

Katedra Agrometeorologii Akademii Rolniczej w Lublinie,
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, Poland, e-mail: hanna.bednarek@ar.lublin.pl

JÓZEF KOŁODZIEJ, KRZYSZTOF LINIEWICZ, HANNA BEDNAREK

Przezimowanie pszenicy ozimej w okolicy Lublina

Wintering of winter wheat in the Lublin region

Streszczenie. W opracowaniu oceniono warunki zimowania pszenicy ozimej odmiany Grana, która była jedną z najdłużej uprawianych w Polsce w latach 1970–1988. Doświadczenie przeprowadzono podczas dziesięciu chłodnych sezonów w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie koło Lublina na glebie brunatnoziemnej, typu gleby płowej wytworzonej z utworów pyłowych, niecałkowitych na marglu kredowym. W obliczeniach statystycznych uwzględniono stan przezimowania pszenicy ozimej oraz jedenaście charakterystyk klimatologicznych, związanych z temperaturą powietrza, pokrywą śnieżną oraz cechami rośliny. Analizę materiału przeprowadzono metodą korelacji pomiędzy stanem przezimowania, czyli zmienną zależną (y) oraz zmiennymi niezależnymi ($x_1 - x_{11}$), a następnie regresji wielokrotnej. Do obliczeń regresji wielokrotnej z wyborem najlepszego podzbioru zmiennych niezależnych wykorzystano sześć zmiennych niezależnych w największym stopniu skorelowanych ze zmienną zależną. Równanie regresji, w którym znalazło się sześć zmiennych niezależnych opisywało stan przezimowania z dokładnością 92,15%. Po kolejnych redukcjach pozostawiono równanie z trzema zmiennymi niezależnymi, opisujące stan przezimowania z dokładnością 86,29%. W równaniu tym wystąpiły następujące zmienne niezależne (wymienione według ich znaczenia): liczba dni z pokrywą śnieżną, której wzrost powodował lepsze przezimowanie. Na drugim miejscu znalazła się data ruszenia wegetacji na wiosnę, której opóźnianie się powodowało gorszy stan przezimowania, na trzecim miejscu wystąpiła liczba dni z opadami śniegu, której wzrost powodował lepsze przezimowanie. Wpływ temperatury powietrza przejawiał się w sposób pośredni, ponieważ najwięcej opadów śniegu występuje przy temperaturze od 0,0° do -5,0°C, natomiast wcześniejsza data ruszenia wegetacji na wiosnę zależy również temperatury powietrza.

Słowa kluczowe: przezimowanie pszenicy, warunki meteorologiczne

WSTĘP

Wśród czterech podstawowych zbóż pszenica ozima zajmuje czołowe miejsce pod względem udziału w strukturze zasiewów i wydajności z hektara, a od 2002 r. jej areał wyraźnie przewyższa uprawę żyta [Lista opisowa odmian 2006]. W strukturze zasiewów w ostatnich latach udział zbóż osiągnął niebezpieczną granicę 70%, szczególnie dotyczy

to zwiększenia areału uprawy pszenicy [Weber i Zalewski 2005]. Według GUS zbiory pszenicy wahały się od 0,6 mln ton w 1946 do 9,5 mln ton w 1998 r. [Rocznik Statystyczny 2004]. W Polsce w okresie 1979–1996 nastąpił blisko dwukrotny wzrost produkcji pszenicy na jednego mieszkańca [Krasowicz 1998]. Rejonizacja uprawy tej rośliny powinna uwzględniać warunki przyrodnicze, odmiany i ich mrozoodporność, gdyż od tego zależy efekt produkcyjny. Niekorzystne zjawiska (ostre bezśnieżne zimy, posuchy) mogą w poszczególnych latach i regionach limitować wydajność pszenicy [Rudnicki 1998]. Wśród klęsk żywiołowych, które zdarzają się w rolnictwie w naszych warunkach klimatycznych, największe szkody wyrządza złe przezimowanie. Stan zimowania roślin, w tym również pszenicy, jest cechą o charakterze kompleksowym, na którą składa się odporność na wymarzenie, wyprzenie, skorupę lodową, wysmalanie, wysadzanie roślin i rozrywanie korzeni [Monitoring produkcji rolniczej 2006].

Jedną z najdłużej uprawianej w Polsce odmian pszenicy ozimej była Grana, która istniała w doborze w latach 1970–1988. Na przełomie lat 70. i 80. areał jej uprawy stanowił około połowy uprawianych odmian. To odmiana uniwersalna o średniej zimotrwałości, niezłe plonująca m.in. w Polsce środkowowschodniej, gdzie warunki zimowania należą do najsurowszych w kraju [Paczos 1982; Gut i Witkowski 1987]. W 1985 r. zajmowała około 19% powierzchni upraw pszenicy w kraju. Obecnie ta odmiana jest poza doбором, ale cechy gatunku mogą być odniesione również do innych odmian, a warunki pogodowe chłodnej pory roku nie zmieniły się w zasadniczy sposób.

Celem opracowania była analiza stanów przezimowania, w powiązaniu z charakterystykami klimatologicznymi, pszenicy ozimej odmiany Grana najdłużej spośród innych odmian uprawianych w okolicy Lublina.

MATERIAŁ I METODY

Materiały wykorzystane w opracowaniu składają się z danych o przezimowaniu pszenicy ozimej odmiany Grana oraz charakterystyk klimatologicznych i fenologicznych z dziesięciu chłodnych sezonów roku w latach 1975/76–1984/85. Zostały one zebrane w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie koło Lublina na polu doświadczalnym Katedry Agrometeorologii Akademii Rolniczej w Lublinie. Gospodarstwo Doświadczalne w Felinie położone jest na glebach brunatnoziemnych, pływowych wytworzonych z utworów pyłowych, niecałkowitych na marglu kredowym [Domżał i Pranagal 1995].

Doświadczenie realizowano w warunkach stałej agrotechniki, zmienne były tylko warunki pogodowe. Pszenicę wysiewano po koniczynie czerwonej w rozstawie 10–12 cm, na powierzchni 1600 m². Nawożono ją superfosfatem potrójnym granulowanym, solą potasową 57% K₂O i pogłównie saletrą amonową.

Stan przezimowania pszenicy obliczano na podstawie dwóch pomiarów liczby roślin na 1 m²: pierwszego przed nastaniem zimowej przerwy wegetacji (przyjmowanego jako 100%) i drugiego po ruszeniu wegetacji na wiosnę. Ubytki obliczano w procentach stanu jesiennego i zamieniano na stopnie skali 1–9. W celu interpretacji stanu przezimowania wykorzystano wyniki pomiarów jedenastu charakterystyk związanych z klimatologią (stosunkami termicznymi i pokrywą śnieżną) i fenologią. Zastosowane w opracowaniu pojęcie sumy „zimna” i sumy „ciepła” to wynik dodawania średnich dobowych wartości temperatury powietrza poniżej lub powyżej wartości 0,0°C. Te charakterystyki wielokrotnie wykorzystywano w pracach naukowych, o czym m.in. pisał Paczos [1982] i De-

putat [1998]. Dni zimowe według przyjętych tu kryteriów charakteryzowała średnia dobową temperatura powietrza równa i niższa od $0,0^{\circ}\text{C}$ [Paczos 1982], a do dni z pokrywą śnieżną zaliczano te dni, kiedy w pierwszym terminie obserwacji śnieg pokrywał więcej niż połowę terenu obserwacji, a jego grubość wynosiła co najmniej 1 cm.

Obliczenia statystyczne przeprowadzono w dwóch etapach; w pierwszym obliczono współczynniki korelacji pomiędzy zmienną zależną (y), czyli stanem przezimowania i jedenastoma zmiennymi niezależnymi (x), do których zaliczono następujące charakterystyki klimatologiczne i fenologiczne:

x_1 – suma średnich dobowych ujemnych wartości temperatury powietrza (suma „zimna”) w okresie XI–III;

x_2 – suma średnich dobowych dodatnich wartości temperatury powietrza (suma „ciepła”) w okresie XII–II;

x_3 – średnia temperatura powietrza w okresie XI–III;

x_4 – liczba dni zimowych w okresie XI–III;

x_5 – liczba dni z opadami śniegu w okresie XI–III;

x_6 – liczba dni z pokrywą śnieżną w okresie XI–III;

x_7 – liczba dni z pokrywą śnieżną grubości powyżej 10 cm w okresie XI–III;

x_8 – liczba roślin na 1 m^2 na jesieni;

x_9 – data początku zimowej przerwy wegetacji;

x_{10} – czas trwania zimowej przerwy wegetacji;

x_{11} – data ruszenia wegetacji na wiosnę.

Po uzyskaniu współczynników korelacji zrealizowano drugi etap obliczeń: wybrano do dalszej analizy statystycznej – metodą regresji wielokrotnej z wyborem najlepszego podzbioru zmiennych niezależnych – sześć zmiennych, które wykazywały najsilniejszą korelację ze stanem przezimowania. Redukcja zmiennych została przeprowadzona metodą eliminacji krokowej wstecznej.

WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli 1 zestawiono wszystkie zmienne niezależne oraz te, które były najsilniej skorelowane ze zmienną zależną i zostały uwzględnione w obliczeniach regresji wielokrotnej. Współczynniki korelacji pomiędzy zmienną zależną (stanem przezimowania) oraz zmiennymi x_1 , x_5 , x_6 są ujemne. W pierwszym przypadku (x_1 – suma „ciepła”) oznacza to, że wzrost sumy temperatur dodatnich (suma „ciepła”) z okresu XII–II występował jednocześnie z gorszym stanem przezimowania. Wyższa suma temperatur dodatnich oznaczała z reguły większą liczbę dni z odwilżami. Ujemna korelacja pomiędzy stanem przezimowania oraz liczbą roślin na 1 m^2 jesienią (y z x_5) świadczyła o tym, że duże zagęszczenie roślin na 1 m^2 jesienią występowało równoległe z późniejszym gorszym stanem przezimowania. Ujemny współczynnik korelacji pomiędzy stanem przezimowania i datą ruszenia wegetacji wiosną (y z x_6) świadczył o tym, że opóźnianie się wiosennego ruszenia wegetacji było również związane z gorszym przezimowaniem. Dodatnie współczynniki korelacji (y z x_2 , x_3 oraz x_4) wskazują na fakt jednoczesnego wzrostu wartości stanu przezimowania oraz liczby dni z opadami śniegu (x_2), liczby dni z pokrywą śniegu (x_3) (współczynnik korelacji najwyższy z obliczonych) i liczby dni z pokrywą śnieżną grubości powyżej 10 cm (x_4). Podobne wyniki uzyskała w swoich badaniach Ulanova [1975] na terenach położonych na wschód od Polski.

Tabela 1. Charakterystyki klimatologiczne i fenologiczne w Obserwatorium grometeorologicznym w Felinie

Table 1. Climatological and phenological characteristics at the Agrometeorological Observatory in Felin

Zmienne niezależne (x) Independent variables (x)	Współczynniki korelacji ze zmienną zależną Coefficients of correlation with independent variables		Wybrane zmienne niezależne Selected independent variables
	r Pearsona	r cząstkowe partial	
Suma „zimna” (XI–III) Sum of mean daily negative air temperature values („could” sum XI–III)			
Suma „ciepła” (XII–II) Sum of mean daily positive air temperature values („warm” sum XII–II)	-0,40	0,05	x ₁
Średnia temperatura powietrza (XI–III) Mean air temperature (XI–III)			
Liczba dni zimowych (XI–III) Number of winter days (XI–III)			
Liczba dni z opadami śniegu (XI–III) Number of days with snowfall (XI–III)	0,81 **	0,50	x ₂
Liczba dni z pokrywą śnieżną (XI–III) Number of days with snow cover (XI–III)	0,55	0,77	x ₃
Liczba dni z pokrywą śnieżną >10 cm (XI–III) Number of days with snow cover over 10 cm thick (XI–III)	0,37	-0,48	x ₄
Liczba roślin na 1 m ² jesienią Number of plants per 1 m ² in the Spring	-0,42	0,19	x ₅
Data początku zimowej przerwy wegetacji Date of the beginning of the winter vegetation break			
Czas trwania zimowej przerwy wegetacji Duration of the winter vegetation break			
Data ruszenia wegetacji wiosną Date of vegetation start in the spring	-0,28	-0,68	x ₆

** poziom istotności: 0,01–0,76 – significance level: 0.01–0.76

W wyniku obliczeń współczynników korelacji w obrębie zmiennych niezależnych uzyskano następujące wyniki. Suma „ciepła” była ujemnie skorelowana ($r = -0,82$) z liczbą dni z pokrywą śnieżną. Liczba dni z pokrywą śnieżną była dodatnio skorelowana z liczbą dni z pokrywą śnieżną grubości powyżej 10 cm ($r = 0,84$). Data ruszenia wegetacji wiosną była skorelowana ujemnie ($r = -0,70$) ze średnią temperaturą chłodnego sezonu, natomiast dodatnio z liczbą dni zimowych ($r = 0,80$) oraz z czasem trwania zimowej przerwy wegetacji ($r = 0,85$).

Ponadto należy tu wyjaśnić zagadnienie pozytywnego lub negatywnego wpływu wybranych charakterystyk na stan zimowania pszenicy. Zjawisko zostało wprawdzie zasy-

gnalizowane współczynnikami korelacji (tab. 1), ale nie we wszystkich przypadkach potwierdzone w obliczeniach regresji. Wynika to co najmniej z dwóch powodów. Po pierwsze, obliczając współczynnik korelacji pomiędzy dwoma cechami zakłada się dość znaczne uproszczenie, poprzez eliminację innych oddziaływań. Po drugie, dość wysokie są współczynniki korelacji pomiędzy zmiennymi niezależnymi, a to również wpływa na wyniki uzyskane w obliczeniach regresji wielokrotnej. W wyniku tych obliczeń, powstały równania z wyborem najlepszego podzbioru zmiennych niezależnych, którymi można opisać stan przezimowania pszenicy. Pierwsze z nich z liczbą sześciu zmiennych niezależnych, czyli wszystkich skorelowanych ze zmienną zależną ma następującą postać:

$$y = 20,41 + 0,00119x_1 + 0,0412x_2 + 0,0766x_3 - 0,0215x_4 + 0,00225x_5 - 0,0741x_6 \quad (1)$$

Współczynnik determinacji, który ocenia dokładność opisu stanu przezimowania wyniósł w tym przypadku 92,15%.

Podczas następných obliczeń powstawały kolejne równania, w których liczba zmiennych niezależnych była redukowana. Po trzeciej redukcji współczynnik determinacji zmniejszył się do wartości 86,29% i w tej sytuacji zakończono eliminację zmiennych niezależnych. Należy dodatkowo wyjaśnić, że redukcja zmiennych została przeprowadzona metodą eliminacji krokowej wstecznej. Gdyby dokonano również eliminacji zmiennej x_2 , to spowodowałoby zmniejszenie współczynnika determinacji o ponad 10%.

Równanie z trzema zmiennymi niezależnymi ma następującą postać:

$$y = 16,95 + 0,0585x_2 + 0,0375x_3 - 0,053x_6 \quad (2)$$

W tym równaniu (2) zostały trzy zmienne niezależne: liczba dni z opadami śniegu (x_2), liczba dni z pokrywą śnieżną (x_3) i data ruszenia wegetacji na wiosnę (x_6).

Równoległe z kolejnymi równaniami regresji obliczane były znormalizowane, cząstkowe współczynniki regresji, dzięki którym można ocenić wagę poszczególnych czynników i ich pozytywny lub negatywny charakter. Przed pierwszą redukcją charakterystyki klimatologiczne i fenologiczne zostały uszeregowane w kolejności podanej niżej, a w nawiasach oznaczono pozytywny (+) lub negatywny (-) charakter oddziaływania: liczba dni z pokrywą śnieżną (+), data ruszenia wegetacji nawiosnę (-), liczba dni z pokrywą śnieżną grubości powyżej 10 cm (-), liczba dni z opadami śniegu (+), liczba roślin na 1 m² na jesieni (+), suma „ciepła” (+).

W przypadku równania regresji (2), które opisywało stan przezimowania pszenicy za pomocą trzech zmiennych z dokładnością równą 86,29%, ważność i charakter oddziaływania zmiennych niezależnych był następujący: liczba dni z pokrywą śnieżną (+), data ruszenia wegetacji na wiosnę (-), liczba dni z opadami śniegu (+).

Odchylenie standardowe, opisujące zróżnicowanie liczby dni z pokrywą śnieżną (x_3) jest równe 15,4 dnia, datę ruszenia wegetacji na wiosnę (x_6) – 9 dni, a liczbę dni z opadami śniegu (x_2) – 6,4 dnia. Najważniejszą zmienną niezależną, czyli liczbę dni z opadami śniegu (x_2) charakteryzował jednocześnie najmniejszy rozrzut czasowy.

Wyniki omówione w niniejszym opracowaniu są na ogół zgodne z przedstawianymi przez innych autorów. Pokrywa śnieżna jest wymieniana w wielu artykułach jako czynnik ochronny w procesie zimowania. Trzeba jednak stwierdzić, że ich autorzy często nie precyzują, jaką wielkość charakteryzującą jej występowanie mają na myśli. Najczęściej podawana jest grubość warstwy śniegu, którą uznano za niezbędną do ochrony ozimin, ale oceny tej wartości są zróżnicowane. Kosiba [1949] w swoim artykule na temat za-

śnieżenia ziem śląskich napisał, że 5 cm warstwa śniegu powinna ochronić oziminy przed wymarznięciem. Natomiast Ulanova [1975], charakteryzując surowsze warunki klimatyczne podała grubość 10 cm warstwy śniegu jako niezbędnej do ochrony ozimin. Wyniki te pochodzą z pomiarów na stacjach meteorologicznych, natomiast na otwartym polu pokrywa śnieżna może mieć inną grubość. Cytowana autorka oraz inni nie podają jednak, że zaleganie zbyt grubej pokrywy śnieżnej może powodować wyprzenie ozimin. Do wyprzenia dochodzi wtedy, gdy obfite opady śniegu pokrywają niedostatecznie zamrażniętą glebę. Pod taką okrywą może dość długo utrzymywać się temperatura bliska 0°C, rośliny wówczas silniej oddychają niż wtedy, gdy ziemia jest całkowicie zamrażnięta. Również długo zalegająca wiosną pokrywa śnieżna sprzyja wyprzeniu [Monitoring produkcji roślinnej 2006].

Tabela 2. Średnie i skrajne wartości charakterystyk najlepiej opisujących stan przezimowania pszenicy ozimej w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie
Table 2. Mean and extreme values of the characteristics, which best described the wintering state of the Winter wheat at the Agrometeorological Observatory in Felin

Wyszczególnienie Specification	Wartość – Value		Sezon Season	Wartość najwyższa Highest value	Sezon Season
	średnia mean	najniższa lowest			
Liczba dni z pokrywą śnieżną (x_3) Number of days with snow cover (x_3)	70,4	44	1976/77	90	1975/76
Data ruszenia wegetacji na wiosnę (x_6) Date of vegetation start in spring (x_6)	30 III	10 III	1976/77	12 IV	1979/80
Liczba dni z opadami śniegu (x_2) Number of days with snowfall (x_2)	45,5	35	1979/80	56	1977/78

W niniejszym opracowaniu stwierdzono, że wzrost liczby dni z pokrywą śnieżną był najważniejszym czynnikiem wpływającym pozytywnie na stan przezimowania. Data ruszenia wegetacji na wiosnę okazała się następnym w kolejności istotnym czynnikiem dobrego zimowania – podczas jej opóźniania się zimowania były gorsze. Znaczenie wczesnego ruszenia wegetacji w swoim opracowaniu przedstawił Styk [1964]. Podobne wyniki uzyskano na temat zimowania rzepaku na Lubelszczyźnie: opóźnianie się wiosny zostało uznane jako jeden z głównych czynników pogarszających zimowanie roślin Liniewicz [1987].

Wiosna jest okresem występowania przymrozków, których wpływ na zimowanie pszenicy był różnie oceniany. Uwagi te nie odnoszą się do konkretnych odmian pszenicy, więc trudno tu o dodatkowy komentarz. W okresie wiosny należy się jednak liczyć z innym niebezpieczeństwem – mechanicznymi uszkodzeniami roślin na skutek pionowych ruchów w powierzchniowej warstwie gleby. Ruchy takie zachodzą pod wpływem wahań temperatury powietrza około 0°C. Zjawisko to jest wyraźnie obserwowane zwłaszcza na takich glebach, jakie występują w Gospodarstwie Doświadczalnym w Feli-

nie. Szczegółową analizę ruchów gleby w Felinie, najbardziej intensywnych w marcu, zawiera opracowanie Kołodzieja i Galanta [1979]. Stwierdzono tam również, że pszenica ozima jest bardziej odporna na skutki ruchów gleby niż żyto ozime. Z powyższych rozważań wynika, że opóźniająca się lub długo trwająca wiosna w procesie zimowania jest zjawiskiem niekorzystnym.

Wzrost liczby dni z opadami śniegu, o czym już wspomniano poprzednio, okazał się trzecim pod względem znaczenia czynnikiem pozytywnie wpływającym na zimującą pszenicę. Poza wpływem bezpośrednim w postaci formowania pokrywy śnieżnej może tu występować jeszcze jedno zjawisko pozytywne, ponieważ większość opadów śniegu występuje podczas temperatury powietrza w granicach od 0 do $-5,0^{\circ}\text{C}$ [Kosiba 1949].

Trzeba jednocześnie stwierdzić, że w niniejszym opracowaniu wpływ temperatury powietrza na stan zimowania pszenicy wykazano w sposób pośredni przy analizowaniu innych charakterystyk klimatologicznych i fenologicznych. Spośród trzech charakterystyk temperatury powietrza: wartości średnich z chłodnych sezonów, sum „zimna” i sum „ciepła”, tylko ta ostatnia wystąpiła w pierwszym równaniu regresji. Suma „ciepła” została wyeliminowana najpierw jako zmienna najmniej istotna. Wzrosty temperatury powietrza w zimie mogą być jednak czynnikiem zakłócającym zimowanie. Dowodzi tego opracowanie Svisjuk [1981] oparte na badaniach ozimin w europejskiej części Rosji. Stwierdza się wówczas wznowienia wegetacji pszenicy ozimej, gdy temperatura powietrza podczas odwilży wzrasta od $2,0^{\circ}\text{C}$ do wartości $5,0^{\circ}\text{C}$. Według badań dotyczących zimowania pszenicy w Nitrze [Španik i Repa 1982] na Słowacji zaobserwowano pogorszenie zimowania wówczas, gdy suma temperatur minimalnych poniżej progu $-5,0^{\circ}\text{C}$ przekraczała $-160,0^{\circ}\text{C}$, a liczba dni z minimalną temperaturą niższą od $-5,0^{\circ}\text{C}$ była większa od 20.

W opracowaniu wykorzystano wszystkie zmienne niezależne (równanie nr 1) i trzy wybrane (równanie nr 2) i na tej podstawie porównano rzeczywiste oceny stanu przezi-
mowania i obliczone (tab. 3).

Tabela 3. Oceny przezimowania pszenicy obserwowane i obliczone w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie

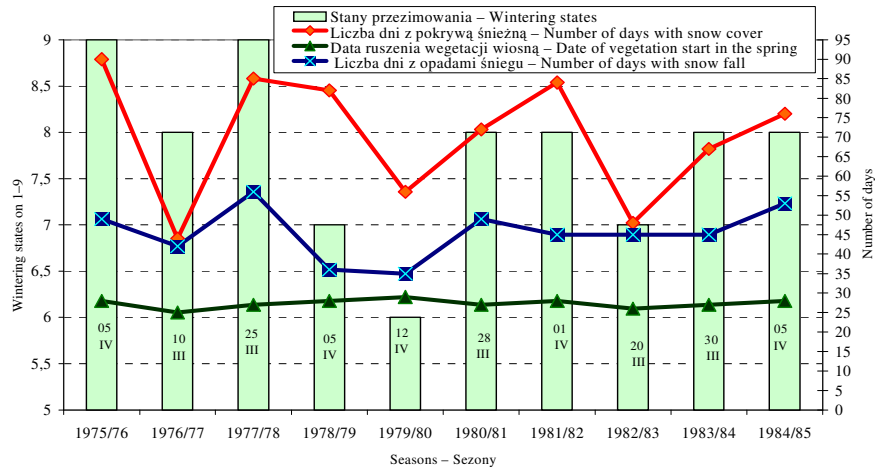
Table 3. Evaluation of wheat wintering observed and calculated at The Agrometeorological Observatory in Felin

Sezon zimowy Winter season	Przezimowanie obserwowane Observed wintering	Przezimowanie wg równania nr 1 Wintering according to equation 1	Przezimowanie wg równania nr 2 Wintering according to equation 2
1975/76	9	8,69	8,40
1976/77	8	7,68	7,65
1977/78	9	9,20	9,21
1978/79	7	6,98	7,54
1979/80	6	6,07	5,94
1980/81	8	8,06	8,15
1981/82	8	8,38	8,16
1982/83	7	7,39	7,44
1983/84	8	7,87	7,62
1984/85	8	7,81	8,11

Oceny faktycznych stanów przezimowania wahały się od wartości najniższej, ocenianej stopniem 6 (przezimowanie dobre średnie) w sezonie 1979/80, gdy liczba dni

z pokrywą śnieżną była równa 56, do najwyższej, ocenianej stopniem 9 (przezimowanie bardzo dobre) w sezonach 1975/76 (90 dni z pokrywą śnieżną) i 1977/78 (85 dni z pokrywą śnieżną). Średnia wartość przezimowania w tej skali wynosi 7,8, co jest najbliższe ocenie – przezimowanie bardzo dobre – dobre.

Po podstawieniu średnich wartości zmiennych niezależnych do równania 1 uzyskano ocenę równą 7,81, natomiast za pomocą równania (2) równą 7,80. Różnice pomiędzy ocenami stanów przezimowania, pochodzących bezpośrednio z doświadczenia i z obliczonymi były jednak w konkretnych przypadkach większe: przy zastosowaniu równania (1) do 0,39 w sezonie 1982/83, a według równania (2) do -0,60 w sezonie 1975/76.



Rys. 1. Stany przezimowania pszenicy ozimej oraz charakterystyki klimatologiczne w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie

Fig.1. Wintering states of winter wheat and climatological features in Agrometeorological Observatory in Felin

Łączna ocena stwierdzonych oddziaływań charakterystyk klimatologicznych i fenologicznych na stan przezimowania zilustrowana rysunkiem 1 uwidacznia dodatkowe aspekty. Najbardziej spektakularny przykład wystąpił w sezonie 1979/80, gdy było najgorsze przezimowanie – równe 6 i jednocześnie wystąpiła mała liczba dni z pokrywą śnieżną oraz najmniejsza liczba dni z opadami śniegu i najpóźniejsza data ruszenia wegetacji. Najlepsze przezimowania równe 9 stwierdzono w sezonach 1975/76 i 1977/78. W sezonach tych były najwyższe liczby dni z pokrywą śnieżną i również wysokie liczby dni z opadami śniegu.

Opierając się na wartościach cząstkowych współczynników korelacji i znormalizowanych cząstkowych współczynników regresji wielokrotnej, można stwierdzić, że czynnikiem najważniejszym i oddziałującym pozytywnie była liczba dni z pokrywą śnieżną. Data ruszenia wegetacji wiosną była drugim pod względem znaczenia czynnikiem, jej opóźnianie się powodowało gorsze przezimowanie. Na trzecim miejscu należy wymienić liczbę dni z opadami śniegu, która miała pozytywny wpływ na przezimowania. Naszym zdaniem, w taki sposób przejawia się pozytywny wpływ stosunkowo wysokiej temperatury w chłodnej porze roku, która towarzyszy opadom śniegu, o czym już wspomniano, cytując Kosibę [1949].

PODSUMOWANIE

Średnia wartość przezimowania pszenicy ozimej odmiany Grana w okresie dziesięciu chłodnych sezonów była równa 7,8 w skali 9-stopniowej. Najgorsze przezimowanie ocenione stopniem 6 wystąpiło jeden raz, a najlepsze przezimowanie w przyjętej skali wystąpiło dwukrotnie. W sezonach tych notowano jednocześnie skrajne wartości charakterystyk klimatologicznych i fenologicznych.

Opóźnianie daty ruszenia wegetacji wiosną powodowało gorsze przezimowanie. Negatywne oddziaływanie na stan przezimowania pszenicy ozimej powodował wzrost sumy „ciepła” i zbyt duże zagęszczenie roślin na 1 m² jesienią.

Wpływ temperatury powietrza na przezimowanie przejawiał się pozytywną rolą większej liczby dni z opadami śniegu, występującymi najczęściej przy temperaturze powietrza od 0,0 do -5,0°C oraz wcześniejszą datą ruszenia wegetacji wiosną.

W wyniku przeprowadzonego eksperymentu wykazano, że wzrost liczby dni z opadami śniegu i liczby dni z pokrywą śnieżną powodowały lepsze przezimowanie pszenicy ozimej odmiany Grana.

PIŚMIENNICTWO

- Deputat T., 1998. Wymagania termiczne pszenicy ozimej [w:] *Biologia plonowania, agrotechnika i wykorzystanie ziarna pszenicy*. Ogólnopol. Konf. Nauk. IUNG, Zakład Uprawy Roślin Zbożowych, Puławy, 78.
- Domżał H., Pranagal J., 1995. Pedological characteristics of a research site for studying climate of the cultivated field. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 419, 9–14.
- Gut M., Witkowski E., 1987. Badania nad mrozodpornością rodów hodowlanych pszenicy ozimej (*Triticum aestivum* L.) w latach 1982–1985. cz. I. *Biul. IHAR, Radzików*, 161, 3–10.
- Iwaszkiewicz K., Ulińska M., Uliński G., 1965. Wytyczne do wykonywania obserwacji polowych w doświadczeniach ze zbożami. PWRiL Warszawa.
- Kołodziej J., Galant H. 1979. Uszkodzenie zbóż ozimych wskutek pionowych ruchów gleby. *Post. Nauk Roln., PAN, XXVI/XXXI*, 2/175, 21–28.
- Kosiba A., 1949. Częstość szaty śnieżnej na Ziemiach Śląskich. *Prace Wrocł. Tow. Nauk. Ser. B*, 21.
- Krasowicz S., 1998. Ekonomiczne i organizacyjne uwarunkowania produkcji pszenicy w Polsce [w:] *Biologia plonowania, agrotechnika i wykorzystanie ziarna pszenicy*. Ogólnopol. Konf. Nauk. IUNG, Zakład Uprawy Roślin Zbożowych, Puławy, 15–37.
- Liniewicz K., 1987. Warunki meteorologiczne zimowania rzepaku na Lubelszczyźnie. *Rocz. Nauk Roln. s. A.* 106, 4, 21–33.
- Lista opisowa odmian 2006. *Rośliny rolnicze, cz. I, Zbożowe, COBORU Słupia Wielka*. Monitoring produkcji rolniczej. 2006, Zimotrwałość roślin. KPODR, Minikowo Oddz. Przysiek.
- Paczos S., 1982. Stosunki termiczne i śnieżne zim w Polsce. UMCS, Wyd. Biologii i Nauk o Ziemi, Lublin (Rozpr. hab.).
- Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej. 2004. GUS, LXIV, Warszawa.
- Rudnicki F., 1998. Czynniki ograniczające plonowanie pszenicy w Polsce [w:] *Biologia plonowania, agrotechnika i wykorzystanie ziarna pszenicy*. Ogólnopol. Konf. Nauk. IUNG, Zakład Uprawy Roślin Zbożowych, Puławy, 51–64.
- Španik F., Repa Š., 1982 Effect of meteorological conditions on winter wheat overwintering. *Pol'nohospodarstvo*. 28,10, 873–882.
- Styk B., 1964. *Przyrodniczo-rolnicze podstawy rejonizacji upraw na terenie województwa lubelskiego*. Wyd. Lubelskie, Lublin (Rozpr. hab.).

- Svisjuk I.V., 1981. O skorosti rosta i rozvitija ozimoj pšenicy vo vremija zimnich ottepelej. *Meteorologija i Girologija*, 11, 88–92.
- Ulanova E. S., 1975. Agrometeorologičeskie uslovija i urožajnosć ozimoj psenicy. Gidrometeorizdat. Leningrad 1975.
- Weber R., Zalewski D., 2005. Plonowanie odmian pszenicy ozimej w warunkach Dolnego Śląska, *Annales UMCS, s. E, Agricultura*, LX, 59–70.

Summary. Assessed in the paper were the conditions of wintering of winter wheat of the Grana variety, which was one of the longest cultivated varieties in Poland in the years 1970–1988. The experiment was carried out during 10 cold seasons at the Agrometeorological Observatory in Felin near Lublin on grey-brown soil (Orthic Luvisol), derived from silt formations, non-uniform, laying over chalk marl. In the statistical calculations considered were the wintering state of the winter wheat, as well as 11 climatic characteristics related to the air temperature, snow cover, and plant features. The analysis of the material was carried out using the correlation between the wintering state, being the dependent variable (y) and the independent variables ($x_1 - x_{11}$), and then the multiple regression. For calculation of the multiple regression with the selection of the best subset of independent variables used were 6 independent variables best correlated with the dependent variable. The regression equation which contained the 6 independent variables, described the wintering state with the accuracy of 92.15%. After the consecutive reductions, the equation with 3 independent variables was remained, which described the wintering state with the accuracy of 86.29%. This equation contained the following independent variables (listed according to their importance): number of days with snow cover, the growth of which improved the wintering; vegetation period starting date, the delay of which caused worsened the wintering condition; number of days with snowfall, the growth of which improved the wintering. The influence of air temperature was of moderate importance, because the most snowfall occurs at temperatures from 0.0°C to –5.0°C and the earlier start of the vegetation period in the spring depends also on the air temperature.

Key words: wheat wintering, meteorological conditions