

ZALEŻNOŚĆ WSPÓLCZYNNIKA SPRĘŻYSTOŚCI OD GĘSTOŚCI ŻDZBŁA  
PSZENICY OZIMEJGrażyna Skubisz  
Zakład Agrofizyki PAN w Lublinie

Wysokość plonów uzyskiwana z jednostki powierzchni zależy w dużym stopniu od wielkości strat powodowanych wyleganiem zbóż. Niezbędna jest więc ocena odporności źdźbła na działanie czynników zewnętrznych, poznanie jego właściwości mechanicznych, decydujących o cechach wytrzymałościowych. Z uwagi na fakt, że źdźbło stanowi materiał niejednorodny i jego właściwości zmieniają się podczas wegetacji, szczególnie trudne jest opracowanie odpowiedniej metodyki badań parametrów mechanicznych takiego materiału [1].

W opracowaniu tym wyznaczano współczynnik sprężystości źdźbła pszenicy ozimej w czasie rozwoju i dojrzewania roślin. Wykonano ocenę wpływu gęstości na zmienność współczynnika sprężystości źdźbła.

## MATERIAŁ I ZAKRES BADAŃ

Badania prowadzono na źdźbłach pszenicy ozimej Grana w poszczególnych fazach fenologicznych rośliny począwszy od pełni kłoszenia poprzez dojrzałość mleczną, woskową do pełnej. W każdej fazie pomiarami objęto po 30 źdźbeł o długości odpowiadającej średniej wysokości łanu, a pochodzących ze środkowej części poletka doświadczalnego. Pomiary przeprowadzono na 6-centymetrowych odcinkach w kilku charakterystycznych miejscach na długości źdźbła, zachowując kolejność od kłosa do węzła krzewienia. Współczynnik sprężystości

wyznaczano w procesie zginania odcinków źdźbła na maszynie wytrzymałościowej Instron i równocześnie określano ich parametry geometryczne (średnica zewnętrzna i grubość ścianki - za pomocą miernika przekroju łodygi) według metodyki opublikowanej w pracy własnej [2]. Zmienność analizowanych parametrów wiązano z wilgotnością źdźbła. Gęstość (masa właściwa) i gęstość liniową źdźbła o naturalnej wilgotności wyznaczano w trzech terminach dojrzałości (mlecznej, woskowej i pełnej), według następujących wzorów:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{\pi}{4} \cdot l \cdot (\phi_z^2 - \phi_w^2)}, \left( \frac{\text{mg}}{\text{mm}^3} \right), \quad (1)$$

$$\text{a } \rho_l = \frac{m}{l}, \left( \frac{\text{mg}}{\text{mm}} \right), \quad (2)$$

gdzie:

$m$  - masa odcinka źdźbła podczas okresu dojrzałości lub sucha masa tego odcinka,

$l$  - długość badanego odcinka źdźbła,

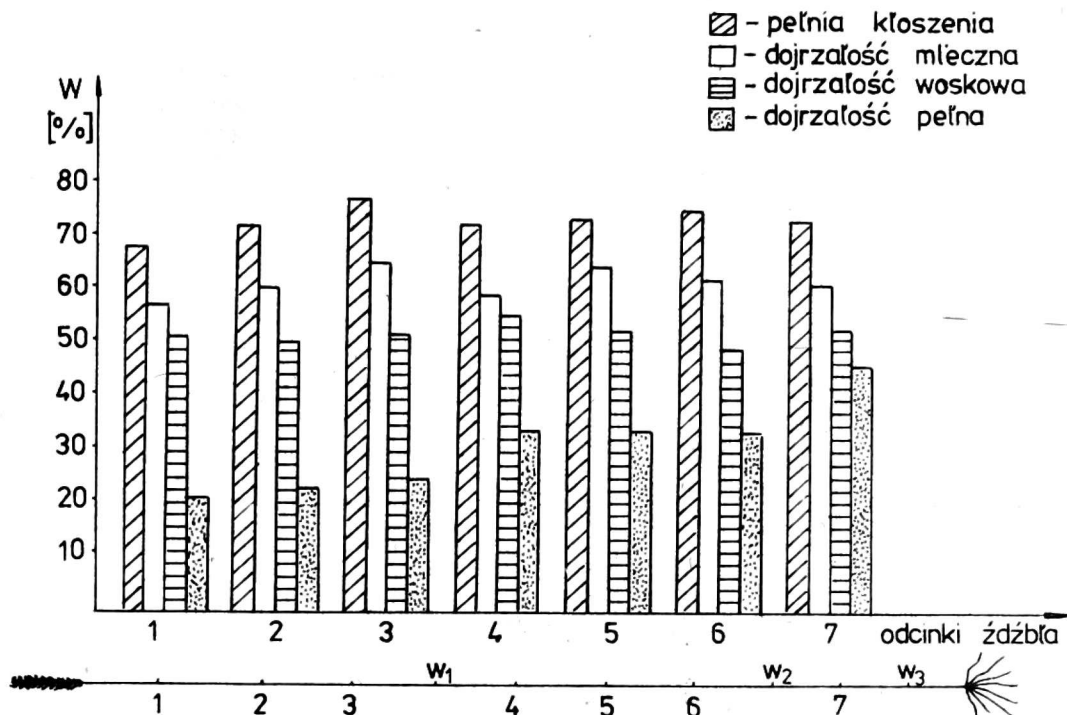
$\phi_z$  - średnica zewnętrzna,

$\phi_w$  - średnica wewnętrzna.

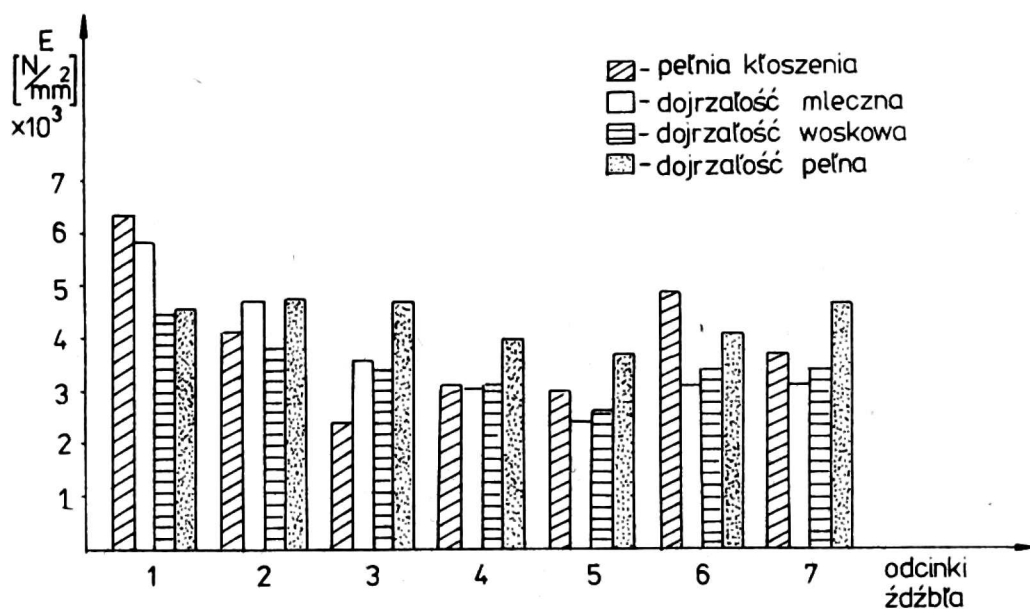
Dla porównania określono także gęstość i gęstość liniową suchej masy badanych odcinków źdźbła (po odparowaniu wody).

### WYNIKI BADAŃ

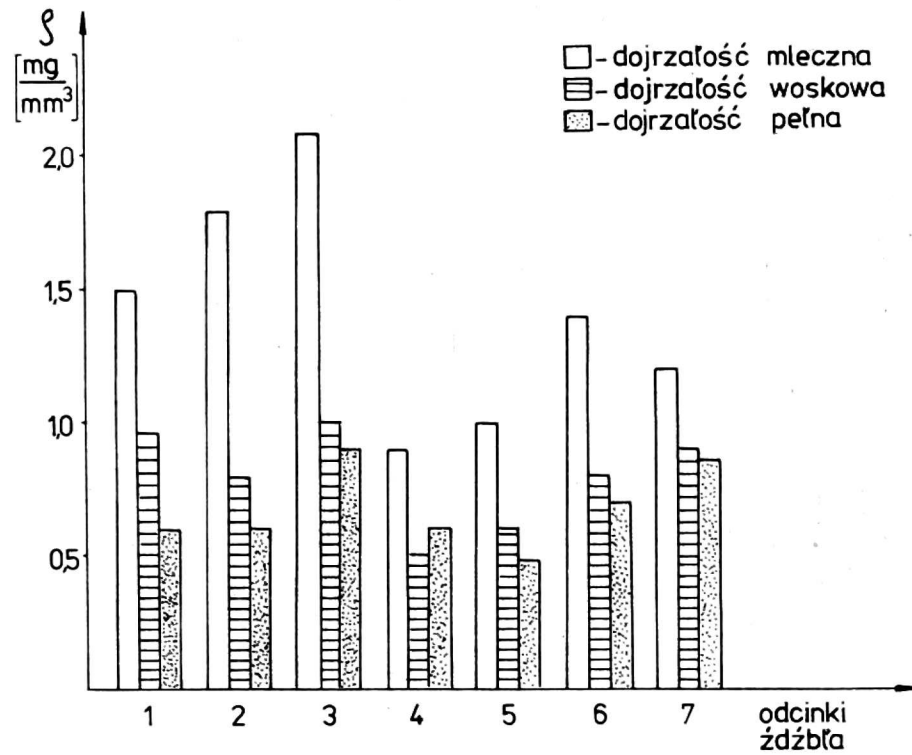
Uzyskane wyniki pozwoliły na określenie rozkładu zmienności badanych parametrów na długości źdźbła i uchwycenie zmienności tych parametrów podczas wegetacji roślin (rys. 1-6). Wyniki te umożliwiły ocenę wpływu gęstości na zmienność sprężystości źdźbła. Wilgotność źdźbła zmieniała się w poszczególnych fazach dojrzałości rośliny, a jej wartości zawierały się w następujących przedziałach: 69-78% w pełni kłoszenia, 58-65% w dojrzałości mlecznej, 50-56% w dojrzałości woskowej i 21-47% w dojrzałości pełnej (rys. 1). Największą zmienność wilgotności na długości źdźbła obserwuje się w fazie dojrzałości pełnej, kiedy relatywnie najmniejsze wartości zaobserwowano w pobliżu kłosa, a największe przy węźle krzewienia.



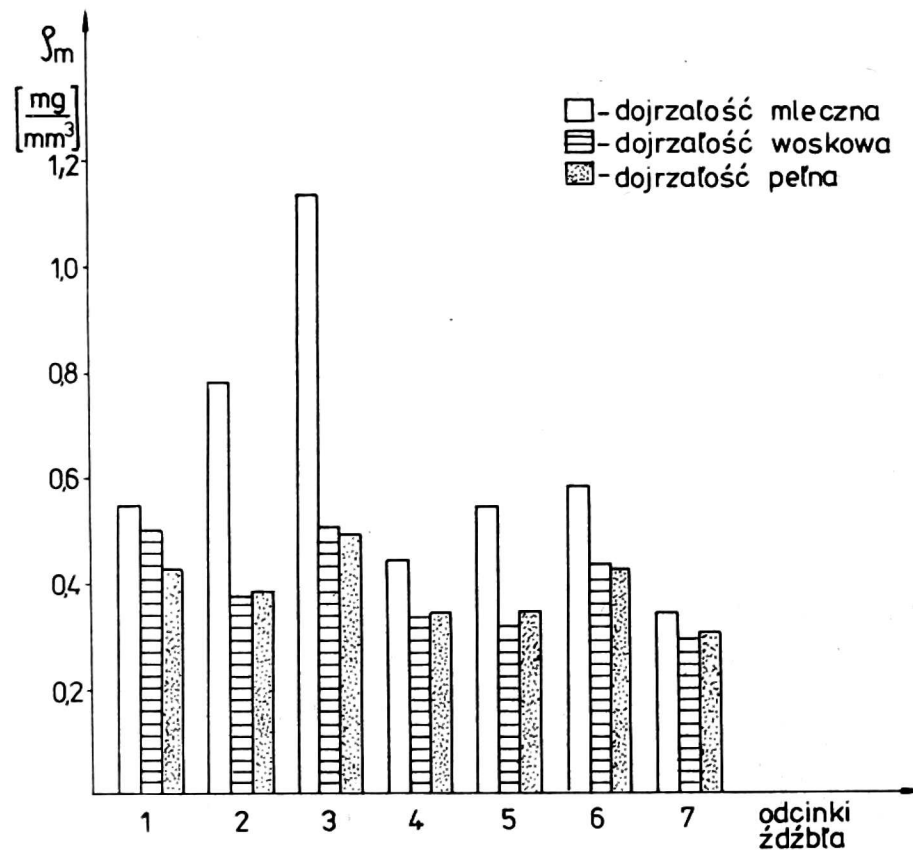
Rys.1. Zmienność wartości charakteryzujących wilgotność żdźbła pszenicy ozimej Grana z uwzględnieniem kolejnych faz dojrzałości



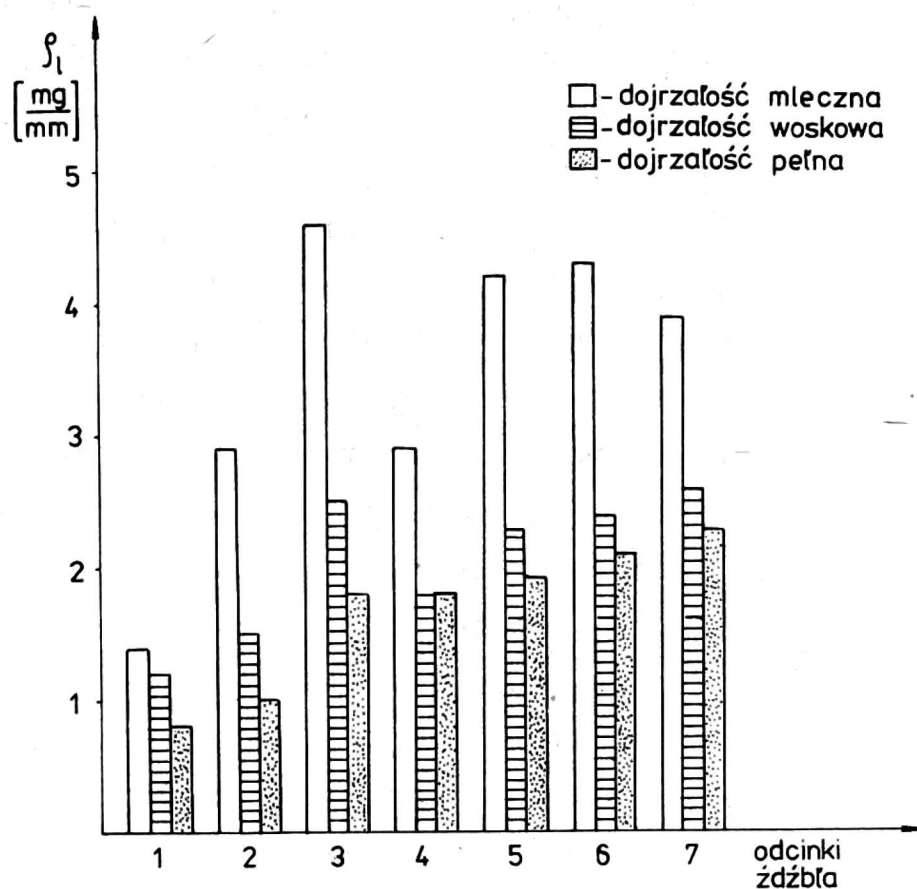
Rys.2. Zmienność wartości współczynnika sprężystości na długości żdźbła pszenicy ozimej Grana w kolejnych fazach dojrzałości (miejsca pomiarowe na żdźbłie wskazano na rys. 1)



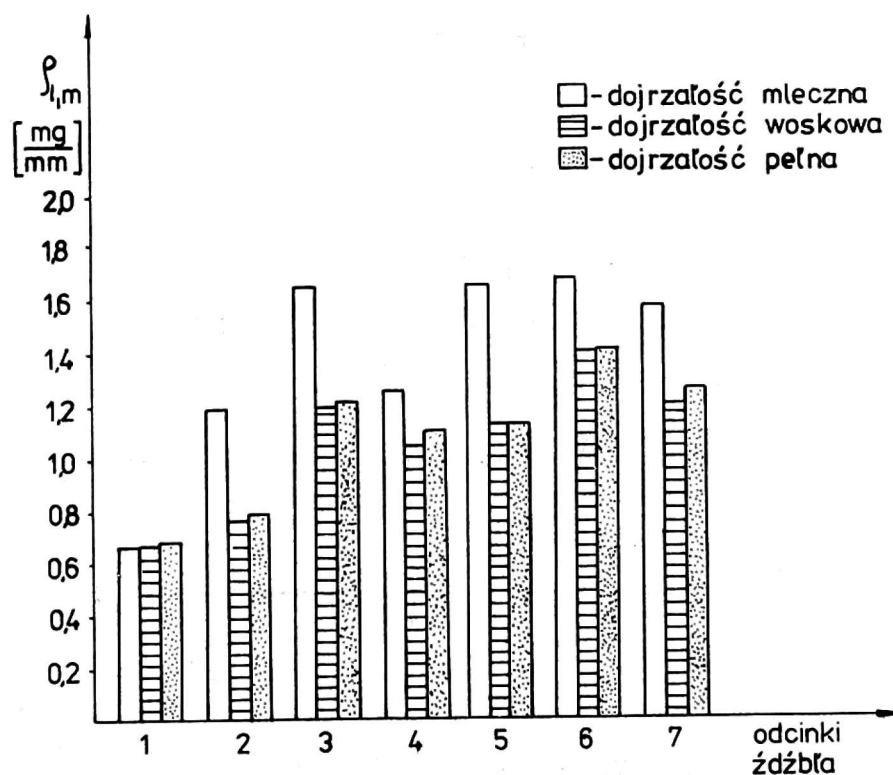
Rys.3. Zmienność wartości charakteryzujących gęstość źdźbła pszenicy ozimej Grana z uwzględnieniem kolejnych faz fenologicznych (miejsca pomiarowe na źdźble wskazano na rys. 1)



Rys.4. Zmienność wartości charakteryzujących gęstość suchej masy źdźbła pszenicy ozimej Grana z uwzględnieniem kolejnych faz dojrzałości (miejsca pomiarowe na źdźble wskazano na rys. 1).



Rys.5. Zmienność wartości charakteryzujących gęstość liniową źdźbła pszenicy ozimej Grana z uwzględnieniem kolejnych faz dojrzałości (miejsca pomiarowe na źdźbłe wskazano na rys. 1)



Rys.6. Zmienność wartości charakteryzujących gęstość liniową suchej masy źdźbła pszenicy ozimej Grana z uwzględnieniem kolejnych faz dojrzałości (miejsca pomiarowe na źdźbłe wskazano na rys. 1)

Określony współczynnik sprężystości dla poszczególnych odcinków źdźbła pszenicy ozimej Grana wykazuje dużą zmienność wartości na długości źdźbła we wszystkich rozpatrywanych okresach fenologicznych. Największą zmienność wartości tego parametru stwierdzono w pełni kłoszenia ( $2354-6412 \text{ N/mm}^2$ ). W miarę dojrzewania roślin przedział zmienności znacznie zawęził się i wynosił odpowiednio:  $2402-5928 \text{ N/mm}^2$ ,  $2601-4469 \text{ N/mm}^2$ ,  $3680-4793 \text{ N/mm}^2$  (rys. 2). Największą sprężystością charakteryzowały się pierwsze odcinki dokłosa. Z kolei minimum sprężystości wykazywały niżej położone odcinki dokłosa w fazie kłoszenia i środkowe odcinki drugiego międzywęzła w pozostałych okresach fenologicznych. Zaobserwowano, że minimalną sprężystość miały te odcinki źdźbła, które charakteryzowały się maksymalną wilgotnością - powyższe stwierdzenie dotyczy źdźbła w fazie kłoszenia i dojrzałości mleczonej. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała istotne różnice pomiędzy większością spośród rozpatrywanych okresów fenologicznych (tab. 1).

T a b e l a 1

Istotność różnic pomiędzy średnimi właściwościami współczynnika sprężystości źdźbła pszenicy Grana dla kolejnych okresów dojrzałości

Okresy fenologiczne	pełnia kłoszenia x	pełnia kłoszenia x	pełnia kłoszenia x	dojrzałość mleczone x	dojrzałość mleczone x	dojrzałość woskowa x
	dojrzałość mleczone	dojrzałość woskowa	dojrzałość pełna	dojrzałość woskowa	dojrzałość pełna	dojrzałość pełna
	0	+	-	0	-	-

+ = różnica istotna na korzyść pierwszego okresu, - = różnica istotna na korzyść drugiego okresu, 0 = brak różnic potwierdzonych statystycznie.

Rozszerzając badania właściwości wytrzymałościowych źdźbła określano wpływ gęstości na zmienność współczynnika sprężystości. Stwierdzono dużą zmienność gęstości na długości źdźbła we wszystkich fazach fenologicznych. Gęstość źdźbła malała w miarę dojrzewania roślin i zmieniała się w następujących przedziałach wartości: 0,9-2,1 mg/mm<sup>3</sup> podczas dojrzałości mleczonej, 0,5-1,0 mg/mm<sup>3</sup> w fazie dojrzałości woskowej i 0,5-0,9 mg/mm<sup>3</sup> w fazie dojrzałości pełnej (rys. 3). Rozpatrując zmienność tego parametru wzdłuż źdźbła stwierdzono, że największą gęstością charakteryzowały się odcinki dokłosa. Obserwowano tendencję do wzrostu wartości tego parametru w dokłosiu i w drugim międzywęźlu w okresie dojrzałości mleczonej. Minimalną gęstość miały początkowe odcinki drugiego międzywęźla podczas dojrzałości mleczonej i woskowej oraz środkowe odcinki tego międzywęźla w dojrzałości pełnej. Z kolei maksymalną gęstością charakteryzowały się niżej położone odcinki dokłosa we wszystkich fazach fenologicznych.

Wyznaczono także gęstość suchej masy badanych odcinków źdźbła (rys. 4) i porównano jej zmienność z gęstością źdźbła o naturalnej wilgotności w poszczególnych okresach fenologicznych. Gęstość suchej masy źdźbła, podobnie jak gęstość źdźbła o naturalnej wilgotności, była największa w fazie dojrzałości mleczonej (0,33-1,13 mg/mm<sup>3</sup>), w następnych fazach fenologicznych jej wartości zmieniały się w przedziałach: 0,29-0,52 mg/mm<sup>3</sup> w fazie dojrzałości woskowej i 0,30-0,49 mg/mm<sup>3</sup> w fazie dojrzałości pełnej. Gęstość suchej masy, podobnie jak gęstość źdźbła o naturalnej wilgotności, była największa w dokłosiu, natomiast gęstość suchej masy następnych międzywęźli była mniejsza (takiej prawidłowości nie wykazywała gęstość źdźbła). Minimum gęstości suchej masy miały początkowe odcinki drugiego międzywęźla podczas dojrzałości mleczonej i woskowej oraz środkowe odcinki tego międzywęźla podczas dojrzałości pełnej - identyczny przebieg zmienności wykazała gęstość źdźbła o naturalnej wilgotności. Stwierdzono istotną dodatnią korelację pomiędzy gęstością źdźbła o naturalnej wilgotności a gęstością jego suchej masy (tab. 2).

Gęstość liniowa źdźbła o naturalnej wilgotności również malała wraz z dojrzewaniem roślin i zmieniała się w następujących prze-

Wartość współczynników korelacji charakteryzujących zależność  
pomiędzy wyznaczonymi gęstościami źdźbła pszenicy ozimej Grana

Okresy fenologiczne	Gęstość źdźbła x gęstość suchej masy źdźbła	Gęstość źdźbła x gęstość liniowa źdźbła	Gęstość liniowa źdźbła x gęstość suchej masy źdźbła	Gęstość suchej masy x gęstość liniowa suchej masy
------------------------	---	---	---	--

Dojrzałość mleczna	+0,1784	+0,4431	+0,5001	+0,6166
-----------------------	---------	---------	---------	---------

Dojrzałość woskowa	+0,4125	+0,3031	+0,7865	+0,0346
-----------------------	---------	---------	---------	---------

Dojrzałość pełna	+0,1387	+0,6083	+0,7278	+0,0373
---------------------	---------	---------	---------	---------

Graniczna wartość  $r_{0,05} = 0,1329$ .



działach wartości: 1,4-2,3 mg/mm w fazie dojrzałości mleczonej, 1,2-2,6 mg/mm w fazie dojrzałości woskowej i 0,8-2,3 mg/mm w fazie dojrzałości pełnej (rys. 5). Charakterystyka zmienności tego parametru wykazała wzrost wartości gęstości liniowej na długości poszczególnych międzywęzli. Najmniejszą gęstość liniową o naturalnej wilgotności miały początkowe odcinki dokłosa we wszystkich okresach fenologicznych.

Jednocześnie określono gęstość liniową suchej masy badanych odcinków źdźbła (rys. 6). Uzyskano identyczny przebieg zmienności zarówno gęstości liniowej suchej masy źdźbła, jak i gęstości liniowej źdźbła o naturalnej wilgotności. Wartości gęstości liniowej suchej masy źdźbła zawierały się odpowiednio w przedziałach: 0,7-1,7 mg/mm w fazie dojrzałości mleczonej i 0,7-1,4 mg/mm w fazie dojrzałości woskowej i pełnej. Stwierdzono istotną dodatnią korelację pomiędzy gęstością liniową źdźbła o naturalnej wilgotności i gęstością liniową jego suchej masy (tab. 2). Jednocześnie wystąpiła istotna dodatnia korelacja pomiędzy gęstością źdźbła o naturalnej wilgotności i gęstością liniową w poszczególnych fazach fenologicznych. Ponadto stwierdzono istotną dodatnią korelację pomiędzy gęstością suchej masy źdźbła a gęstością liniową jego suchej masy tylko podczas dojrzałości mleczonej, natomiast w pozostałych fazach fenologicznych powyższa zależność nie miała miejsca. Świadczy to o bardzo dużym zróżnicowaniu budowy źdźbła w czasie rozwoju roślin. Badania gęstości suchej masy źdźbła wykazały bardzo duży ubytek masy zwłaszcza przy przejściu z fazy dojrzałości mleczonej do woskowej.

Na podstawie przedstawionych tu badań stwierdzono wpływ gęstości na zmienność sprężystości źdźbła pszenicy ozimej Grana (tab. 3). Uzyskano dodatnią korelację pomiędzy współczynnikiem sprężystości a gęstością liniową o naturalnej wilgotności i gęstością liniową suchej masy źdźbła we wszystkich okresach dojrzałości roślin.

Badania te pozwoliły niewątpliwie rozszerzyć wiedzę odnośnie do zmienności właściwości mechanicznych źdźbła uwzględniając fazy rozwojowe roślin, a także ocenić wpływ gęstości na zmienność współczynnika sprężystości źdźbła pszenicy ozimej Grana. Z uwagi na bardzo dużą zmienność materiału roślinnego powodowaną wieloma czynnikami uzyskane rezultaty należałoby potwierdzić w badaniach wieloletnich.

Wartości współczynników korelacji charakteryzujących zależności między współczynnikiem sprężystości a gęstością źdźbła pszenicy ozimej Grana

Okresy fenologiczne	Współczynnik sprężystości x gęstość suchej masy	Współczynnik sprężystości x gęstość liniowa	Współczynnik sprężystości x gęstość suchej masy
Dojrzałość młeczna	+0,4083	-0,4149	-0,3330
Dojrzałość woskowa	+0,4764	-0,2582	-0,2730
Dojrzałość pełna	+0,4374	-0,1836	-0,2128

Graniczna wartość  $r_{0,05} = 0,1329$ .

## PIŚMIENNICTWO

1. Skubisz G.: Zagadnienie sprężystości źdźbła zbóż. Probl. Agrofiz., 38, 1982.
2. Szot B., Skubisz G.: Zastosowanie zestawu pomiarowego do określania parametrów mechanicznych źdźbła pszenicy ozimej. Biul. Inst. Hod. i Aklim. Rośl., nr 135, 1979, s. 85-98.

Г. Скубиш

ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА УПРУГОСТИ СТЕБЛЯ  
ОТ ПЛОТНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Р е з ю м е

В работе был определен коэффициент упругости и плотность стебля озимой пшеницы Грана во время развития и созревания растений, а также оценено влияние плотности на изменчивость упругих свойств стебля. Отмечено большую изменчивость плотности по длине стебля во всех фенологических фазах. Одновременно определенная плотность сухой массы стебля показала подобное развитие изменчивости в фенологических фазах как плотность стебля натуральной влажности. Отмечено также существенную положительную корреляцию между линейной плотностью стебля натуральной влажности и линейной плотностью его сухой массы. Кроме того доказано влияние плотности на изменчивость упругих свойств стебля сорта Грана.

G. Skubisz

RELATIONSHIP BETWEEN ELASTICITY COEFFICIENT  
AND WINTER WHEAT STALK DENSITY

## S u m m a r y

Elasticity coefficient and density of Grana winter wheat stalk during its elongation and maturing were determined in order to assess the effect of the density on variability of elastic properties of the stalk.

High variability of blade density along its length was found in all plant development stages. The dry density of stalks showed similar changes during vegetation as the wet density.

A significant positive correlation between linear dry density and linear wet stalk density was found.

The influence of stalk density on variability of its elastic properties was proved.