185 dni w sezonie 1992/1993 do 202 dni w sezonie 1991/1992. Okres strzelanie w źdźbło–początek kłoszenia w 1994 roku był najdłuższy (35 dni), natomiast w roku 1993 najkrótszy (17 dni). Długość okresów: od początku kłoszenia do pełni kłoszenia wynosiła od 4 do 6 dni, a od pełni kłoszenia do dojrzałości mleczonej od 14 do 16 dni. Większe zróżnicowanie stwierdzono w przypadku okresu dojrzałość mleczna–dojrzałość pełna. W roku 1992 jego długość wynosiła 30 dni, podczas gdy w roku 1993 – 39 dni (tab. 35). Długość faz początkowych związana była głównie z temperaturą powietrza, natomiast długość okresu tworzenia się ziarna i jego dojrzewania zależała również od temperatury (tab. 35).

5.3.2. Obsada roślin

Liczba roślin w czasie zbioru badanych odmian pszenicy zależała zarówno od modelu rośliny jak też od obsady roślin po wschodach. Stwierdzono istotny wzrost liczby roślin wraz ze zwiększaniem ilości wysiewu, niezależnie od ich modelu, z tym, że wypadanie w okresie wegetacji roślin jedнопędowych było większe niż roślin dwupędowych i niemodelowanych (kontrolnych). Procent wypadania roślin dwupędowych i kontrolnych w okresie wegetacji u odmiany Lama był podobny (tab. 36).

U obu odmian stwierdzono istotne współdziałanie modelu rośliny i obsady roślin w kształtowaniu liczby roślin w okresie zbioru. U odmiany Koda przy obsadzie po wschodach wynoszącej 400 roślin/m² przy zbiorze stwierdzono podobną

Tabela 36

Liczba roślin przy zbiorze z 1 m² w zależności od obsady roślin po wschodach i modelu rośliny
dwu odmian pszenicy ozimej

Number of winter wheat plants in harvest time depending on plant density and plant model
(Puławy 1992–1994)

Obsada roślin po wschodach Plant density (a)	Odmiana; Cultivar					
	Koda			Lama		
	model rośliny; plant model (b)					
	naturalny natural	dwupędowy two shoots	jednopędowy one shoot	naturalny natural	dwupędowy two shoots	jednopędowy one shoot
400	380	374	351	365	369	355
600	562	547	508	546	537	506
800	696	653	621	689	672	623
NIR dla: LSD for:						
a x b	22.9			24.5		

liczbę roślin w obiekcie kontrolnym i z roślinami dwupędowymi, natomiast w obiekcie z roślinami jednopędowymi wypadanie roślin było większe niż w obiekcie kontrolnym. Przy zagęszczeniu po wschodach wynoszącym 600 roślin/m², większe wypadanie w okresie wegetacji wystąpiło w przypadku roślin jednopędowych w stosunku do dwupędowych i kontrolnych, między którymi istotnych różnic nie stwierdzono. Przy obsadzie 800 roślin/m² największą przeżywalność stwierdzono w przypadku roślin niemodelowanych, mniejszą u roślin dwupędowych i najmniejszą w obiekcie z roślinami jednopędowymi (tab. 36, 37).

U odmiany Lama przy obsadzie po wschodach wynoszącej 400 roślin na 1 m² stwierdzono podobne wypadanie roślin w okresie wegetacji przy wszystkich modelach rośliny. Przy obsadzie 600 i 800 roślin na 1 m² wypadanie roślin dwupędowych i niemodelowanych było podobne, natomiast roślin jednopędowych – większe (tab. 36, 37).

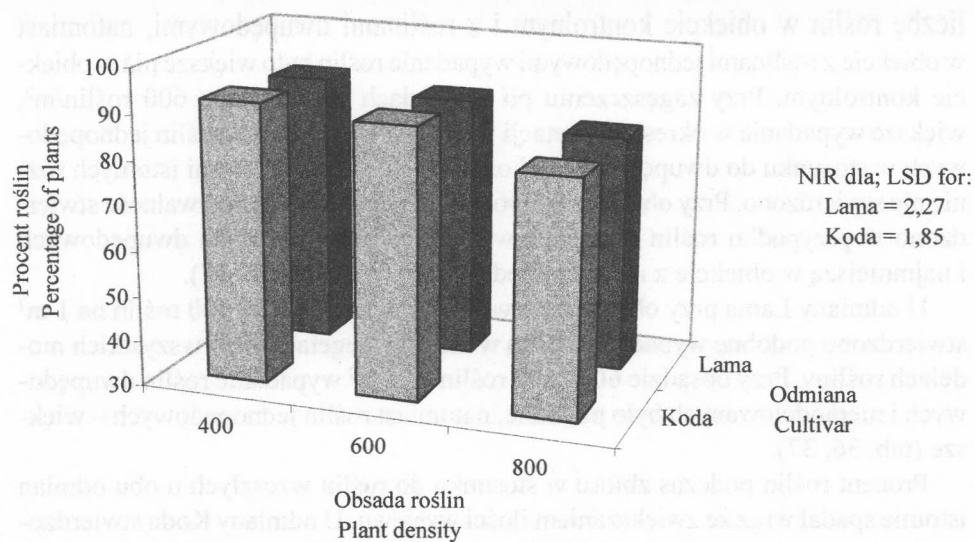
Procent roślin podczas zbioru w stosunku do roślin wzeszłych u obu odmian istotnie spadał wraz ze zwiększaniem ilości wysiewu. U odmiany Koda stwierdzono istotną różnicę w procencie roślin przy zbiorze w stosunku do wzeszłych w zależności od modelu rośliny. Największy procent roślin w czasie zbioru w stosunku do wzeszłych stwierdzono na obiekcie kontrolnym, najmniejszy w przypadku roślin jednopędowych. U odmiany Lama przeżywalność roślin niemodelowanych i dwupędowych była podobna, natomiast roślin jednopędowych mniejsza. U żadnej z odmian nie stwierdzono współdziałania modelu rośliny z obsadą roślin po wschodach w stosunku do przeżywalności roślin w okresie wegetacji (rys. 39, 40).

Tabela 37

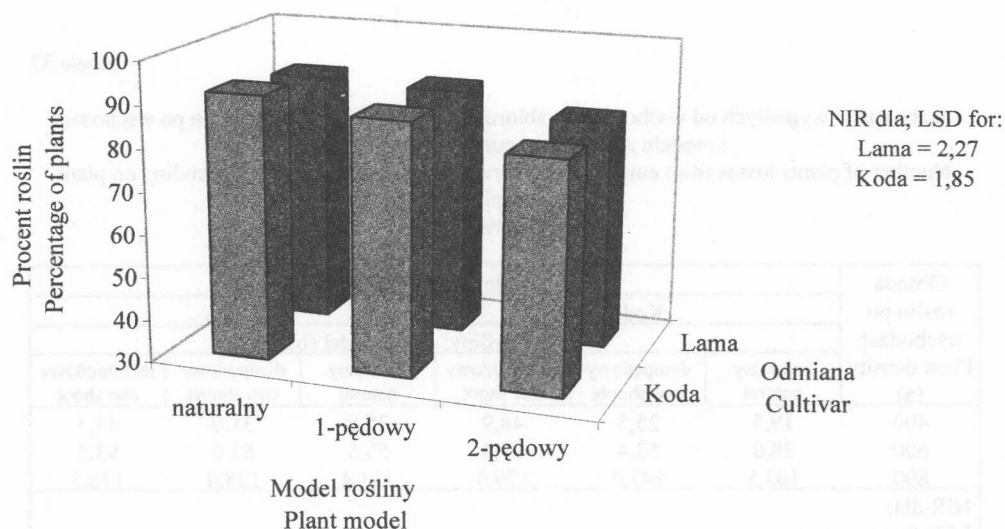
Liczba roślin wypadłych od wschodów do zbioru w zależności od obsady roślin po wschodach i modelu rośliny dwu odmian pszenicy ozimej

Number of plants losses from emergence to harvest time of winter wheat depending on plant density and plant model
(Puławy 1992–1994)

Obsada roślin po wschodach Plant density (a)	Odmiana; Cultivar					
	Koda			Lama		
	model rośliny; plant model (b)					
	naturalny natural	dwupędowy two shoots	jednopędowy one shoot	naturalny natural	dwupędowy two shoots	jednopędowy one shoot
400	19,5	25,5	48,9	35,0	31,0	44,5
600	38,0	53,4	97,0	53,5	63,0	93,5
800	103,5	147,0	179,0	111,4	128,0	176,5
NIR dla: LSD for:						
a x b		23,84		24,47		



Rys. 39. Procent roślin w czasie zbioru w stosunku do wzeszłych w zależności od obsady roślin
Percentage of plants in harvest time in relation to emergence depending on planting density
(Puławy 1992–1994)



Rys. 40. Procent roślin w czasie zbioru w stosunku do wzeszłych w zależności od modelu rośliny
Percentage of plants in harvest time in relation to emergence depending on plant model
(Puławy 1992–1994)

5.3.3. Produkcyjność łanu i niektóre cechy struktury plonu pszenicy ozimej w zależności od modelu rośliny i obsady roślin na 1 m²

5.3.3.1. Plon ziarna z 1 m²

U obu odmian wystąpiło istotne współdziałanie między modelem rośliny a obsadą roślin w kształtowaniu plonu ziarna. U odmiany Koda dwupędowy, a szczególnie jednopędowy model rośliny spowodował spadek plonu ziarna w stosunku do modelu naturalnego, niezależnie od obsady roślin po wschodach. Duża obsada roślin (800 roślin/m²) o modelu naturalnym przyczyniła się do spadku plonu w stosunku do obsady małej lub średniej. W przypadku roślin dwupędowych nie stwierdzono istotnej zmiany poziomu plonowania w zależności od obsady roślin, a w przypadku modelu rośliny jednopędowej wyższy plon uzyskano przy największej obsadzie roślin (tab. 38).

Tabela 38

Plon ziarna (kg/m²) w zależności od obsady roślin po wschodach i modelu rośliny dwu odmian pszenicy ozimej
Grain yield (kg/m²) of two winter wheat cultivars depending on plant density and plant model
(Puławy 1992–1994)

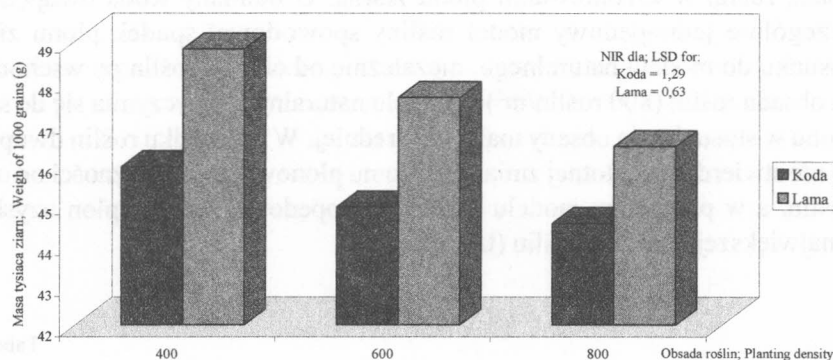
Obsada roślin po wschodach Plant density (a)	Odmiana: Cultivar					
	Koda			Lama		
	model rośliny: plant model (b)					
	naturalny natural	dwupędowy two shoots	jednopędowy one shoot	naturalny natural	dwupędowy two shoots	jednopędowy one shoot
400	0,87	0,75	0,60	0,87	0,83	0,66
600	0,89	0,76	0,64	0,96	0,86	0,76
800	0,83	0,78	0,66	0,83	0,83	0,73
NIR dla: LSD for: a x b						
		0,047	0,050			

U odmiany Lama w obiekcie kontrolnym przy małej (400 roślin/m²) i dużej (800 roślin/m²) obsadzie roślin uzyskano plon niższy natomiast najwyższy – stosując średnią obsadę roślin. W obiekcie z modelem roślin dwupędowych obsada roślin nie miała wpływu na plon, a w obiekcie z łanem zbudowanym z roślin jednopędowych najniższy plon uzyskano przy małej obsadzie roślin (400 roślin/m²) w stosunku do średniej i dużej obsady roślin (tab. 38).

5.3.3.2. Masa 1000 ziarn

Masa 1000 ziarn obu odmian pszenicy nie zależała od modelu rośliny, a tylko od obsady roślin – u odmiany Koda była istotnie mniejsza przy dużej obsadzie

roślin (800) niż przy małej i średniej (400 i 600/m²), natomiast u odmiany Lama zmniejszała się wraz ze zwiększaniem obsady roślin. U żadnej z odmian nie stwierdzono istotnego współdziałania między obsadą roślin a modelem rośliny w stosunku do masy 1000 ziarn (rys. 41).



Rys. 41. Masa tysiąca ziarn odmian pszenicy ozimej w zależności od obsady roślin
Weight of 1000 grains of winter wheat depending on planting density

5.3.3.3. Liczba kłosów na 1 m²

Obsada kłosów obu odmian zwiększała się istotnie wraz ze wzrostem obsady roślin po wschodach. Różniła się też istotnie w zależności od modelu rośliny – była największa przy modelu naturalnym (kontrola), najmniejsza w przypadku jednopędowego modelu rośliny (tab. 39).

Tabela 39

Liczba kłosów z 1 m² w zależności od obsady roślin po wschodach i modelu rośliny dwu odmian pszenicy ozimej
Number of heads depending on plant density and on plant model of two winter wheat cultivars (Puławy 1992–1994)

Obsada roślin po wschodach Plant density (a)	Odmiana; Cultivar						
	Koda			Lama			
	model rośliny; plant model (b)						
	naturalny natural	dwupędowy two shoots	jednopędowy one shoot	naturalny natural	dwupędowy two shoots	jednopędowy one shoot	średnia mean
400	576	468	329	575	491	349	472
600	695	601	461	714	599	501	605
800	723	677	569	795	680	604	693
Średnio; Mean				694	590	484	
NIR dla:							
LSD for:							
a							26,5
b							26,5
a x b							r.n.

5.3.3.4. Dynamika liczby pędów na roślinie (model naturalny – kontrola)

U obu odmian niezależnie od obsady roślin, stwierdzono największą liczbę pędów na roślinie w fazie pełni strzelania w źdźbło. Pod koniec fazy strzelania w źdźbło doszło do gwałtownego obumierania pędów – w fazie kłoszenia stwierdzono ponad dwukrotne zmniejszenie ich liczby. W okresie między kłoszeniem a zbiorem stwierdzono dalsze istotne zmniejszenie liczby pędów na roślinie przy wszystkich uwzględnionych poziomach obsady roślin. Badane odmiany wykazały się podobnym poziomem krzewienia przy tej samej obsadzie roślin w okresie od fazy strzelania w źdźbło do zbioru, natomiast w fazie krzewienia więcej pędów na roślinie stwierdzono u odmiany Lama. Liczba pędów na roślinie malała w miarę wzrostu obsady roślin (rys. 42).

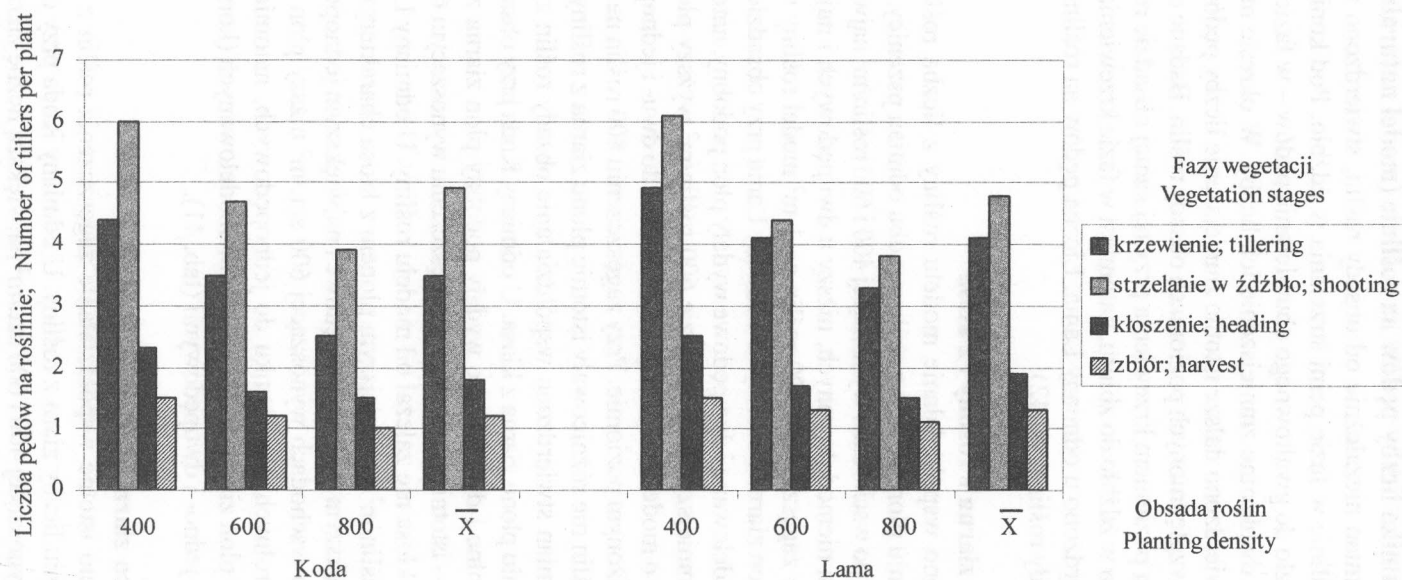
5.3.3.5. Plon ziarna z rośliny i z kłosa

Stwierdzono współdziałanie modelu rośliny z liczbą roślin po wschodach w kształtowaniu plonu ziarna z rośliny u obu odmian pszenicy. U odmiany Koda przy obsadzie po wschodach wynoszącej 400 i 600 roślin/m² najwyższy plon stwierdzono u roślin niemodelowanych, niższy u dwupędowych i najniższy u jednopędowych. Przy zagęszczeniu 800 roślin na 1 m² model rośliny nie miał istotnego wpływu na plon ziarna z rośliny. U odmiany Lama przy obsadzie 400 roślin na m², rośliny niemodelowane i dwupędowe wydały plon podobny, natomiast rośliny jednopędowe – mniejszy. Przy obsadzie 600 roślin/m² wyższy plon wydały rośliny jednopędowe o modelu naturalnym w stosunku do dwu- i jednopędowych, plonujących na zbliżonym poziomie. Przy zagęszczeniu 800 roślin na 1 m² uwzględnione modele roślin nie różnicowały istotnie plonu ziarna z rośliny (tab. 40).

U obu odmian stwierdzono współdziałanie obsady roślin z modelem rośliny w kształtowaniu plonu ziarna z kłosa. U odmiany Koda przy obsadzie 400 roślin/m² rośliny kontrolne i dwupędowe wydały podobny plon ziarna z kłosa, natomiast jednopędowe – istotnie wyższy. Przy zagęszczeniu wynoszącym 600 i 800 roślin/m² plon ziarna z kłosa nie zależał od modelu rośliny. U odmiany Lama przy zagęszczeniu 400 roślin/m² najmniejszym plonem z kłosa charakteryzowały się rośliny kontrolne, większym rośliny dwupędowe i największym jednopędowe. Przy obsadzie roślin po wschodach wynoszącej 600 szt./m² niższy plon z kłosa uzyskano z roślin kontrolnych w stosunku do jednopędowych, natomiast przy obsadzie 800 roślin/m² plon ziarna z kłosa roślin niemodelowanych (kontrolnych) był niższy niż roślin jedno- i dwupędowymi (tab. 41).

5.3.3.6. Liczba ziarn z rośliny i z kłosa

Stwierdzono istotne współdziałanie zagęszczenia roślin z modelem rośliny w kształtowaniu liczby ziarn z rośliny. U odmiany Koda przy obsadzie roślin po wschodach wynoszącej 400 i 600 szt./m² największą liczbę ziarn z rośliny stwierdzono na roślinach niemodelowanych, mniejszą na dwupędowych, najmniejszą na jednopędowych. Przy zagęszczeniu 800 roślin/m² rośliny kontrolne i dwupędowe



Rys. 42. Liczba pędów na roślinie pszenicy ozimej w okresie od krzewienia do strzelania w źdźbło
Number of winter wheat tillers (on one plant) from tillering to harvest time

Tabela 40

Plon ziarna z rośliny (g) w zależności od obsady roślin po wschodach i modelu rośliny dwu odmian pszenicy ozimej

Grain yield per plant depending on plant density and plant model of two winter wheat cultivars (Puławy 1992–1994)

Obsada roślin po wschodach Plant density (a)	Odmiana: Cultivar					
	Koda			Lama		
	model rośliny: plant model (b)					
	naturalny natural	dwupędowy two shoots	jednopędowy one shoot	naturalny natural	dwupędowy two shoots	jednopędowy one shoot
400	2,25	1,98	1,67	2,35	2,23	1,83
600	1,56	1,38	1,23	1,73	1,57	1,47
800	1,17	1,18	1,04	1,19	1,24	1,18
NIR dla:						
LSD for:						
a x b	0.138			0.133		

Tabela 41

Plon ziarna z kłosa (g) w zależności od obsady roślin po wschodach i modelu rośliny dwu odmian pszenicy ozimej

Grain yield per head depending on plant density and plant model of two winter wheat cultivars (Puławy 1992–1994)

Obsada roślin po wschodach Plant density (a)	Odmiana: Cultivar					
	Koda			Lama		
	model rośliny: plant model (b)					
	naturalny natural	dwupędowy two shoots	jednopędowy one shoot	naturalny natural	dwupędowy two shoots	jednopędowy one shoot
400	1,49	1,58	1,77	1,50	1,67	1,86
600	1,27	1,25	1,36	1,31	1,40	1,48
800	1,13	1,13	1,14	1,02	1,20	1,22
NIR dla:						
LSD for:						
a x b	0.107			0.118		

wytworzyły podobną liczbę ziarn, natomiast jednopędowe mniejszą. U odmiany Lama przy obsadzie po wschodach 400 roślin/m² rośliny kontrolne i dwupędowe nie różniły się liczbą zawiązanych ziarn, natomiast jednopędowe miały ich mniej. Przy zagęszczeniu 600 roślin/m² istotnie większą liczbę ziarn z rośliny stwierdzono na roślinach niemodelowanych, w stosunku do dwu- i jednopędowych, natomiast przy zagęszczeniu 800 roślin/m² nie stwierdzono istotnych różnic w liczbie ziarn z rośliny w zależności od jej modelu (tab. 42).

Tabela 42

Liczba ziarn z rośliny w zależności od obsady roślin po wschodach i modelu rośliny dwu odmian pszenicy ozimej

Number of grains per plant depending on plant density and plant model of two winter wheat cultivars (Puławy 1992–1994)

Obsada roślin po wschodach Plant density (a)	Odmiana; Cultivar					
	Koda			Lama		
	model rośliny; plant model (b)					
	naturalny natural	dwupędowy two shoots	jednopędowy one shoot	naturalny natural	dwupędowy two shoots	jednopędowy one shoot
400	47,7	42,0	35,5	47,7	45,6	37,3
600	34,2	30,5	27,1	35,8	32,4	30,9
800	26,0	26,5	23,5	25,6	25,7	25,3
NIR dla: LSD for:						
a x b	2,77			2,65		

Liczba ziarn z kłosa obu odmian pszenicy zmniejszała się wskutek zwiększania zagęszczenia roślin po wschodach. Model rośliny miał istotny wpływ na omawianą cechę. U odmiany Koda rośliny niemodelowane i dwupędowe wytworzyły mniej ziarn z kłosa niż rośliny jednopędowe. U odmiany Lama liczba ziarn z kłosa zwiększała się w miarę ograniczania liczby pędów na roślinie (tab. 43).

Tabela 43

Liczba ziarn z kłosa w zależności od obsady roślin po wschodach i modelu rośliny dwu odmian pszenicy ozimej

Number of grains per head depending on plant density and plant model of two winter wheat cultivars (Puławy 1992–1994)

Obsada roślin po wschodach Plant density (a)	Odmiana; Cultivar						
	Koda			Lama			
	model rośliny; plant model (b)						
	naturalny natural	dwupędowy two shoots	jednopędowy one shoot	naturalny natural	dwupędowy two shoots	jednopędowy one shoot	średnia mean
400	31,3	33,9	37,9	30,7	34,3	36,3	33,8
600	27,9	27,9	30,2	27,3	29,0	31,3	29,2
800	25,3	35,5	25,8	22,4	25,3	26,0	24,6
Średnio Mean				26,8	29,5	31,2	
NIR dla: LSD for:							
a						1,31	
b						1,31	
a x b	2.20					r.n	

r.n. – różnice nieistotne; differences not significant

W przypadku liczby ziarn z kłosa istotne współdziałanie obsady roślin z modelem rośliny wystąpiło tylko u odmiany Koda – przy zagęszczeniu wynoszącym 400 roślin/m² najmniejszą liczbę ziarn z kłosa stwierdzono u roślin niemodelowanych, większą u dwupędowych i największą u jednopędowych. W warunkach obsady 600 roślin/m² kłosa roślin kontrolnych i dwupędowych wytworzyły podobną liczbę ziarn, a jednopędowych – większą. Przy zagęszczeniu 800 roślin na 1 m² model rośliny nie miał istotnego wpływu na liczbę ziarn z kłosa (tab. 43).

5.3.4. Architektura łanu pszenicy ozimej w zależności od obsady roślin i modelu rośliny

5.3.4.1. Udział w łanie roślin o różnej wysokości

We wszystkich obiektach stwierdzono występowanie roślin wysokich (powyżej 100 cm), średnich (od 90 do 100 cm) i niskich (poniżej 90 cm), z tym, że ich udział w łanie zależał od odmiany, obsady roślin i modelu rośliny.

W przypadku odmiany Lama i małej obsady roślin model rośliny nie miał dużego wpływu na udział roślin w poszczególnych klasach wysokości. Przy średniej obsadzie roślin w łanie zbudowanym z roślin jednopędowych stwierdzono mniej roślin wysokich, a więcej średnich i niskich niż w łanach roślin dwupędowych i naturalnych. Przy dużej obsadzie roślin łan z roślin jednopędowych zawierał zbliżoną liczbę roślin wysokich i średnich, łan zbudowany z roślin dwupędowych zawierał ponad dwukrotnie więcej roślin wysokich niż średnich, a w łanie kontrolnym 45% stanowiły rośliny wysokie, 27% średnie i 28% rośliny niskie. U odmiany Lama stwierdzono, że łan zbudowany z roślin jednopędowych zawierał mniej roślin wysokich, a więcej średnich i niskich w stosunku do łanów zbudowanych z roślin dwupędowych lub naturalnych (kontrolnych). W łanach odmiany Lama udział roślin niskich był duży (ponad 20%) niezależnie od modelu rośliny (tab. 44).

W przypadku odmiany Koda przy małej obsadzie roślin udział roślin wysokich w łanie zbudowanym z roślin jednopędowych był mniejszy (37%) niż udział roślin średnich (52%), natomiast w łanach zbudowanych z roślin dwupędowych lub niemodelowanych rośliny wysokie dominowały liczebnie nad średnimi, a szczególnie niskimi. Przy średniej obsadzie roślin przewaga roślin wysokich była wyraźna niezależnie od modelu rośliny pszenicy. W warunkach dużej obsady roślin łan zbudowany z roślin jednopędowych składał się w równym stopniu z roślin wysokich i średnich z małą domieszką niskich. Łany zbudowane z roślin dwupędowych i kontrolnych charakteryzowały się przewagą roślin wysokich i dość dużym udziałem (18–24%) roślin niskich. Średnio odmiana Koda charakteryzowała się większym udziałem w łanie roślin wysokich i mniejszym udziałem roślin niskich w stosunku do odmiany Lama (tab. 44).

Tabela 44

Udział w łanie klas roślin o różnej wysokości (%) w zależności od modelu rośliny i obsady roślin u dwu odmian pszenicy ozimej

Percentage of different height plants in canopy depending on plant model, plant density and on cultivars

(Puławy 1992–1994)

Model rośliny Plant model	Klasa wysokości Height class	Obsada roślin na 1 m ² ; Planting density per 1 m ²					
		400		600		800	
		odmiana; cultivar					
		Lama	Koda	Lama	Koda	Lama	Koda
Jednopędowy One-shoot	wysokie; high	42	37	43	57	36	43
	średnie; medium	32	52	38	28	36	45
	niskie; short	26	11	19	15	28	12
Dwupędowy Two-shoots	wysokie; high	36	58	60	62	54	49
	średnie; medium	35	27	30	33	23	33
	niskie; short	29	15	10	5	23	18
Naturalny Natural	wysokie; high	43	63	58	58	45	52
	średnie; medium	36	25	28	28	27	24
	niskie; short	21	12	14	14	28	24

5.3.4.2. Udział w łanie roślin o różnym rozkrzewieniu

Ocena stopnia rozkrzewienia roślin w okresie zbioru wykazała, że jedynie jednopędowy model rośliny zapewnił jednorodność roślin pod względem ich rozkrzewienia, niezależnie od obsady roślin po wschodach. Model rośliny dwupędowej udało się utrzymać u odmiany Lama jedynie u 25 (mniejsza obsada roślin) lub 22% (średnia obsada) populacji roślin na jednostce powierzchni gleby. U odmiany Koda uzyskano tylko 22% roślin dwupędowych przy najmniejszej obsadzie roślin. Również w przypadku naturalnego modelu roślin większość z nich (mała i średnia obsada) lub wszystkie (duża obsada roślin) nie była rozkrzewiona. Przy małej obsadzie roślin dwupędowych było 25% (Lama) lub 32% (Koda), przy średniej obsadzie odpowiednio 11 i 19%, a przy dużej gęstości siewu wystąpiły dwupędowe rośliny jedynie u odmiany Koda (10%). Rośliny trójpędowe występowały u obu odmian w małym procencie (2–6%) przy małej i średniej obsadzie roślin (tab. 45).

Założony model rośliny utrzymano tylko przy roślinach jednopędowych. Pozostawienie dwu pędów na roślinie w okresie krzewienia i strzelania w źdźbło nie gwarantowało utrzymania takiego modelu rośliny po wykłoszeniu bowiem pędy boczne zamierały w końcowym okresie fazy strzelania w źdźbło i na początku kłoszenia.

Tabela 45

Udział w łanie roślin o różnym stopniu rozkrzewienia w zależności od modelu rośliny i obsady roślin u dwu odmian pszenicy ozimej
 Percentage of different shoots plants in canopy depending on plant model, plant density and on cultivars
 (Puławy 1992–1994)

Model rośliny Plant model	Liczba pedów na roślinie Number of shoots per plant	Obsada roślin na 1m ² ; Planting density per 1 m ²					
		400		600		800	
		odmiana; cultivar					
		Lama	Koda	Lama	Koda	Lama	Koda
Jednopędowy One-shoot	1	100	100	100	100	100	100
Dwupędowy	1	75	78	100	78	100	100
Two-shoots	2	25	22	0	22	0	0
Naturalny	1	69	84	100	66	78	90
Natural	2	25	11	0	32	19	10
	3	6	5	0	2	3	0

5.3.4.3. Plon ziarna z kłosa

Plon ziarna z kłosa roślin wysokich obu odmian był największy, z roślin niskich najmniejszy niezależnie od modelu rośliny i obsady roślin (tab. 46). U roślin jednopędowych wysokich odmiany Lama stwierdzono podobny plon ziarna z kłosa przy małej i średniej obsadzie roślin. Jednopędowe rośliny średnie i niskie odmiany Koda wytwarzały większy plon z kłosa przy dużej obsadzie roślin w stosunku do średniej. Również niemodelowane rośliny niskie tej odmiany charakteryzowały się podobnym plonem z kłosa przy średniej i dużej obsadzie roślin wczesnych. W przypadku pozostałych klas wysokości plon z kłosa zmniejszał się w miarę zwiększania obsady roślin po wschodach, niezależnie od modelu rośliny (tab. 46).

Plon ziarna z kłosa roślin wysokich modelu jednopędowego był podobny przy obsadach 400 i 600 roślin/m², natomiast istotnie mniejszy przy obsadzie 800 roślin/m² (tab. 44). Produkcyjność kłosów roślin średnich i niskich ulegała systematycznej i dużej redukcji w miarę wzrostu gęstości siewu (wyjątek – rośliny niskie odmiany Koda, które wydały wyższy plon przy największej obsadzie roślin w stosunku do średniej). W przypadku modelu dwupędowego plon z kłosa zmniejszał się sukcesywnie w miarę zmniejszania wysokości roślin oraz wzrostu ich obsady roślin na jednostce powierzchni, niezależnie od klasy wysokości i stopnia rozkrzewienia. Produkcyjność kłosa roślin kontrolnych (model naturalny) zależa-

Tabela 46

Plon ziarna z kłosa odmian pszenicy ozimej w zależności od modelu rośliny, obsady roślin i klasy wysokości
 Grain yield per head of winter wheat depending on plant model, planting density and height class
 (Puławy 1992–1994)

Odmiana Cultivar	Model rośliny Plant model	Pęd Shoot	Obsad roślin po wschodach na 1 m ² ; Planting density per 1 m ²								
			400			600			800		
			klasa wysokości; height class (cm)								
			>100	90-100	<90	>100	90-100	<90	>100	90-100	<90
Lama	naturalny natural	G	1,96	1,95	1,68	1,72	1,47	1,38	1,47	0,96	0,819
		G	2,02	1,66	1,50	2,45	1,13				
		B ₁	1,13	1,19	1,24	1,29	0,67				
		G	2,62	1,97	1,07	2,91					
		B ₁	2,01	1,07	0,64	2,85					
		B ₂	1,55	0,69	0,60	1,96					
	dwupędowy two-shoots	G	2,28	1,96	1,61	1,97	1,43	1,20	1,60	1,23	0,889
		G	2,16	1,90	0,84	1,91					
	jednopędowy one-shoot	B ₁	1,39	0,89	0,76	1,46					
		G	2,32	2,20	1,72	2,32	1,69	1,07	1,89	1,19	0,936
Koda	naturalny natural	G	1,75	1,81	1,31	1,49	1,29	1,03	1,28	1,13	1,058
		G	2,44	1,43		1,87	1,60		1,74	1,36	
		B ₁	1,62	0,71		1,30	0,78		0,96	0,72	
		G	1,72			1,84					
		B ₁	1,29			1,49					
		B ₂	1,30			0,65					
	dwupędowy two-shoots	G	2,11	1,67	1,87	1,60	1,49	0,93	1,51	1,21	0,804
		G	2,28	1,43	1,29						
	jednopędowy one-shoot	B ₁	1,74	0,86	1,30						
		G	2,24	1,79	1,52	2,12	1,41	0,78	1,65	1,50	1,04

G, B₁, B₂ – patrz tab. 28; see tab. 28

ła od długości źdźbła jak też rozkrzewienia i obsady roślin. U roślin nie rozkrzewionych plon z kłosa zmniejszał się wraz ze spadkiem wysokości i obsady roślin na 1 m². Plon z kłosa pędu głównego roślin dwupędowych i trzypędowych z klasy roślin wysokich był wyższy niż roślin nie rozkrzewionych zarówno przy obsadzie 400 jak też 600 na m² roślin, natomiast w klasie roślin średnich i niskich płodniejsze były kłosa roślin nie rozkrzewionych (tab. 46).

5.3.4.4. Liczba ziarn z kłosa

W przypadku odmiany Lama w łanie roślin jednopędowych przy małej obsadzie roślin po wschodach liczba ziarn z kłosa źdźbeł wysokich i średnich była podobna, a źdźbeł niskich wyraźnie mniejsza. Przy średniej i dużej obsadzie roślin

liczba ziarn z kłosa malała wraz ze zmniejszaniem się wysokości roślin. Podobną prawidłowość stwierdzono u nie rozkrzewionych roślin modelu dwupędowego i naturalnego, natomiast u roślin rozkrzewionych zarówno na pędach głównych jak też bocznych liczba ziarn w kłosie malała wraz ze skracaniem się źdźbeł. Zwiększająca się obsada roślin na ogół wpływała niekorzystnie na liczbę ziarn w kłosie roślin nie rozkrzewionych. Rośliny rozkrzewione stwierdzono tylko w obiektach z małą i średnią obsadą. Nie miała ona wpływu na liczbę ziarn w kłosie roślin wysokich omawianej odmiany (tab. 47).

U odmiany Koda liczba ziarn z kłosa malała w miarę zmniejszania się wysokości źdźbeł (wyjątek rośliny nie rozkrzewione modelu naturalnego). Również zwiększanie obsady roślin po wschodach miało niekorzystny wpływ na liczbę ziarn w kłosie we wszystkich klasach wysokości roślin (tab. 47).

Tabela 47

Liczba ziarn w kłosie odmian pszenicy ozimej w zależności od modelu rośliny, obsady roślin i klasy wysokości
Number of grains per head of winter wheat depending on plant model, planting density and height class
(Puławy 1992–1994)

Odmiana Cultivar	Model rośliny Plant model	Pęd Shoot	Obsada roślin po wschodach na 1 m ² ; Planting density per 1 m ²									
			400			600			800			
			klasa wysokości; height class (cm)									
			>100	90-100	<90	>100	90-100	<90	>100	90-100	<90	
Lama	naturalny natural	G	40,1	42,1	34,2	36,5	32,0	26,9	30,9	23,1	23,2	
		G	41,0	34,0	32,0	48,3	22,5					
		B ₁	25,0	24,7	28,0	39,3	15,0					
		G	40,0	23,0	51,0	54,7						
		B ₁	15,0	24,0	42,0	56,7						
		B ₂	13,0	17,0	34,0	52,0						
	dwupędowy two-shoots	G	43,1	43,1	35,2	39,9	31,8	25,5	34,0	26,8	18,6	
		G	43,0	38,7	21,0	44,6						
		B ₁	28,8	21,0	18,0	30,3						
	jednopędowy one-shoot	G	46,3	45,5	35,5	45,6	37,1	25,6	38,5	25,5	21,3	
Koda	naturalny natural	G	39,4	39,2	30,7	33,9	30,3	22,9	28,7	26,5	24,1	
		G	36,8	30,5		37,4	33,0		29,7	29,5		
		B ₁	25,5	18,5		28,9	18,5		21,0	18,0		
		G	39,0			37,0						
		B ₁	37,0			30,0						
		B ₂	39,0			15,5						
	dwupędowy two-shoots	G	46,9	36,6	39,0	36,2	29,2	21,7	34,4	27,5	20,4	
		G	46,6	32,0	26,0							
		B ₁	38,4	19,0	25,0							
	jednopędowy one-shoot	G	48,5	39,6	35,4	43,4	31,4	19,2	37,6	33,6	25,1	

G, B₁, B₂ – patrz tab. 28; see tab. 28

5.3.4.5. Liczba kłosków w kłosie

Liczba kłosków w kłosie u roślin o modelu jednopędowym zmniejszała się wraz ze wzrostem obsady roślin/m² oraz ze skróceniem źdźbła. Jedynie u odmiany Lama przy obsadzie 400 roślin/m² kłosy roślin najwyższych i średnich miały podobną liczbę kłosków.

W przypadku modelu dwupędowego liczba kłosków w kłosie zmniejszała się sukcesywnie w miarę wzrostu liczby roślin na jednostce powierzchni, niezależnie do klasy wysokości i stopnia rozkrzewienia. Liczba kłosków w kłosie roślin kontrolnych zależała zarówno od długości źdźbła jak też rozkrzewienia i obsady roślin oraz odmiany. U roślin rozkrzewionych odmiany Lama liczba kłosków w kłosie zmniejszała się wraz ze wzrostem liczby roślin na jednostce powierzchni. Przy obsadzie 400 i 600 roślin/m² rośliny nie rozkrzewione wysokie i średnie miały podobną liczbę kłosków w kłosie, zaś rośliny niskie mniejszą. Pędy główne roślin o modelu dwupędowym i rośliny dwupędowe z modelu naturalnego niezależnie od długości źdźbła i obsady roślin miały zawsze większą liczbę kłosków w kłosie

Tabela 48

Liczba kłosków w kłosie odmian pszenicy ozimej w zależności od modelu rośliny, obsady roślin i klasy wysokości
 Number of spikelets per head of winter wheat depending on plant model, planting density and height class
 (Puławy 1992–1994)

Odmiana Cultivar	Model rośliny Plant model	Pęd Shoot	Obsada roślin po wschodach na 1 m ² ; Planting density per 1 m ²								
			400			600			800		
			klasa wysokości; height class (cm)								
			>100	90-100	<90	>100	90-100	<90	>100	90-100	<90
Lama	naturalny natural	G	17,2	17,2	16,7	15,7	15,2	12,8	14,4	13,4	15,6
		G	16,7	15,5	16,0	18,3	15,0				
		B ₁	12,1	13,2	15,0	16,8	12,0				
		G	19,0	18,0	13,0	17,0					
		B ₁	18,0	12,0	9,0	20,0					
		B ₂	16,0	12,0	9,0	19,0					
	dwupędowy two-shoots	G	17,3	17,5	15,9	16,5	15,1	12,8	14,9	13,2	13,1
		G	16,3	15,0	15,0	16,5					
		B ₁	12,3	14,8	10,0	13,5					
	jednopędowy one-shoot	G	18,0	18,3	16,3	17,8	15,9	13,8	16,0	13,5	12,8
Koda	naturalny natural	G	17,2	18,3	16,3	16,7	16,5	13,4	14,3	13,6	14,3
		G	16,9	18,0	17,6	17,9	17,0		14,7	15,0	
		B ₁	13,5			15,0	11,5		12,7	11,0	
		G	18,0	9,0		20,0					
		B ₁	17,0			16,0					
		B ₂	17,0			9,5					
	dwupędowy two-shoots	G	19,5	18,3	17,6	16,9	15,6	13,7	16,0	14,9	12,5
		G	18,9	14,0	13,0						
		B ₁	16,7	10,0	15,0						
	jednopędowy one-shoot	G	20,1	17,7	17,6	18,3	16,0	12,2	17,2	16,2	14,6

G, B₁, B₂ – patrz tab. 28; see tab. 28

w porównaniu do pędu bocznego. U roślin trzypędowych występujących przy obsadzie 400 roślin/m² największą liczbę kłosków w kłosie stwierdzono na pędzie głównym, a mniejszą na bocznych. W przypadku obsady 600 roślin/m² zależność taką stwierdzono tylko u odmiany Koda. Kłosy roślin odmiany Koda o modelu jednopędowym i dwupędowym charakteryzowały się nieco większą liczbą kłosków w kłosie niż kłosy odmiany Lama, natomiast rośliny naturalne (kontrolne) obu odmian wytworzyły zbliżoną liczbę kłosków w kłosie (tab. 48).

5.3.4.6. Długość kłosa

Długość kłosa przy modelu jednopędowym zmniejszała się wraz ze skróceniem źdźbła, przy czym redukcja ta nasilała się w miarę wzrostu obsady roślin/m². W przypadku modelu dwupędowego długość kłosa pędu głównego roślin należących do tej samej klasy wysokości była większa niż pędu bocznego. Generalnie długość kłosa malała wraz ze zmniejszaniem długości źdźbła. Pędy główne roślin o modelu naturalnym charakteryzowały się większą długością kłosa w porównaniu do pędów bocznych. Zwiększanie obsady roślin na jednostce powierzchni prowadziło do zmniejszania długości kłosów, zwłaszcza z pędów najniższych (tab. 49).

Tabela 49

Długość kłosa odmian pszenicy ozimej w zależności od modelu rośliny, obsady roślin i klasy wysokości
Head length of winter wheat depending on plant model, planting density and height class
(Puławy 1992–1994)

Odmiana Cultivar	Model rośliny Plant model	Pęd Shoot	Obsada roślin po wschodach na 1 m ² ; Planting density per 1 m ²									
			400			600			800			
			klasa wysokości; height class (cm)									
			>100	90-100	<90	>100	90-100	<90	>100	90-100	<90	
Lama	naturalny natural	G	7,0	9,3	7,2	7,3	6,6	6,5	7,1	6,4	5,9	
		G	7,4	7,9	7,0	8,5	6,5					
		B ₁	5,8	7,0	7,0	7,8	6,0					
		G	9,0	9,0	9,0	8,5						
		B ₁	8,0	7,0	6,0	8,7						
		B ₂	7,5	6,0	5,5	8,7						
	dwupędowy two-shoots	G	8,3	7,5	6,7	7,3	7,1	6,0	6,6	6,1	6,0	
		G	8,0	7,9	6,5	7,8						
		B ₁	6,5	7,0	5,5	7,0						
	jednopędowy one-shoot	G	8,6	8,3	7,0	8,5	7,1	6,5	7,3	6,6	6,0	
Koda	naturalny natural	G	9,5	9,4	9,1	9,0	8,7	7,2	8,1	7,7	7,5	
		G	9,1	9,0		9,2	10,0		7,7	7,7		
		B ₁	7,8	6,5		8,2	7,5		6,7	6,2		
		G	9,3			10,3						
		B ₁	8,0			9,3						
		B ₂	7,5			6,5						
	dwupędowy two-shoots	G	9,3	8,1	8,6	8,6	8,0	7,8	8,7	8,1	7,3	
		G	9,7	8,0	7,5							
		B ₁	7,7	6,5	7,5							
	jednopędowy one-shoot	G	9,9	9,7	8,9	9,7	8,4	7,2	9,1	8,7	7,4	

G, B₁, B₂ – patrz tab. 28; see tab. 28

6. DYSKUSJA WYNIKÓW

Przegląd piśmiennictwa oraz badania własne wskazują, że istnieją duże możliwości modyfikowania budowy rośliny i łanu pszenicy przez zróżnicowanie ilości wysiewu oraz terminu siewu. Opracowania innych autorów w większości nie zawierały informacji o obsadzie roślin po wschodach. W dyskutowanych badaniach przyjęto zasadę, że czynnikiem badanym nie będzie ilość wysiewu, ale obsada po wschodach roślin niejednakowo rozmieszczonych na powierzchni gleby lub wysianych w różnym terminie. Uwzględniono również badania sprawdzające przydatność dwu modeli rośliny dla uzyskania pożądanej budowy łanu pszenicy oraz określenie ich produktywności.

W schemacie badań uwzględniono bardzo szerokie zróżnicowanie poszczególnych czynników, tj. obsady roślin (od 83 do 2000 na m²), ich rozmieszczenia na powierzchni (od 5x1 cm do 20x6 cm), obsady roślin w warunkach optymalnej rozstawy rzędów (od 450 do 750 szt./m²) i terminu siewu (od 25 września do 25 października).

Obsada roślin oraz ich rozmieszczenie na powierzchni gleby nie miały istotnego wpływu na daty wystąpienia oraz długość faz rozwojowych badanych odmian pszenicy. Spośród badanych czynników jedynie termin siewu zróżnicował przebieg faz rozwoju – głównie okresów od siewu do wschodów i od wschodów do strzelania w źdźbło. Okresy od siewu do wschodów i od wschodów do krzewienia ulegały wydłużeniu, a okresy od początku krzewienia do strzelania w źdźbło i od strzelania w źdźbło do kłoszenia – skróceniu. W miarę opóźnienia terminu siewu następowało też skrócenie całego okresu wegetacji. Wyniki te są zbieżne z wynikami w licznych wcześniejszych badaniach nad terminem siewu pszenicy ozimej (26, 64, 66, 77, 81, 95, 96, 110).

Uwzględnione w badaniach zróżnicowanie obsady roślin było znacznie większe niż spotykane w literaturze. W obiekcie z największą obsadą było ponad 24 razy więcej roślin niż w obiekcie z obsadą najmniejszą. Na podstawie literatury spodziewano się równie dużego wypadania roślin w okresie wegetacji (46, 62, 65, 67, 76, 116). Stwierdzone w badaniach wypadanie roślin było mniejsze, ale istotnie zróżnicowane zarówno w zależności od obsady jak też od rozmieszczenia roślin na powierzchni gleby. Zmniejszenie rozstawy rzędów do 5 cm oraz odległości roślin w rzędzie do 1 cm wywołało gwałtowny wzrost obumierania roślin w okresie wegetacji. Stosunkowo wysoka przeżywalność roślin przy rozstawach 11–14 cm była jedną z przyczyn wysokiego poziomu plonowania pszenicy w analizowanych badaniach oraz potwierdziła trafność wyboru tych rozstaw w praktyce jako podstawowych dla zbóż.

Gwałtowny wzrost wypadania roślin wysianych co 1 cm w rzędzie potwierdza słuszność wymagań równomiernego wysiewu ziarna w rzędach. Przy siewie nierównomiernym zawsze występują odcinki rzędów z bardzo małymi odstępami między roślinami, w których przeżywalność roślin jest istotnie zmniejszona.

Przeżywalność roślin wysianych w terminie optymalnym była mniejsza niż wysianych późno, co jak się wydaje związane było z długością okresu krzewienia, w którym rośliny silniejsze szybciej i obficie się rozkrzewiły i dłużej dominowały nad słabszymi sąsiadami. Pewien wpływ mógł mieć również rozwój chorób występujących w okresie jesiennym w większym nasileniu na roślinach wysianych wcześniej.

W omawianej pracy uwzględniono również badania nad wpływem obsady roślin na ich przeżywalność w zależności od modelu rośliny (czynnik w literaturze krajowej nie omawiany). Stwierdzono, że rośliny jedнопędowe reagowały na wzrost zagęszczenia większym stopniem wypadania w okresie wegetacji niż rośliny dwupędowe i nie modelowane.

Zwiększenie obsady roślin po wschodach, pomimo że wpływa na ograniczenie przeżywalności w okresie wegetacji, jest podstawowym elementem zapewnienia odpowiednio wysokiej liczby roślin i kłosów w okresie zbioru. Podobne stwierdzenia można znaleźć w wielu publikacjach (92, 93, 97, 99, 101, 102).

Z badań nad strukturą plonu pszenicy wynika, że podstawowymi czynnikami plonotwórczymi są: liczba kłosów na jednostce powierzchni gleby, liczba ziarn w kłosie i masa ziarniaka (MTZ). Każdy z wymienionych elementów ulega dużej zmienności pod wpływem warunków środowiska i zabiegów agrotechnicznych.

Liczba kłosów na powierzchni gleby kształtowana jest przez ilość wysiewu oraz krzewienie produkcyjne, przy czym istnieje między nimi wyraźna korelacja ujemna. Po przekroczeniu pewnej granicy obsada kłosów kształtowana jest wyłącznie przez ilość wysiewu, bowiem krzewienie produktywne zanika. Równoległe z redukcją krzewienia produktywnego poniżej 2 pędów na roślinie (orientacyjnie) zaczyna się wyraźnie ujawniać zmniejszanie liczby ziarn w kłosie oraz masy ziarniaka – ogranicza to coraz bardziej przyrosty plonu spowodowane zwiększaniem obsady kłosów do tego stopnia, że w pewnym momencie plon ziarna z jednostki powierzchni nie zmienia się, a przy dalszym zwiększaniu liczby kłosów ulega zmniejszeniu (46, 67, 69, 97). Przeprowadzone badania potwierdziły w całości tę prawidłowość. Stosowanie dużej i bardzo dużej obsady roślin spowodowało istotny wzrost liczby kłosów na powierzchni poletek, ale bardzo duża obsada kłosów nie była związana z najwyższym poziomem plonowania, ponieważ w tych warunkach znacznie zmniejszyła się zarówno liczba ziarn w kłosie jak też ich wykształcenie (MTZ). Takie kształtowanie się poziomu plonowania pszenicy związane jest nie tylko z oddziaływaniem konkurencyjnym roślin na siebie (8, 55, 95), ale również ze zmianą warunków świetlnych, żywieniowych i innych. Na przykład badania N a l b o r c z y k a (73) wskazują, że wraz ze wzrostem liczby roślin na jednostce powierzchni zmniejsza się sucha masa pojedynczych roślin, ale zwiększa całkowita masa roślin na jednostkę powierzchni gleby oraz ich powierzchnia asymilacyjna i plon rolniczy. Jednocześnie maleje intensywność asymilacji netto jednostki powierzchni liści. Redukcja efektywności asymilacji nasila się przy stoso-

waniu bardzo dużych ilości wysiewu do tego stopnia, że może spowodować obniżenie plonu rolniczego i biologicznego (73).

W omawianych badaniach stwierdzono niekorzystny wpływ zwiększania obsady roślin na powierzchnię liści flagowego i podflagowego, przy czym największą redukcję tej powierzchni wywołało zmniejszenie rozstawy rzędów poniżej 8 cm oraz odległości roślin w rzędzie poniżej 2 cm. Badania N a l b o r c z y k a (72) wskazują, że udział liścia flagowego w kształtowaniu plonu rolniczego pszenicy wynosi około 35%, a podflagowego około 24% zatem zmniejszenie ich powierzchni należy uznać jako oddziaływanie niekorzystne. Znalazło to potwierdzenie w prezentowanych badaniach.

Światło dwojako oddziałuje na rośliny pszenicy: decyduje o wielkości fotosyntezy czyli tworzeniu plonu biologicznego oraz wpływa na inicjację i przebieg rozwoju organów generatywnych. Obie funkcje są nierozdzielne i równie istotne, z tym że wpływ na fotosyntezę jest bardziej wymierny i trwa przez cały okres wegetacji, natomiast oddziaływanie na rozwój kończy się z chwilą wykształcenia kłosów. Dla sterowania budową łanu istotniejsze wydaje się działanie światła jako czynnika rozwoju roślin pszenicy modyfikującego proces krzewienia i rozwoju kwiatostanu. Dla procesu krzewienia istotniejsze znaczenie ma długość dnia, a więc termin siewu, a dla rozwoju kłosa natężenie (ilość) światła docierającego do rośliny. Dlatego gęsty siew (duża obsada roślin) nie zmniejsza krzewienia ogólnego ale silnie ogranicza lub eliminuje krzewienie produktywne oraz liczbę kłosków i kwiatów w kłosie. Potwierdzają to wyniki omawianych badań oraz dane literaturowe (12, 46, 68, 87, 95, 103).

Opóźnianie terminu siewu związane jest zawsze z redukcją krzewienia ogólnego i produktywnego. Dane literatury wskazują na podobne oddziaływanie terminu siewu na krzewienie roślin przy różnych gęstościach siewu (66, 77, 83, 86, 96). W omawianych badaniach stwierdzono istotne współdziałanie terminu siewu z gęstością siewu, dowodzące, że w przypadku siewu w terminie optymalnym lub niewiele opóźnionym stosowanie większych ilości wysiewu (obsada powyżej 500 roślin/m²) ograniczyło krzewienie produktywne, natomiast przy siewie opóźnionym lub późnym obsada po wschodach od 450 do 750 roślin/m² nie różnicowała istotnie krzewienia produkcyjnego. Wynika z tego, że w przypadku późnego siewu najskuteczniejszym sposobem zwiększania obsady kłosów jest gęściejszy siew.

Gęstość siewu, jak wspomniano, jest najskuteczniejszym sposobem regulacji liczby kłosów. Szczególnie ważna jest ich duża obsada. Jednocześnie zwiększanie gęstości siewu związane jest z ograniczaniem wielkości i produktywności kłosa, tj. zarówno liczby ziarn jak i ich wielkości (masy); (15, 38, 45, 46, 62, 63, 65, 67, 69, 80, 85, 95, 101). Zatem kształtowanie plonu jest procesem o wysokim stopniu zależności i współdziałań zarówno stymulacyjnych jak też kompensacyjnych o swoistym oddziaływaniu u poszczególnych genotypów, modyfikowanym układem warunków środowiska. Wydaje się, że w warunkach naturalnych i częściowo kontrolowanych rolnicy nie mogą i jeszcze długo nie będą mogli oczekiwać pew-

nych skutków swoich działań, ale jedynie skutki te przewidywać z możliwie dużym prawdopodobieństwem. Dlatego szczególnie duże znaczenie ma stworzenie takich warunków bytowania roślin, w których przy dużej obsadzie kłosów utrzyma się wysoki poziom płodności kwiatostanu i dobre wykształcenie ziarna. Taki sposób rozumowania skłania do preferowania odmian o dużych możliwościach adaptacji do zmiennych (w czasie i przestrzeni) warunków środowiska. Badane odmiany charakteryzowały się zbyt dużym spadkiem produktywności kłosa przy większej obsadzie roślin i kłosów (rozstawy rzędów poniżej 8 cm i odległości roślin w rzędzie poniżej 3 cm). Taką charakterystykę reakcji odmian na zwiększanie obsady roślin potwierdzają wyniki doświadczenia z uwzględnieniem różnych modeli roślin, wskazujące, że aktualnie uprawiane odmiany reagują spadkiem plonu z kłosa głównie na skutek dużej obsady roślin a nie kłosów. W obiektach z roślinami jednopędowymi zwiększanie obsady roślin spowodowało nie mniejszą redukcję plonu z kłosa niż na obiektach z roślinami kontrolnymi (naturalnymi).

W omawianych badaniach stwierdzono zmniejszenie się liczby ziarn z kłosa i masy 1000 ziarn, a co za tym idzie plonu z kłosa, w miarę zwiększania obsady roślin po wschodach. Opóźnienie terminu siewu (o 2 tygodnie) nie wpłynęło na liczbę ziarn w kłosie i ich wykształcenie, natomiast siew późny powodował redukcję masy 1000 ziarn. Wyniki te potwierdza szereg wcześniejszych badań (66, 67, 80, 81, 86, 97, 103, 107).

Sygnalizowane zmiany produktywności nie były zależne wyłącznie od obsady roślin, ich rozmieszczenia na powierzchni gleby i terminu siewu, ale zależały również od skali oddziaływania tych czynników na strukturę i budowę (architekturę) łanu.

Podstawowe cechy budowy łanu, to liczba źdźbeł przypadająca na jednostkę powierzchni gleby, udział pędów o różnej wysokości oraz liczba roślin o różnym stopniu rozkrzewienia. Zagadnienie liczby źdźbeł na powierzchni pola omówione zostało powyżej. Wraz ze zwiększaniem ilości wysiewu zmniejszał się udział w łanie roślin rozkrzewionych na korzyść jednopędowych. Analizując udział pędów w różnych klasach wysokości stwierdzono, że w miarę stosowania coraz większych gęstości siewu lub opóźniania terminu siewu zwiększał się udział pędów niskiej, a przede wszystkim średniej klasy wysokości kosztem klasy wysokiej. Kłosa źdźbeł wysokich były rozwinięte najlepiej i wydawały istotnie większy plon niż kłosa źdźbeł niskich, a często również średnich. Związane to było zarówno z większą liczbą ziarn jak też lepszym ich wykształceniem (większa MTZ). Najlepiej ilustruje to porównanie częstotliwości występowania źdźbeł różnych klas wysokości z ich udziałem w tworzeniu plonu, np. w doświadczeniu z terminami siewu stwierdzono, że przy siewie w terminie optymalnym źdźbła wysokie wytworzyły 36, średnie 41, niskie 13% plonu, a ich częstotliwość występowania w łanie wynosiła odpowiednio 28, 45 i 27%. Przy siewie w terminie późnym rośliny wysokie wytworzyły 63% plonu, średnie 30, a niskie 7%, zaś ich częstotliwość występowania w łanie wynosiła 47, 37 i 16%. Można więc uznać, że duży udział źdźbeł wyso-

kich w łanie jest czynnikiem korzystnym dla plonowania. Podobne wnioski zawierają opracowania Pecio (52), Kozłowskiej (45, 46), Podolskiej i Mazurka (84), Podolskiej i Ruszkowskiego (85, 86, 87), Ruszkowskiego (95) lub Ruszkowskiego i Jaworskiej (107). Powyższe stwierdzenia potwierdzają wyliczone zależności regresyjne. Badania nad produktywnością łanów pszenicy zbudowanych z roślin o różnym stopniu rozkrzewienia miały wykazać czy słuszne są sugestie wysuwane w niektórych publikacjach (36, 55, 85, 95), że największych plonów można oczekiwać z łanów zbudowanych z roślin jednopędowych wysokich. Wyniki prezentowanych badań nie są w pełni ścisłe, ponieważ modele roślin nie były naturalne, tj. wytworzone na drodze hodowlanej, ale stworzone przez usuwanie zbędnych pędów, co na pewno wpływało na funkcje życiowe roślin modelowanych. Poczynione obserwacje dostarczyły jednak cennych danych dokumentujących zarówno cechy łanów zbudowanych z roślin jednopędowych, jak też możliwość uzyskania jednorodnej populacji roślin dwupędowych. Podstawową cechą wysokoprodukcyjnego łanu jest wyrównanie wysokości źdźbeł przy dużej obsadzie kłosów. Utworzenie łanu pszenicy z roślin jedno- lub dwupędowych nie poprawiło w istotnym stopniu wyrównania wysokości pędów, a obsadę kłosów pogorszyło w stosunku do łanu zbudowanego z roślin nie modelowanych. Jedynie w warunkach dużej obsady roślin łan zbudowany z roślin jednopędowych charakteryzował się mniejszym udziałem pędów niskich niż łan roślin kontrolnych (niemodelowanych). Największym plonem z kłosa charakteryzowały się rośliny wysokie, niezależnie od modelu, co znajduje potwierdzenie w literaturze (8, 45, 55, 85, 86, 95, 116). Obsada roślin albo nie wpłynęła na plon ziarna z kłosa albo jej udział w kształtowaniu tej cechy był niewielki w poszczególnych klasach wysokości źdźbeł. Wydaje się, że nie można sprawdzić efektu produkcyjnego łanów zbudowanych z roślin jednopędowych co do liczby pędów kłosonośnych. Wprawdzie możliwe jest doprowadzenie do wyeliminowania roślin rozkrzewionych ale tylko w warunkach zbyt dużej obsady roślin tj. takiej, przy której wyraźnie spada produkcyjność kłosa. W naszych badaniach założony model rośliny otrzymano tylko przy roślinach jednopędowych. Pozostawienie na roślinie dwu pędów (w okresie krzewienia i strzelania w źdźbło) nie gwarantowało utrzymania takiego modelu rośliny po wykłoszeniu, bowiem u części roślin pędy boczne zamierały w końcowym okresie strzelania w źdźbło i początku kłoszenia.

Jednopędowy model rośliny nie zapewnił poprawy budowy łanu, bowiem nadal utrzymywała się wielowarstwowość rozmieszczenia kłosów, a ujawniała się zbyt mała obsada kłosów nawet przy gęstym siewie w stosunku do roślin nie modelowanych, niezależnie do gęstości siewu. Zatem budowę łanów obecnie uprawianych odmian pszenicy ozimej można modyfikować albo przez dostosowanie ilości wysiewu do lokalnych warunków środowiska, stosowanie wcześniejszego terminu siewu i nawożenie wiosenne ukierunkowane na rozwój pędów głównych i najwcześniej wykształconych bocznych, albo poprzez rzadki siew na początku

terminu optymalnego i intensywne nawożenie azotem pobudzające silne krzewienie roślin. Drugi sposób prowadzenia łanu niesie niebezpieczeństwo nasilenia czynników ograniczających plonowanie (chwasty, choroby, wyleganie itp.), ale obecnie praktyka rolnicza dysponuje środkami, które pozwalają skutecznie zmniejszać lub eliminować ich wpływ (stymulatory wzrostu, retardanty, fungicydy dużej skuteczności itp.).

7. WNIOSKI

1. Obsada roślin nie miała wpływu na długość faz wzrostu i rozwoju pszenicy ozimej oraz na termin ich występowania. O długości całego okresu wegetacji oraz poszczególnych faz wzrostu decydował przebieg pogody w okresie wegetacji, odmiana i termin siewu. Opóźnienie terminu siewu powodowało wydłużenie okresu od siewu do wschodów i od wschodów do krzewienia oraz skrócenie okresu od krzewienia do strzelania w źdźbło i od krzewienia do kłoszenia.

2. Wypadanie roślin w okresie wegetacji zależało od gęstości siewu oraz od modelu rośliny. Zwiększało się ono wraz ze wzrostem obsady roślin po wschodach. Szczególnie intensywne wypadanie stwierdzono w przypadku zmniejszenia odległości roślin w rzędzie poniżej 2 cm oraz zmniejszenia rozstawy rzędów poniżej 8 cm. Rośliny utrzymywane jako jednopędowe charakteryzowały się największym, jako dwupędowe mniejszym, a naturalne (niemodelowane) najmniejszym wypadaniem.

3. Wysiew w rozstawie rzędów poniżej 11 cm oraz odległości roślin w rzędzie poniżej 3 cm wpływał wyraźnie na ograniczenie powierzchni asymilacyjnej liści: flagowego i podflagowego pszenicy.

4. Stwierdzono współdziałanie w kształtowaniu plonu ziarna z jednostki powierzchni z rozstawą rzędów i odległością roślin w rzędzie. Przy rozstawie rzędów 5 cm plon wzrastał równoległe ze wzrostem odległości roślin w rzędzie. Przy rozstawie 11 cm pszenica plonowała na najwyższym poziomie przy odległości roślin w rzędzie 3 i 4 cm, wzrost rozstawy rzędów 14–17 i 20 cm powodował zwiększenie plonu przy małych odległościach roślin w rzędzie (1 i 2 cm).

5. Rozkrzewienie produkcyjne, plon ziarna z rośliny oraz liczba ziarn z rośliny kształtowane były przez współdziałanie rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie. Przy wąskiej rozstawie rzędów wartości wymienionych komponentów plonu zwiększały się istotnie dopiero przy odległościach roślin w rzędzie powyżej 4 cm, natomiast przy szerszych rozstawach ich zwiększenie stwierdzono już od odległości roślin w rzędzie równej 2 cm.

6. Liczba kłosów na jednostce powierzchni gleby zmniejszała się wraz ze zwiększaniem rozstawy rzędów oraz odległości roślin w rzędzie. Plon ziarna z kłosa oraz liczba ziarn z kłosa różnicowane były zarówno przez odległość roślin w rze-

dzie jak i rozstawę rzędów. Najniższe wartości tych cech stwierdzono przy odległości roślin w rzędzie 1 cm i rozstawie rzędów 5 cm, najwyższe zaś przy odległości 6 cm i rozstawie rzędów 14–20 cm.

7. Uwzględnione w badaniach rozstawy rzędów i odległości roślin w rzędzie istotnie różnicowały budowę łanów pszenicy. Wraz ze wzrostem rozstawy rzędów oraz odległości roślin w rzędzie wzrastała częstotliwość występowania w łanie roślin wysokich, malała zaś niskich i średnich. Wzrastał też udział w łanie roślin rozkrzewionych.

8. Niezależnie od budowy rośliny pęd główny charakteryzował się największą produktywnością, malała ona na kolejnych pędach bocznych.

9. Rośliny wyższe w łanie charakteryzowały się większą liczbą ziarn w kłosie, większym plonem ziarna z kłosa w porównaniu do roślin niższych, dlatego udział roślin wysokich w tworzeniu plonu całkowitego był większy niż ich liczebność w łanie.

10. Poprzez wybór odpowiedniej obsady roślin po wschodach możliwe jest uzyskanie łanów zbudowanych wyłącznie przez rośliny jednopędowe, natomiast nie jest możliwe utrzymanie jednorodności pod względem wysokości roślin.

11. Stwierdzono współdziałanie terminu siewu i zagęszczenia roślin po wschodach w kształtowaniu plonu ziarna z jednostki powierzchni. Przy wysiewie w terminie optymalnym zagęszczenie roślin nie miało istotnego wpływu na plon z jednostki powierzchni, ponieważ w przypadku małej obsady roślin zwiększało się krzewienie produkcyjne kompensując obsadę kłosów oraz polepszało się wykształcenie ziarna i wzrastała liczba ziarn w kłosie zwiększając masę ziarna z kłosa. Przy wysiewie pszenicy w terminie opóźnionym zwiększenie obsady roślin po wschodach było korzystne dla plonu ziarna głównie dzięki większej liczbie kłosów na jednostce powierzchni.

12. Późny siew wpłynął niekorzystnie na wysokość łanów pszenicy ozimej, a tym samym na masę ziarna z kłosa oraz zwiększył udział w łanie roślin niskich o małej produktywności.

13. Uzyskane sztucznie rośliny jednopędowe i dwupędowe charakteryzowały się większą masą ziarna z rośliny i z kłosa oraz większą liczbą ziarn z rośliny i z kłosa w porównaniu do roślin niemodelowanych (kontrola). Plon ziarna z jednostki powierzchni oraz liczba kłosów na jednostce powierzchni kształtowały się odwrotnie, co wskazuje, że liczba kłosów jest najważniejszą cechą decydującą o plonie ziarna z jednostki powierzchni.

8. LITERATURA

1. Aufhammer W.: Aspects and Prospects of Plant Growth Regulators. Wageningen, Monograph, 1980, **6**: 131-140.
2. Avron M.: Wstęp do fotobiologii. PWRiL Warszawa, 1972.
3. Bavec N., Bavec F.: The effect of winter wheat (*Triticum aestivum*) plant density on the yield and its components: *Fragm. Agron.*, 1995, **2(46)**: 136-137.
4. Bos H.J.: Modeling the dynamics of crop canopy structure: concepts and possible applications. Book of Abstracts. ESA IV Congress, 1996, **1**: 146-141.
5. Bremner P.M.: Effects of time and rate of nitrogen application on tillering and yield of winter wheat. *J. Agric. Sci. Camb.*, 1969, **72**: 15-28.
6. Bremner P.M.: Growth and yield of three varieties of wheat with particular reference to the influence of unproductive tillers *J. Agric. Sci. Camb.*, 1969, **72**.
7. Bugbee B.G., Salisbury F.B.: Exploring the limits of crop productivity: I. Photosynthetic efficiency of wheat in high irradiance environments. *Plant Physiol.*, 1988, **88**: 869-878.
8. Byszewski Wł.: Biologiczne podstawy produktywności roślin. PWN Warszawa, 1977
9. Cannel R.Q.: The tillering pattern in barley varieties. I. Production, survival and contribution to yield component tillers. *J. Agric. Camb.*, 1969, **72**: 405-422.
10. Darwinkel A.: Ear size in relation to tiller emergence and crop density. Proceedings of Eucarpia workshop, Wageningen 14-16 November 1978, Centre for Agric. Publ. and Docum., Wageningen, 1979, 10-15.
11. Darwinkel A.: Ear development and formation of grain yield in winter wheat, *Neth. J. Agric. Sci.* 1980, **28**: 156-163.
12. Dmowski Z.: Wpływ rejonu uprawy, gleby i agrotechniki na plonowanie żyta i pszenicy ozimej. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, rozprawa habilitacyjna*, 1993, 114.
13. Drezner W.: Zdolność krzewienia się pszenicy zwyczajnej jako czynnik plonotwórczy oraz element kształtowania struktury plonu. *Rocz. Nauk. Rol., S.D.*, 1984, **203**:1-149.
14. Dzieżyc J. (praca zbiorowa): Czynniki plonotwórcze – plonowanie roślin. PWN Warszawa – Wrocław 1993.
15. Ellen J.: Effects of plant density and nitrogen fertilization in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). 1. Production pattern and grain yield. *Netherlands J. Agric. Sci.*, 1987, **35**: 135-153.
16. Ellen J.: Growth, yield and composition of four winter cereals. I. Biomass, grain yield and yield formation. *Neth. J. Agric. Sci.*, 1993, **41**:153-165.
17. Elsahookie M.M.: Effect of varying row spacing on linseed yield and quality. *Can. J. Plant Sci.*, 1978, **58**: 935-937.
18. Evans L.T., Wardlaw I.F.: Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereals. *Adv. Agron.*, 1976, **28**: 301-361.
19. Faber A.: Analiza stosowalności zagranicznych metod prognozowania plonów w warunkach Polski. Modele deterministyczne, IUNG Puławy, 1996, **R(339)**: 43-93.
20. Filipiak K., Krzymuski J.: Metody oceny działania czynników plonowania. IUNG Puławy, 1988, **R(253)**.
21. Fischer R.A.: Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *J. Agric. Sci.*, 1985, **105**: 447-461.
22. Gałka A., Szmigiel A.: Warunki meteorologiczne a produkcja zbóż. Wpływ przedsięwziętych zabiegów uprawowych na wilgotność gleby, powierzchnię asymilacyjną liści i plon ziarna pszenicy ozimej. *Mat. konf. 3-7 lipca. IMiGW Warszawa*, 1995, 163-165.
23. Gragić D., Kavačević V.: Terms of winter wheat (*Triticum aestivum*) sowing and their influence on yields. *Fragm. Agron.*, 1995, **2(46)**: 142-143.
24. Gregorczyk A., Stankowski Sł.: Wskaźnikowa analiza wzrostu roślin pszenicy jarej rosnącej w atmosferze o normalnym i podwojonym stężeniu CO₂. *Fragm. Agron.*, 1997, **1(57)**: 53-63.

25. Harasim A.: Wpływ niektórych czynników na plonowanie i pracochłonność uprawy pszenicy ozimej w warunkach produkcyjnych. *Pam. Puł.*, 1995, **106**: 35-45.
26. Hay R.K.M.: Sowing date and the relationships between plant and apex development in winter cereals. *Field Crops Res.*, 1986, **14**: 321-337.
27. Holmes J.C i in.: Comparison of two-widths for spring barley and winter wheat at varying seed and nitrogen rates. *Exp. Husb.* **21**: 93-103.
28. Holt N.W.: Effect of row spacing and seeding rate on the agronomic performance of annual canarygrass. *Can. J. Plant Sci.*, 1989, **69**: 1193-1198.
29. Hotsonyame G.K., Hunt L.A.: Sowing date and photoperiod effects on leaf appearance in field – grown wheat. *Can. J. Plant Sci.*, 1997, **77**: 23-31.
30. Hotsonyame G.K., Hunt L.A.: Sowing date, photoperiod and nitrogen effects on specific leaf area of field – grown wheat. *Can. J. Plant Sci.*, 1997, **77**: 51-61.
31. Johnson J.W., Hargrove W.L., Moss R.B.: Optimizing row spacing and seeding rate for soft red winter wheat. *Agron. J.*, 1988, **80**: 164-166.
32. Jakuszkina I.W.: Szczegółowa uprawa roślin. Warszawa, 1950.
33. Jones H.G., Kirby E.J.M.: Effects of manipulation of number of tillers and water supply on grain yield in barley. *J. Agric. Sci. Camb.*, 1977, **8**: 391-397.
34. Yoshida S.: Physiological aspects of grain yield. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 1972, **23**: 473-464.
35. Jończyk K.: Plonowanie pszenicy ozimej w zależności od wybranych elementów agrotechniki. *Biul. IHAR*, 1997, **204**: 173-180.
36. Kazenina M.A.: Formirovanije organov plodonosienija i kacestva zerna u raznostebelnych rastenij zernowych kultur. *Naucnik osnovy formirovanija vysokich urozajev polevych kultur*. Gorki, 1988.
37. Kemp D.R., Whingwiri E.E.: Effect of tiller removal and shading on spikelet development and yield components of the main shoot of wheat and on the sugar concentration of the ear and flag leaf. *Aust. J. Plant Physiol.*, 1980, **7**: 501-510.
38. Kinra K.L., Foth H.D., Robertson L.S.: Effect of seeding rate row spacing, and rate of placement of fertilizer on winter wheat performance in Michigan. *Agron. J.*, 1963, **55**: 24-27.
39. Kirby E.J.M.: Factors affecting rate of leaf emergence in barley and wheat. *Crop Sci.*, 1995, **35**: 11-19.
40. Kirby E.J.M., Jones H.G.: The relations between the main shoot and tillers in barley plants. *J. Agric. Sci. Camb.*, 1977, **88**: 381-389.
41. Kozdój J.: Wpływ wybranych czynników środowiska na morfogenezę kłosa i potencjał plonotwórczy zbóż. *Biul. IHAR*, 1992, **183**: 59-71.
42. Kozdój J.: Wzrost i rozwój rośliny zbożowej – badania botaniczne a praktyka rolnicza. *Biul. IHAR*, 1994, **192**: 3-21.
43. Kozłowska-Ptaszyńska Z.: Zmiany w krzewieniu i strukturze plonu trzech odmian jęczmienia jarego pod wpływem zwiększania dawki azotu. *Pam. Puł.*, 1989, **94**: 119-131.
44. Kozłowska-Ptaszyńska Z.: Zmiany w krzewieniu i strukturze plonu u pszenicy jarej pod wpływem zwiększania dawki azotu. *Pam. Puł.*, 1991, **98**: 39-53.
45. Kozłowska-Ptaszyńska Z.: Struktura i architektura łanu pszenicy jarej w zależności od technologii uprawy. W: *Produkcyjność pszenicy w warunkach stosowania różnej agrotechniki*. IUNG Puławy, 1991, **R(288)**: 13-33.
46. Kozłowska-Ptaszyńska Z.: Zmiany w strukturze i architekturze łanu dwurzędowych i sześciórzędowych form jęczmienia jarego pod wpływem gęstości siewu. *Pam. Puł.*, 1993, **102**: 65-67.
47. Krzywacka T.: Wpływ powierzchni asymilacyjnej liścia flagowego i kłosa na plonowanie pszenicy. *Hod. Rośl. Aklim. Nas.*, 1971, **15**: 51-68.
48. Kuś J., Filipiak K., Jończyk K.: Zakresy wartości cech struktury plonu pszenicy ozimej warunkujące duży jej plon. *Pam. Puł.* 1993, **102**: 39-51.
49. Lafond G.P.: Effects of row spacing, seeding rate and nitrogen on yield of barley and wheat under zero – till management. *Can. J. Plant Sci.*, 1994, **74**: 703-711.

50. Lafond G.P., Derksen D.A.: Row spacing and seeding rate effects in wheat and barley under a conventional fallow management system. *Can. J. Plant Sci.*, 1996, 76.
51. Lauer J.G., Simmons S.R.: Photoassimilate partitioning by tillers and individual tiller leaves in field – grown spring barley. *Crop. Sci.*, 1988, **28**: 279-282.
52. Listowski A.: Okresy krytyczne w gospodarce wodnej rośliny. PAN Zesz. Probl. III, Warszawa, 1955.
53. Listowski A.: Observation an plant development VII. Influence of shading on the development of some annual hibernating plants. *Acta Soc. Bot. Pol.*, 1962, 31, 1.
54. Listowski A.: O rozwoju roślin. PWRiL Warszawa, 1970.
55. Listowski A.: Agrofizjologiczne podstawy produktywności roślin. PWN, 1979.
56. Listowski A.: Biologiczne podstawy produktywności roślin. Sesja Naukowa „Podstawy produktywności roślin”, IUNG Puławy, 1985, 7-20.
57. Lomas J.: Climat and agricultural production. Mat. konf. Agrometeorology of the cereals. IMiGW Warszawa, 1995, 41-58.
58. Lomas J.: Meteorological requirements of the wheat crop. Mat. konf. Agrometeorology of the cereals. IMiGW Warszawa, 1995, 59-85.
59. Loomis R.S., Williams W.A.: Productivity and the morphology of the crop stands patterns with leaves. Physiological aspects of crop yields Wisconsin, American Society of Agronomy, 1969, 22-47.
60. Makowiecki J.: Plonowanie pszenicy ozimej w zróżnicowanych warunkach przyrodniczych. PAN Kraków, 1985.
61. Maksimow M.: Fizjologia roślin. Warszawa, 1952.
62. Mazurek J.: Zmienność liczby roślin i analiza elementów struktury plonu dwu odmian pszenicy jarej w zależności od gęstości siewu i nawożenia azotowego. *Pam. Puł.*, 1967, **26**: 31-40.
63. Mazurek J.: Reakcja nowych odmian pszenicy na podstawowe czynniki agrotechniczne. Zesz. Probl. IHAR, Hodowla pszenicy. Radzików, 1989, 59-63.
64. Mazurek J., Mazurek J., Wilczyńska-Kostrzewa W.: Wpływ terminu siewu na zmiany we wzroście, rozwoju i produktywności odmian pszenicy jarej. *Pam. Puł.* 1978, **69**: 97-107.
65. Mazurek J., Mazurek J., Wilczyńska-Kostrzewa W.: Wpływ liczby roślin na jednostce powierzchni na plonowanie i kształtowanie się niektórych elementów struktury plonu odmian pszenicy jarej. *Pam. Puł.* 1978, **70**: 163-170.
66. Mazurek J., Podolska G.: Plon i cechy struktury plonu odmian i rodów pszenicy ozimej w zależności od terminu siewu. *Biul. IHAR*, 1995, **194/195**: 61-67.
67. Mazurek J., Podolska G.: Wpływ ilości wysiewu na plonowanie i strukturę plonu nowych odmian pszenicy ozimej. *Biul. IHAR*, 1995, **194/195**: 69-75.
68. Mazurek J., Podolska G.: The model of canopy architecture of winter wheat depending on sowing time. *Fragm. Agron. Conference of the European Society for Agronomy and Polish Society of Agrotechnical Sciences*, 1995, **2(46)**: 188-189.
69. Mazurek J., Sułek A.: Plonowanie pszenicy jarej na różnych glebach w zależności od gęstości siewu. *Pam. Puł.* 1996, **107**: 5-12.
70. Milthorpe F.L., Moorby J.: Wstęp do fizjologii plonowania roślin. PWRiL Warszawa, 1979.
71. Mohamed G.E.S., Marshall C.: Physiological aspects of tiller removal in spring wheat. *J. Agric. Sci. Camb.*, 1979, **93(2)**: 457-463.
72. Nalborczyk E.: Fizjologiczne i biologiczne czynniki podnoszenia produktywności i jakości ziarna jęczmienia pastewnego. Mat. konf., Puławy, 1987, 58-66.
73. Nalborczyk E.: Produkcyjność łanów roślin uprawy polowej. *Fragm. Agron., Zesz. Spec.* 1991, **2**: 5-13.
74. Nalborczyk E.: Dobór i wykorzystanie nowoczesnej aparatury kontrolno-pomiarowej w doświadczeniach polowych. Część I. Oznaczanie wymiany gazowej, struktury przestrzennej i bilansu energii fotosyntetycznie czynnej radiacji roślin w łanie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1996, **447**: 81-90.

75. Pecio A.: Studia nad modelem rośliny i łanu jęczmienia jarego. IUNG Puławy, 1995, **R(325)**.
76. Piech M., Stankowski Sł.: Wpływ rozstawy rzędów i ilości wysiewu na plonowanie i jakość ziarna dwóch odmian pszenicy ozimej. Biul. IHAR, 1984, **155**: 91-100.
77. Piech M., Stankowski Sł.: Wpływ terminu siewu i ilości wysiewu na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. Biul. IHAR, 1989, **169**: 137-146.
78. Piech M., Stankowski Sł.: Reakcja odmian pszenicy ozimej, pszenżyta, żyta na termin siewu. Biul. IHAR, 1990, **176**: 25-35.
79. Podolska G.: Badania nad architekturą łanu pszenicy ozimej. Biul. IHAR, 1995, **194/195**: 99-113.
80. Podolska G.: Reakcja odmian i rodów pszenicy ozimej na wybrane czynniki agrotechniczne. Cz. I. Wpływ gęstości siewu na plon i strukturę plonu nowych odmian i rodów pszenicy ozimej. Biul. IHAR, 1997, **204**: 157-162.
81. Podolska G.: Reakcja odmian i rodów pszenicy ozimej na wybrane czynniki agrotechniczne. Cz. II. Wpływ terminu siewu na plon i strukturę plonu nowych odmian i rodów pszenicy ozimej. Biul. IHAR, 1997, **204**: 163-168.
82. Podolska G.: Wydajność i budowa łanu pszenicy ozimej w zależności od warunków glebowych i gęstości siewu. Zesz. AR Pozn. (w druku), 1998.
83. Podolska G., Mazurek J.: The modelling of winter wheat plant and canopy. Mat. konf. ESA Fourth Congres. Book of Abstracts, 1996, **1**: 48-50.
84. Podolska G., Mazurek J., Mazurek J.: Zmiany produktywności i budowy łanu pszenicy ozimej wywołane różnym sposobem nawożenia azotowego. Mat. konf. pt. "Produkcja roślinna jako źródło surowców dla przemysłu chemicznego i przetwórczego". IBMER Warszawa, 15-16 kwietnia 1997.
85. Podolska G., Ruskowski M.: Wpływ gęstości siewu na strukturę plonu i architekturę łanu pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 1991, **2**: 53-62.
86. Podolska G., Ruskowski M.: Wpływ terminu siewu na strukturę plonu i architekturę łanu pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 1991, **2**: 47-52.
87. Podolska G., Ruskowski M.: Studia nad modelem łanu pszenicy ozimej. Wpływ gęstości siewu na strukturę plonu i architekturę łanu. *Fragm. Agron.*, 1991, **31(3)**: 57-71.
88. Porter J.R.: A model of canopy development in winter wheat. *J. Agric. Sci. Camb.*, 1984, **102**: 383-392.
89. Ramson H.J.: Spikelet number its control and relation to yield per ear in wheat. *Aust. J. Bot. Sci.* 1970, **23**: 1-15.
90. Rasmusson D.C., Cannell R.Q.: Selection for grain yield components of yield in barley. *Crop Sci.*, 1970, **10**: 51-54.
91. Rudnicki F., Wasilewski P.: Wpływ postępu biologiczno-agrotechnicznego na potrzeby opadowe roślin zbożowych. *Pam. Puł.*, 1997, **110**: 171-180.
92. Ruskowski M.: Wyniki doświadczeń z agrotechniki zbóż. Cz. I. Pszenica ozima. IUNG Puławy, 1972, **S(12)**.
93. Ruskowski M.: Intensywna uprawa pszenicy ozimej przy uwzględnieniu zagęszczonego siewu. *Inst. wdroż. IUNG Puławy*, 1978, 67/68.
94. Ruskowski M.: Niektóre badania nad określeniem zmian w produktywności odmian zbóż ozimych i jarych pod wpływem zróżnicowanych warunków glebowych i agrotechnicznych. *Post. Nauk Rol.*, 1981, 5.
95. Ruskowski M.: Produkcyjność roślin zbożowych. Sesja Naukowa, IUNG Puławy, 1985, 71-91.
96. Ruskowski M.: Plonowanie pszenicy ozimej w różnych warunkach siedliska i agrotechniki. IUNG Puławy, 1986, **R(214)**: 1-33.
97. Ruskowski M.: Wpływ gęstości siewu na produktywność zbóż w zróżnicowanych warunkach siedliska i agrotechniki. *Problemy intensyfikacji produkcji zbóż. Mat. szkol. IUNG Puławy*, 1988, 52-98.
98. Ruskowski M.: Podstawy naukowe i praktyczne koncepcji technologii produkcji zbóż. *Pestycydy*, 1988, **1**: 33-49.

99. Ruszkowski M.: Obsada a produktywność roślin zbożowych. *Konf. Nauk. IUNG-PAN Puławy*, 1988, 7-25.
100. Ruszkowski M.: Der komplexe Einfluss von agrotechnischen Massnahmen auf die Produktivität des Winterweizens. *Symposium, Puławy, 1990, K(4): 43-53.*
101. Ruszkowski M., Bis K., Jaworska K., Pawłowska J., Krasowicz S.: Porównanie produkcyjnej i ekonomicznej efektywności różnych technologii uprawy pszenicy ozimej. *Pam. Puł.*, 1989, **94**: 173-183.
102. Ruszkowski M., Bis K.: Kompleksowe technologie produkcji pszenicy ozimej przy zmniejszonych nakładach na zespół zabiegów agrotechnicznych i środki produkcji. *IUNG Puławy*, 1992.
103. Ruszkowski M., Filipiak K.: Wpływ rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni na zmiany produktywności odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 1990, **1(25)**: 58-69.
104. Ruszkowski M., Iwanejko M., Bis K., Polak E.: Porównanie różnych technologii uprawy zbóż. Cz. II. Pszenica ozima. *Pam. Puł.*, 1985, **84**: 45-59.
105. Ruszkowski M., Iwanejko M.: Zmiany w płodności kwiatów pszenicy ozimej pod wpływem nawożenia azotem oraz terminu i gęstości siewu. *Biul. IHAR*, 1988, 168.
106. Ruszkowski M., Jaworska K.: Zmiany płodności kwiatów pszenicy ozimej pod wpływem warunków pogody i niektórych czynników agrotechnicznych. *Pam. Puł.*, 1988, **92**: 71-89.
107. Ruszkowski M., Jaworska K.: Zmiany w produktywności strukturze plonu i architekturze łanu pszenicy ozimej zależnie od sposobu rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni. *Mat. konf. pt. „Obsada a produktywność roślin uprawnych”*. Cz. II. – *Komunikaty*, 1988, 13-22.
108. Ruszkowski M., Jaworska K., Nadzieja H.: Badania potencjalnej produktywności odmian pszenicy ozimej. Cz. IV. Wpływ rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni. *Pam. Puł.*, 1973, **58**: 37-47.
109. Ruszkowski M., Mazurek J.: *Pszenica. PWRiL Warszawa*, 1988.
110. Ruszkowski M., Ruszkowska B.: Wzrost, rozwój oraz zmienność niektórych cech użytkowych odmian pszenicy ozimej przy różnym czasie wysiewu. *Pam. Puł.*, 1963, **10**: 149-165.
111. Scott W.R., Daugherty, Langer R.: An analysis of wheat yield depression caused by high sowing rate with reference to the pattern of grain set within ear. *New. Zeel. J. Agric. Res.*, 1975, **18(3)**: 71-83.
112. Simmons S.R., Rasmusson D.C., Wiersma J.V.: Tillering in barley: genotype, row spacing and seeding rate effects. *Crop. Sci.*, 1982, **22**: 801-805.
113. Stankowski Sł.: Reakcja pszenżyta jarego na termin siewu, ilość wysiewu, rozstaw rzędów i głębokość siewu w uprawie na glebie lekkiej. *Rozprawa habilitacyjna. AR Szczec.*, 1994, 159.
114. Starczewski J., Koc G., Bombik A.: Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych na wysokość i jakość plonów zbóż ozimych. *Mat. konf. Agrometeorology of the cereals. IMiGW Warszawa*, 1995, 217-220.
115. Sułek A.: Wpływ obsady roślin na plonowanie pszenicy jarej na różnych glebach. *Biul. IHAR*, 1997, **204**: 145-156.
116. Szmigiel A.: Wpływ nawożenia azotem na powierzchnię asymilacyjną liści i plonowanie pszenicy ozimej. *Rocz. Nauk Rol.*, 1995, **A(3-4)**: 59-67.
117. Teich A.H., Smid A., Welacky T., Hamill A.: Row- spacing and seed rate effects on winter wheat in Ontario. *Can. J. Plant Sci.*, 1993, **73**: 31-35.
118. Tompkins D.K., Hultgreen G.E., Wright A.T., Fowler D.B.: Seed rate and row spacing of no till winter wheat. *Agron. J.*, 1991, **83**: 684-688.
119. Urbanowski St.: Wpływ rozstawu, gęstości siewu i poziomów nawożenia na plonowanie pszenicy ozimej. *Mat. konf. pt. „Obsada a produktywność roślin uprawnych”*. Cz. II. – *Komunikaty*, 1988, 44-49.
120. Whyte R.Q.: *Crop production and environment (tłum. ros.)*, Moskwa, 1946.

THE STRUCTURE AND OUTPUT OF WINTER WHEAT STAND AS AFFECTED BY SELECTED AGRONOMIC FACTORS AND PLANT MODEL

Summary

The objective of the study was to understand the extent to which plant structure and plant stand structure of winter wheat can be affected by plant density, plant distribution pattern, seeding date and to establish the relationship between plant stand structure and plant stand productivity. To this end three microplot experiments were run at the IUNG Experiment Station.

The first experiment entitled "Yields, yield components, plant and plant stand model under different plant densities and different plant distribution over the soil's surface" was conducted in the years 1989/90 and 1990/91. Two winter wheat cultivars – Delta and Koda – six row-to-row distances – 5, 8, 11, 14, 17, 20 cm – and 6 within-row distances – 1, 2, 3, 4, 5, 6 cm – were considered.

The second experiment "Plant structure, plant stand structure and yield of winter wheat as affected by seeding date and plant number per unit area" was conducted in the years 1991/1992 and 1993/1994. Experiment factors were: three seeding dates – optimum, (3rd decade of September, delayed (2 weeks later than optimum) and late (4 weeks later than optimum); four densities of emerged plants – 450, 550, 650, 750 plants per 1 m². The cultivar was Kamila.

The third experiment "Output of winter wheat stand built of 1- and 2-tillered plants under different plant numbers per unit area" was conducted in the years 1991/1992 – 1993/1994. The experiment design involved two plant models (1-tillered and 2-tillered) and a check treatment, three plant densities (400, 600 and 800 plants per 1 m² and two cultivars (Koda and Lama).

The experiments were laid out as randomized block designs with four replications. During the season the plants were observed for the dates of successive growth stages. Harvesting was done at full-ripe stage. Number of plants, number of ears, productive tillering and grain yield per plot were measured. The crop was evaluated for yield components – grain yield per plant and grain yield per ear, 1000-grain weight. Canopy structure was studied by measuring proportions of plants of different height and having different tiller number and analysing their productivity.

Samples of 20 plants were collected from each plot to assess plant, ear, and stand productivity. The samples were analysed for biometric traits. The plants were sorted according to height and tiller number. Each tiller was assessed for height, ear length, number of spikelets per ear, number of grains per ear, weight of grains per ear.

The experiment data were subjected to analysis of variance. The confidence intervals were calculated using Tukey test at $\alpha = 0.05$ probability level. The relationships between yield and yield components and plant stand structure elements were defined by simple correlation coefficients r and linear regression.

The study showed that there were considerable possibilities to modify plant structure and plant stand structure of winter wheat by using different seeding rates and different seeding dates.

Plant density did not have an effect on the duration of wheat growth and development stages but seeding date influenced duration of growing period and affected the duration of successive growth and development stages. With delayed seeding dates the period from seeding to emergence and from emergence to tillering was lengthened and the period from tillering to shooting and from tillering to earing was shortened.

Losses during plant growth depended on seeding rate and plant model. Plant losses increased with higher plant densities after emergence. Plant losses were especially heavy with plant-to-plant distances of less than 2 cm and row-to-row distances of less than 8 cm. One-tillered plant model resulted in highest losses, two-tillered plants showed fewer losses and the lowest losses were in the natural non-tailored plants.

Grain yield from unit area was found to interact with row and within-row spacing. At a row spacing of 5 cm the yield increased along with increasing within-row distance. At rows spaced at 11 cm the highest wheat yields were recorded at within-row distances of 3 and 4 cm. Increasing row

spacing to 14, 17, and 20 cm resulted in increasing grain yields at small within-row distances (1 and 2 cm).

Productive tillering, grain yield per plant and grain number per plant were affected by the interaction of row distance with within-row distance. At narrow row distances the values of the yield components increased significantly only with plant-to-plant distances of more than 4 cm. With wider row distances the yield components increased already at plant-to-plant distances of 2 cm.

Ear number per unit area decreased as row and within row distances increased. Grain yield per ear and grain number per ear were affected by both plant-to-plant distance in the row and by row-to-row distance. The lowest values of those parameters were found with plant-to-plant distances of 1 cm and row-to-row distances of 5 cm and the highest at 6 and 14-20 cm, respectively.

An interaction was found between sowing date and post-emergence plant density for grain yield per unit area. With the optimum sowing date plant density had little effect on yield from the unit area. With delayed sowing, though, denser post-emergence plant stands were beneficial with regard to grain yield.

Within the scope of this study the structure of wheat stand was found to vary with row-to-row distances, plant-to-plant distances and with sowing dates. As the row-to-row and plant-to-plant distances increased there was a higher frequency of tall plants in the stand and, correspondingly, a lower frequency of short and medium-tall plants. The proportion of tillered plants also increased. Late sowing resulted in shorter wheat stands and in an increased proportion of short-grown plants which were always characterized with lower yields compared to tall plants.

Ear length number of spikelets per ear and number of grains per ear were found to correlate with grain yield per ear across all row and plant spacing treatments.

Regression analysis shows that grain yield of a single-tillered plant was dependent on stem length, number of spikelets per ear and number of grains per ear. In two-tillered plants there was a linear relationship between grain yield per plant and yield components and elements of stand structure of the main and lateral tillers. There was no regression of grain yield per plant on stem length of both the lateral and the main tiller at sowing densities of 450 and 550 plants/m².

One and two-tillered plants were characterized with higher grain weight per plant and per ear and with higher number of grains per plant and per ear compared to non-modeled plants (check treatment). Grain yield and number of ears per unit area were highest in the non-tailored treatment, lower in the two-tiller treatment and the lowest in the one-tiller treatment.

