

ANALIZA WZROSTU RZEPAKU OZIMEGO W OKRESIE ZAWIĄZYWANIA I WYPEŁNIANIA ŁUSZCZYN

Bartosz Spychalski¹, Stefan Pietkiewicz¹, Adam Ławicki^{2,3},
Adam Adamski^{2,3}, Hazem M. Kalaji^{2,3*}

¹ Katedra Fizjologii Roślin, Wydział Rolnictwa i Biologii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

² Instytut Technologiczno-Przyrodniczy (ITP), Falenty, Al. Hrabaska 3, 05-090 Raszyn

³ White Hill, Żurawia 71/3, 15-540 Białystok

* Autor korespondencyjny: hazem@kalaji.pl

STRESZCZENIE

W doświadczeniu polowym przeprowadzonym w sprzyjających warunkach pogodowych w indywidualnym gospodarstwie rolnym autora pracy analizowano dynamikę wzrostu rzepaku ozimego w okresie zawiązywania i wypełniania łuszczyń u dwóch odmian (populacyjnej Brendy i mieszańcowej Primus F1) rzepaku ozimego. Zastosowano wariant wskaźnikowej analizy wzrostu dla pojedynczej rośliny. Stwierdzono, że odmiana mieszańcowa charakteryzuje się wyższą tolerancją na występujące w trakcie zawiązywania i wypełniania łuszczyń stropy biotyczne (choroby i szkodniki) i okresową suszę (większa zdolność gromadzenia wody), ale tworzy mniejszą suchą masę oraz wcześniej traci liście. Odmiana populacyjna wytwarza więcej suchej masy, wcześniej ustalają się u niej stałe proporcje poszczególnych organów, ale jest narażona na osypanie nasion. W efekcie różnica w plonie nasion wynosi 0,4 t ha⁻¹. Mieszańcowa hodowla rzepaku powinna zatem dążyć do wczesnego ustalenia się stałych proporcji udziału poszczególnych organów w suchej masie całej rośliny.

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, odmiana populacyjna, odmiana mieszańcowa, sucha masa, wzorzec dystrybucji

GROWTH ANALYSIS OF RAPE DURING THE BINDING AND FORMATION OF PODS

ABSTRACT

Field experiment was conducted to analyze the growth dynamics of the oilseed rape and the filling of pods in two types (cv. Brendy population and cv. Primus F1 hybrid). The variant of quantitative growth analysis for a single plant was chosen. It was found that the hybrid variety has a higher tolerance to biotic stresses that may occur (pests and diseases) and periodic drought (increased water storage capacity). However, it created a lower dry weight and lost the leaves earlier. Population produces more dry matter, earlier it establishes a fixed proportion of each organ within, but is exposed on spill on the seeds. As a result, the difference in the yield of the seed was 0,4 t ha⁻¹ in favor of the hybrid. Hybrid oilseed rape breeding should strive to early establish a rigid proportion of the various organs of the dry weight of the plant.

Keywords: rape, cultivar population, hybrid variety, dry matter, distribution pattern

WSTĘP

Zgodnie z opracowanym w Katedrze Fizjologii Roślin SGGW w Warszawie scenariuszem rozwoju polskiego rolnictwa w warunkach wpływu zmian Klimatycznych do roku 2030 powierzchnia uprawy rzepaku ozimego powinna

systematycznie wzrastać (Nalborczyk i in. 1995 a, b, c). Istotne znaczenie dla plonowania rzepaku ma również postęp biologiczny. Obecnie wiele firm hodowlanych preferuje odmiany mieszańcowe (Rochalska i Orzeszko 2012). Odmiana mieszańcowa jest to odmiana, której materiał siewny jest wytworzony za każdym razem przez krzyżo-

wanie określonych zbiorowości roślin zgodnie ze sposobem i kolejnością podanymi przez zachowującego odmianę. Odmiany te powoli zaczynają wypierać populacyjne. Odmiana populacyjna jest rodzajem krzyżowania roślin obcopylnych w sposób panmiktyczny. Polega on na swobodnym całkowicie losowym krzyżowaniu. Dzięki większej zmienności genetycznej odmiany mieszańcowe gwarantują w optymalnych warunkach wysoką zimotrwałość, zadowalającą wydajność i dużą tolerancję na choroby grzybowe. Istotne znaczenie dla plonowania rzepaku ma okres zawiązywania i wykształcania łuszczyń (Tommei i Evans 1992). Pojawiają się wówczas zawiązki łuszczyń i systematycznie coraz więcej łuszczy osiąga typową dla danej odmiany wielkość. Następnie coraz więcej łuszczyń dojrzewa aż do osiągnięcia pełnej dojrzałości, gdzie prawie wszystkie łuszczyńki zawiązują brązowo czarne i czarne nasiona (Artyszak i inni 2010). Procesy plonotwórcze w tej fazie najlepiej śledzić stosując wskaźnikową analizę wzrostu (Evans 1972, Pietkiewicz 1985a, b, Pała i Pietkiewicz 2002, Hunt 1990, 2002). Szczególnie wariant wzrostu pojedynczej rośliny oparty jest na zależności względna szybkość wzrostu RGR (ang. *Relative Growth Rate*) jako iloczyn jednostkowej produktywności liści ang. *Unit leaf rate*) i frakcji organów asymilacyjnych w masie całej rośliny (ang. *Leaf Weight Ratio*). W warunkach polowych bardzo często taką analizę ogranicza się do badania wzrostu części nadziemnych (Jankowski i Budzyński 2007, Diepenbrock 2000).

Celem pracy było określenie w fazie zawiązywania i wykształcania łuszczyń rzepaku ozimego, przebiegu wzrostu i gromadzenia suchej masy roślin u dwóch odmian populacyjnej i mieszańcowej.

MATERIAŁY I METODY

Opis stanowiska badawczego, agrotechniki i pobór próbek do badań

Doświadczenie zostało przeprowadzone w indywidualnym gospodarstwie rolnym na polu produkcyjnym w miejscowości Koszanowo w gminie Włocławek, powiatu włocławskiego, województwa kujawsko-pomorskiego. Gleba działek na których prowadzono doświadczenie należy do kompleksu I – psennego bardzo dobrego, klasy bonitacyjnej IIIa, IIIb, o optymalnym pH, wysokiej zawartości fosforu i potasu, niskiej magnezu i mikroelementów. Powierzchnia działek wynosi-

ła 3 ha dla odmiany populacyjnej Brendy i 3,7 ha dla odmiany mieszańcowej Primus F1. Przedplonem rzepaku ozimego była pszenica jara odmiany Tybalt. Zbiór pszenicy nastąpił dnia 5.08.2013 r.

W dniu 22 sierpnia 2013 roku wykonano orkę i wałowanie gleby. Następnego dnia za pomocą agregatu uprawowo-siewnego przystąpiono do wykonania siewu. Użyto dwóch odmian rzepaku ozimego: Primus F1 w ilości 3,1 kg/ha oraz Brendy w ilości 3,4 kg/ha. Dzień po siewie został wykonany zabieg chwastobójczy z użyciem środków Metazanex 500 S.C. w ilości 1,5 L/ha. Połączono ze środkiem Command 480Ec w ilości 0,12 L/ha. Warunki pogodowe w trakcie wegetacji były dość korzystne. Wschody rzepaku były pełne, 90-100 roślin/m², rozwój rozet przebiegał prawidłowo i rośliny weszły w stan spoczynku zimowego w dobrej kondycji. Rośliny dobrze przezimowały, ponieważ aura była dość łagodna. Wiosna również sprzyjała intensywnej wegetacji, gdyż w miesiącach kwiecień, maj opady atmosferyczne zaspokoili zapotrzebowanie rzepaku na wodę. Dopiero dość suchy czerwiec mógł niekorzystnie wpłynąć na plony. Wykonano zabieg środkiem grzybobójczym Caryx 240 SI w ilości 1 L/ha, ponieważ na roślinach zaobserwowano pierwsze objawy suchej zgnilizny kapustnych (23.09.2013 r.). Zabieg ten połączono z nawożeniem dolistnym, na którym zastosowano odżywkę: Adob bor 1 L/ha, Adob mangan 1 L/ha, Adob molibden 0,2 L/ha oraz siarczan magnezu w ilości 10 kg/ha. Dnia 2.03.2014 r. wysiano pierwszą dawkę azotu w postaci saletry amonowej w ilości 350 kg/ha. Dnia 23.03.2014 r. rozsiano drugą dawkę azotu zawierającą także siarkę w postaci saletrosanu w ilości 400 g/ha.

Na plantacji zaobserwowano obecność chwacza czterozębnego, a jego ilość w żółtym naczyniu z emulsją przekraczała próg szkodliwości (22 chrząszcze w naczyniu), wobec tego w dniu 28.03.2014 r. zastosowano środek Nurella 550 EC w ilości 0,6 L/ha. Zabieg ten połączono z nawożeniem dolistnym w postaci odżywek (Adob bor 1 l/ha, Adob mangan 1l/ha Adob molibden 0,2l/ha) oraz siarczan magnezu w ilości 10 kg/ha. Podczas lustracji 20 kwietnia 2014 r. zaobserwowano intensywny rozwój roślin jak również obecność słodyszka rzepakowego. Na niektórych roślinach zaobserwowano nawet po 2 sztuki owadów. W związku z tym zastosowano środek Proteusz 110 OD połączony zapobiegawczo ze środkiem grzybobójczym Toprex 375 S.C. w ilości 0,5 L/ha. Z ponownej obserwacji

21 maja 2014 wynikało, że na roślinach pojawiły się pierwsze objawy czerni krzyżowych, w związku z tym zastosowano środek Amistar 250 S.C. Dzięki wybraniu środków o długim terminie działania w późniejszym terminie zaobserwowano, że plantacje wykazują dobrą zdrowotność. Zabiegu desykacji nie wykonywano, ponieważ rośliny równomiernie dojrzewały.

W okresie od dnia 15.05.2014 r. do zbioru nasion analizowano wzrost i gromadzenie masy poszczególnych organów rośliny. W przedziałach co dwa tygodnie pobierano z obu pól po 7 roślin każdej odmiany. Za każdym razem analizowano świeżą i suchą masę łodyg, liści i łuszczyń. W tym samym czasie lustrowano stan roślin na plantacjach. Otrzymane pierwotne dane umożliwiły wyznaczenie wskaźników analizy wzrostu pojedynczej rośliny ujętych w zależności:

$$RGR = ULR \cdot LWR,$$

gdzie: ULR – jednostkowa produktywność liści,
LWR – frakcja organów asymilacyjnych (liści),
RGR – względna szybkość wzrostu.

W dniu 21.07.2014 r. nastąpił zbiór nasion rzepaku odmiany Primus F1 (wilgotność 7,8), a trzy dni później odmiany Brendy (wilgotność 7,9%). Otrzymane wyniki dotyczące świeżej i suchej masy całej rośliny i poszczególnych organów poddano dwukierunkowej analizie wariancji ANOVA stosując pakiet Statistica 4.1. Czynnikiem doświadczenia były odmiana i termin pomiaru.

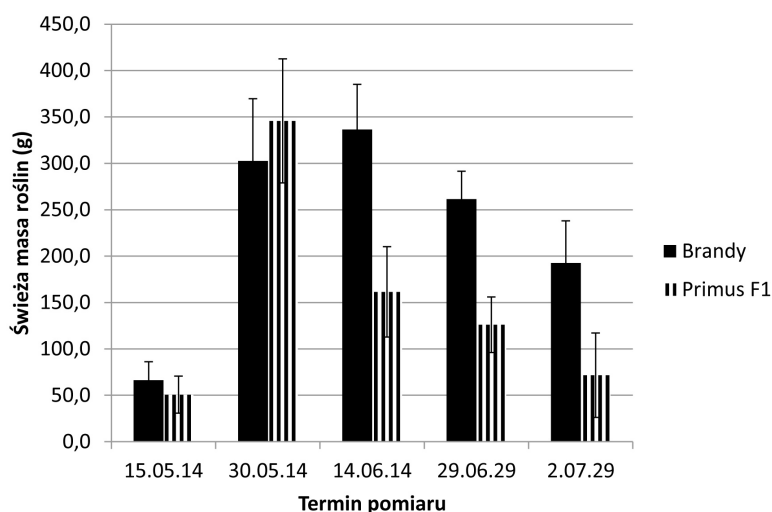
WYNIKI

Świeża i sucha masa roślin i poszczególnych organów

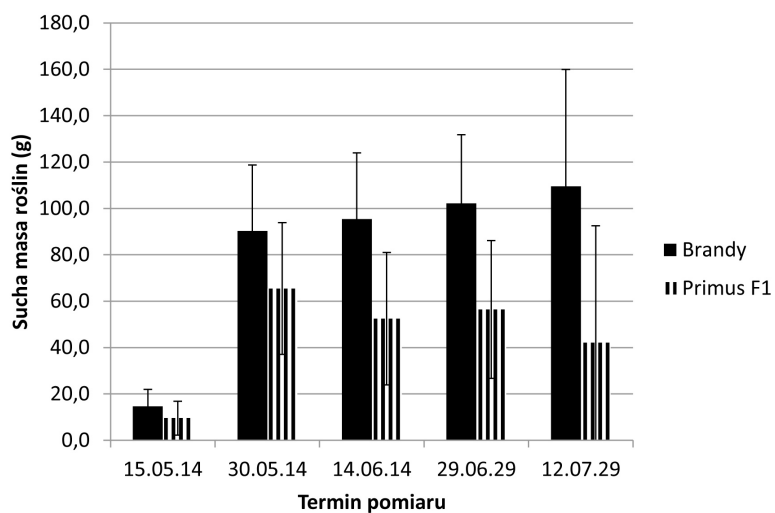
Najwyższą świeżą masę zanotowano dla odmiany Primus F1 w zbiorze drugim, natomiast u odmiany Brendy najwyższą masę osiągnięto w zbiorze trzecim. Najmniejszą masę zaobserwowano w zbiorze pierwszym. Po zbiorze trzecim zaobserwowano w każdym kolejnym zbiorze spadek świeżej masy. W pierwszych dwóch zbiorach wartości NIR były nieistotne, natomiast w późniejszych wartości NIR były istotne (Rys. 1a).

Największą suchą masę zanotowano dla odmiany Brendy w zbiorze piątym, natomiast dla odmiany Primus F1 sucha masa była największa w zbiorze drugim. Najmniejsza sucha masa zaobserwowano w zbiorze pierwszym. W każdym ze zbiorów zanotowano większą suchą masę dla odmiany Brendy. W pierwszych dwóch zbiorach wartości NIR były nieistotne, natomiast w późniejszych zbiorach wartości NIR były istotne (Rys. 1b).

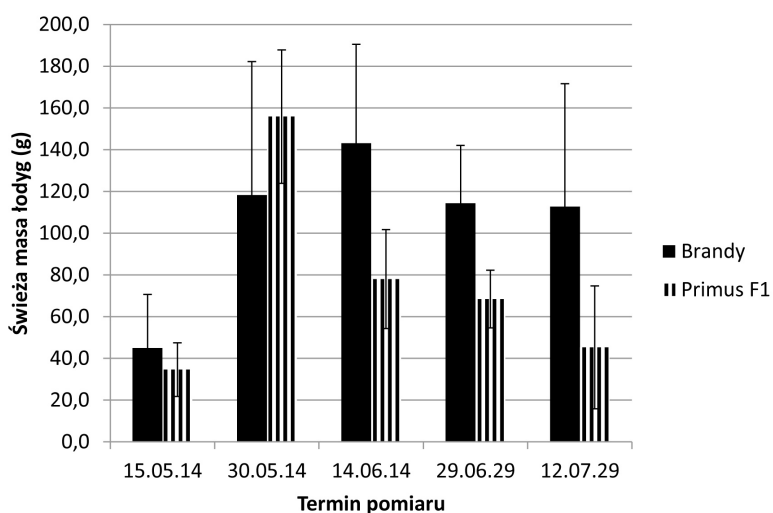
Najwyższą świeżą masę łodyg zanotowano dla odmiany Primus F1 w zbiorze drugim, natomiast u odmiany Brendy najwyższą świeżą masę łodyg zanotowano w zbiorze trzecim. Najmniejszą masę zaobserwowano w zbiorze pierwszym. W każdym ze zbiorów świeża masa łodyg była wyższa u odmiany Brendy, poza zbiorem drugim gdzie u odmiany Primus F1 zanotowano wyższą masę, niż u odmiany Brendy. W pierwszych dwóch zbiorach wartości NIR były nieistotne, natomiast w późniejszych zbiorach wartości NIR były istotne (Rys. 2a).



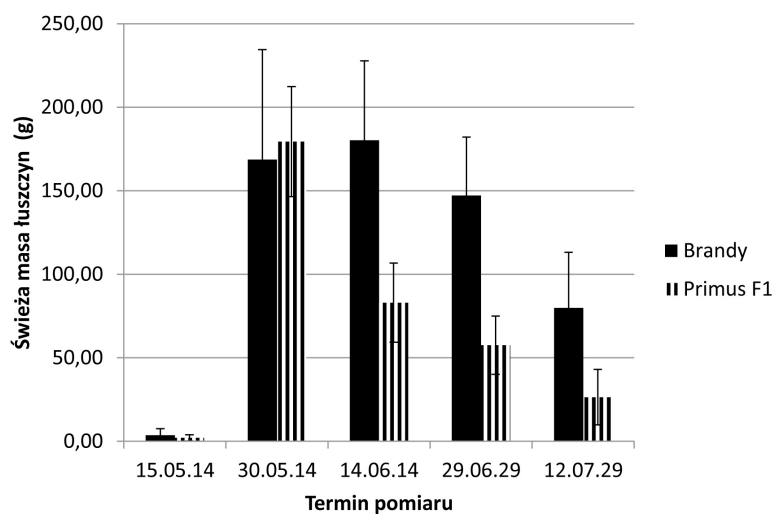
Rys. 1a. Zmiany w fazie zawiązywania i wypełniania łuszczyń świeżej masy roślin odmian rzepaku ozimego Brendy i Primus F1



Rys. 1b. Zmiany w fazie zawiązywania i wypełniania łuszczyń suchej masy roślin odmian rzepaku ozimego Brandy i Primus F1



Rys. 2a. Zmiany w fazie zawiązywania i wypełniania łuszczyń świeżej masy łodyg roślin odmian rzepaku ozimego Brandy i Primus F1



Rys. 2b. Zmiany w fazie zawiązywania i wypełniania łuszczyń świeżej masy łuszczyń roślin odmian rzepaku ozimego Brandy i Primus F1

Najwyższą masę zanotowano dla odmiany Primus F1 w zbiorze drugim, natomiast u odmiany Brendy najwyższą świeżą masę łuszczyń zanotowano w zbiorze trzecim. Najmniejszą świeżą masę zanotowano w zbiorze pierwszym dla obu odmian rzepaku ozimego. W każdym ze zbiorów większą świeżą masę miała odmiana Brendy, poza zbiorem drugim gdzie zanotowano wyższą masę, niż u odmiany Brendy. W pierwszych dwóch zbiorach wartości NIR były nieistotne, natomiast w późniejszych zbiorach wartości NIR były istotne (Rys. 2b).

Świeża masa liści najwyższa dla obu odmian była w zbiorze pierwszym, kolejno masa ta stopniowo malała by w zbiorach IV i V wartości te oscylowały w granicy 0. W każdym z pięciu zbiorów wyższą świeżą masę liści miała odmiana Brendy. Tylko w trzecim zbiorze wartość NIR była istotna, w reszcie zbiorów wartość ta była nieistotna (Rys. 2c).

Najwyższą suchą masę łodyg zanotowano dla odmiany Primus F1 w zbiorze drugim, natomiast dla odmiany Brendy sucha masa łodyg największa była w zbiorze piątym. Najmniejszą świeżą masę łodyg zanotowano w zbiorze pierwszym. W każdym zbiorze, poza drugim zbiorem największą suchą masę łodyg miała odmiana Brendy. W pierwszych trzech zbiorach wartość NIR była nieistotna, natomiast w kolejnych zbiorach wartość ta była istotna (Rys. 3a).

Najwyższa suchą masę łuszczyń dla odmiany Primus f1 zanotowano w zbiorze czwartym, natomiast dla odmiany Brendy w zbiorze piątym. Najmniejszą suchą masę zanotowano dla obu odmian w zbiorze pierwszym. W każdym zbiorze wyższą

miała odmiana Brendy. Tylko w pierwszym zbiorze wartość NIR nie była istotna, w reszcie zbiorów wartość NIR była istotna (Rys. 3b).

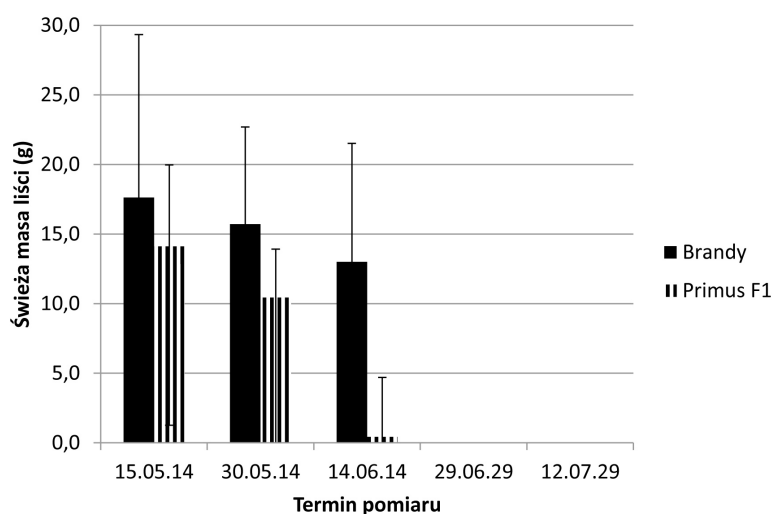
Największą suchą masę liści dla obu odmian zanotowano w zbiorze drugim. W każdym ze zbiorów wyższą suchą masę liści miała odmiana Brendy. Po zbiorze trzecim sucha masa liści dla obu odmian miała wartości bliskie zeru. Wartość NIR istotna była tylko w zbiorze trzecim, w reszcie zbiorów wartość ta była nieistotna (Rys. 3c).

Analiza wzrostu pojedynczej rośliny

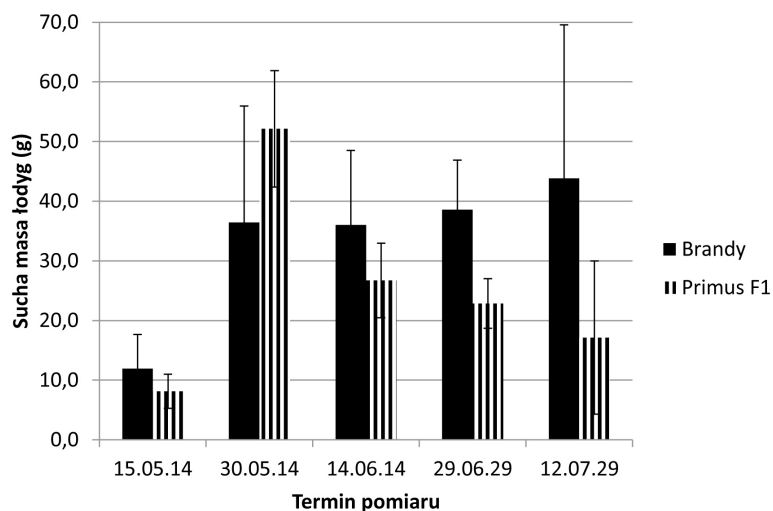
Zmiany procentowego udziału poszczególnych organów w masie całej rośliny odmiany Brendy, od pierwszego do drugiego zbioru roślin, zaobserwowano intensywny spadek masy liści na rzecz wzrostu masy łodyg i łuszczyń. W kolejnych zbiorach masa liści była bliska zera, natomiast udział łodyg i łuszczyń kształtowała się na podobnym poziomie do zbioru drugiego (Rys. 4a).

Zmiany procentowego udziału poszczególnych organów w masie całej rośliny Primus F1, w pierwszych dwóch zbiorach zmniejsza się udział liści w masie całej rośliny przy czym frakcja łuszczyń nie zmienia się w tym okresie, natomiast wyraźnie wzrasta udział łodyg. W kolejnych zbiorach zwiększał się udział łuszczyń na rzecz spadku udziału łodyg (Rys. 4b).

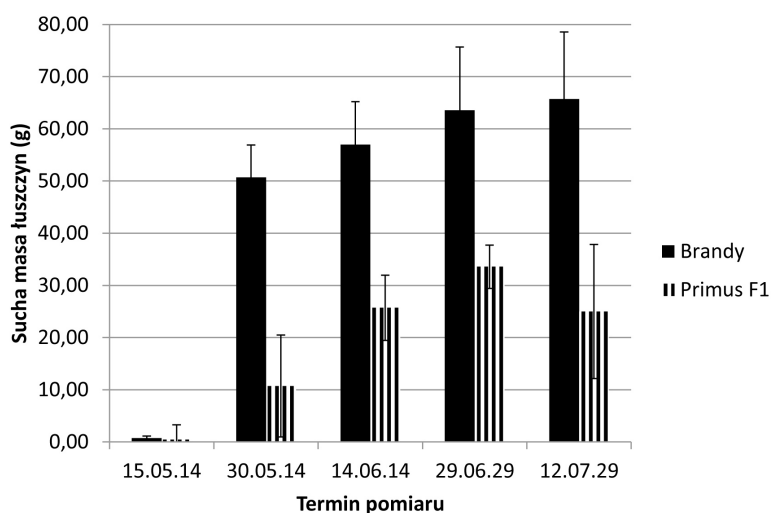
Wskaźnik szybkości wzrostu całej rośliny (RGR) kształtował się następująco – zarówno dla RGR 1 i RGR 2 całej rośliny rzepaku ozimego odmiany Brendy oraz Primus zanotowano spadek szybkości wzrostu masy. W RGR 3 całej rośliny rzepaku ozimego Brendy oraz Primus F1 wzrost



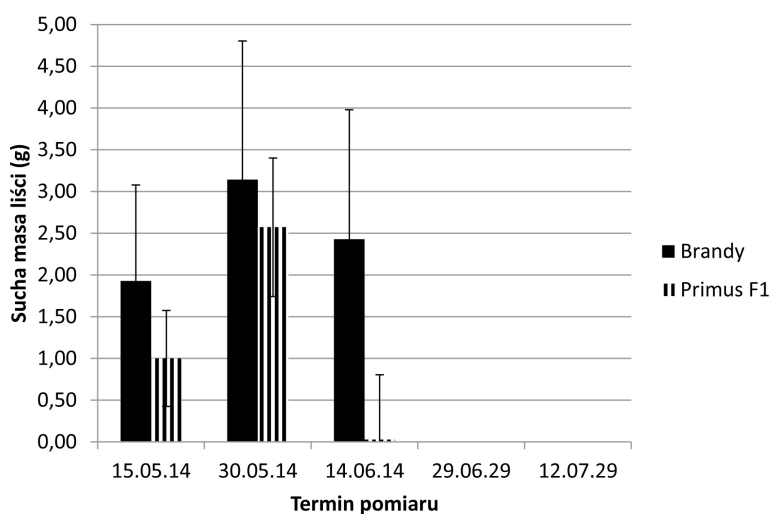
Rys. 2c. Zmiany w fazie zawiązywania i wypełniania łuszczyń świeżej masy liści roślin odmian rzepaku ozimego Brendy i Primus F1



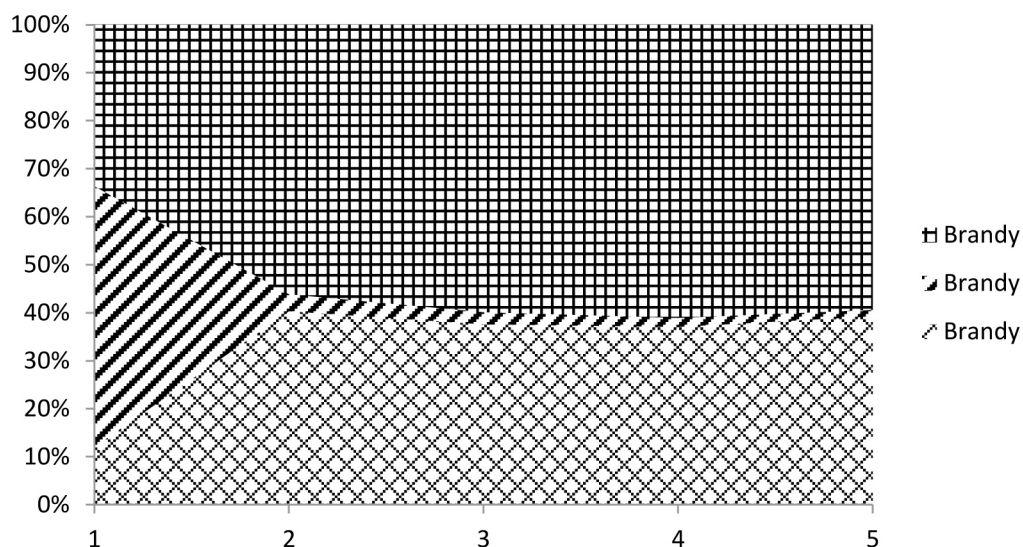
Rys. 3a. Zmiany w fazie zawiązywania i wypełniania łuszczyn suchej masy łodyg roślin odmian rzepaku ozimego Brandy i Primus F1



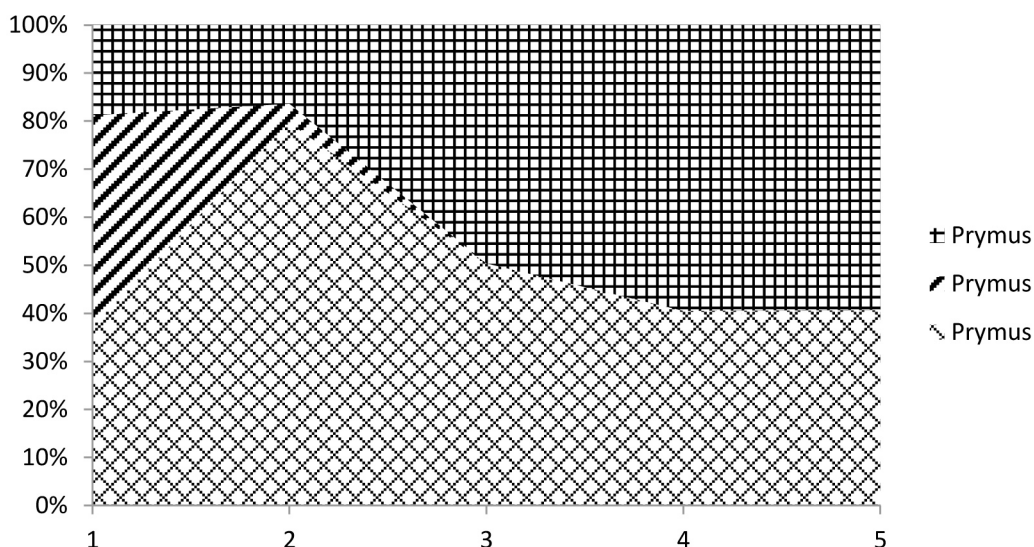
Rys. 3b. Zmiany w fazie zawiązywania i wypełniania łuszczyn suchej masy łuszczyn roślin odmian rzepaku ozimego Brandy i Primus F1



Rys. 3c. Zmiany w fazie zawiązywania i wypełniania łuszczyn suchej masy liści roślin odmian rzepaku ozimego Brandy i Primus F1



Rys. 4a. Zmiany w fazie zawiązywania i wypełniania łuszczyń świeżej masy liści roślin odmian rzepaku ozimego Brendy



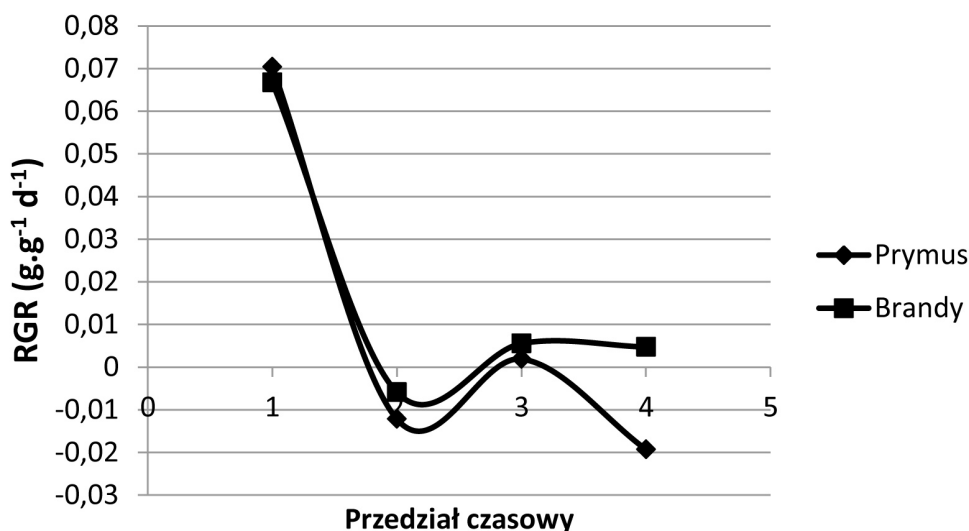
Rys. 4b. Zmiany w fazie zawiązywania i wypełniania łuszczyń świeżej masy liści roślin odmian rzepaku ozimego Primus F1

szybkości, natomiast w RGR 4 dla odmiany Brendy zanotowano spadek szybkości wzrostu, który był większy jak u odmiany Primus F1 (5a).

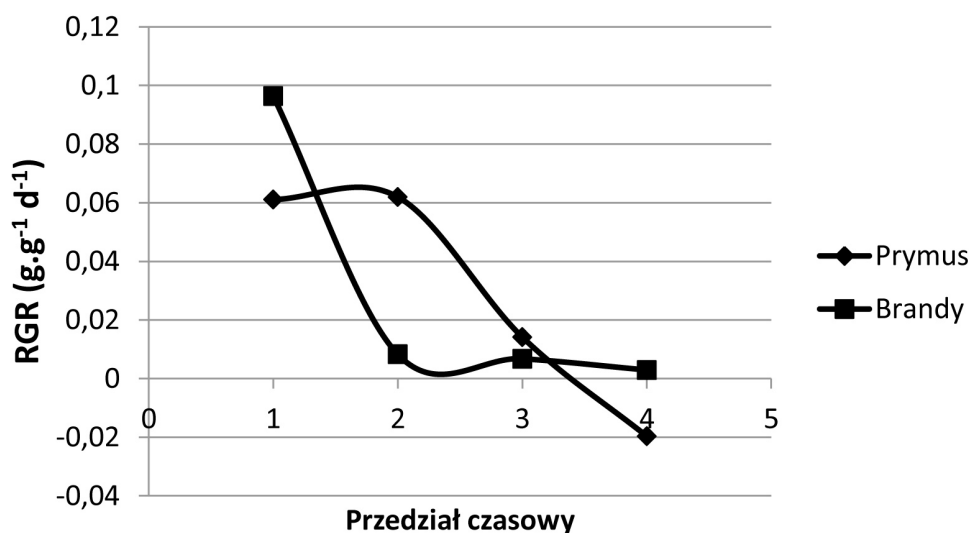
RGR łuszczyń u odmiany Brendy na początku pomiarów maksymalnej wartości wskaźnik malał bardzo szybko by już od drugiego terminu pomiarowego utrzymywać się na znacznie niższym, ale w miarę stałym poziomie. Szybkość wzrostu łuszczyń odmiany Primus F1 była na samym początku znacznie niższa niż u odmiany Brendy i utrzymywała się na tym poziomie w całym przedziale czasowym I i II. Po czym jakkolwiek systematycznie zmniejszała się by pomiędzy trzecim a czwartym pomiarem osiągnęła wartości poniżej

zera. To jednak w okresie od drugiego do trzeciego pomiaru wyraźnie przewyższała RGR łuszczyń u odmiany Brendy (Rys. 5b).

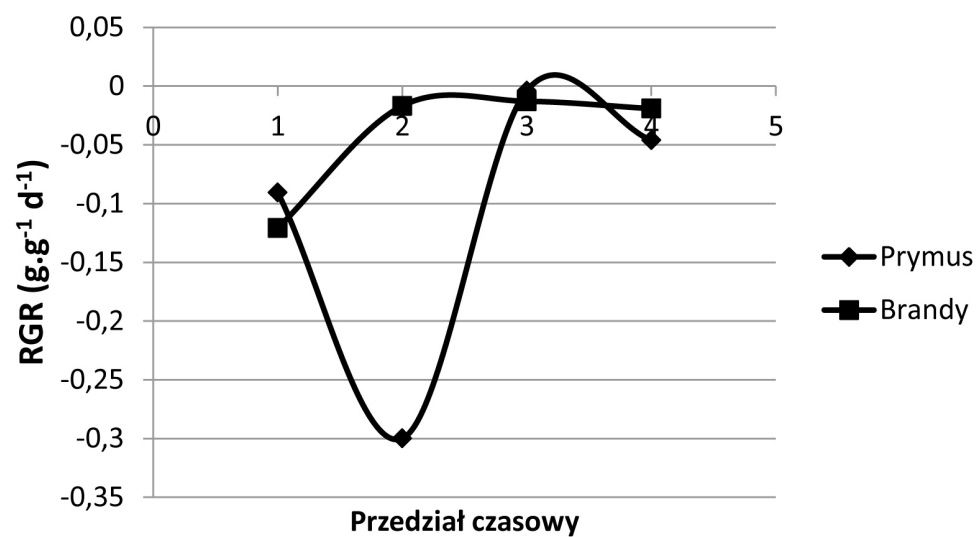
Wskaźnik RGR liści kształtował się następująco – zarówno dla RGR 1 i RGR 2 liści rzepaku ozimego odmiany Primus F1 zanotowano obniżenie szybkości, natomiast RGR 1 i RGR 2 liści rzepaku ozimego odmiany Brendy zaobserwowano wzrost. RGR 3 liści rzepaku ozimego odmiany Primus F1 zanotowano wzrost, a w RGR 3 liści rzepaku ozimego odmiany Brendy zanotowano minimalny wzrost. W RGR 4 liści rzepaku ozimego odmiany Brendy oraz Primus F1 zaobserwowano spadek (Rys. 5c).



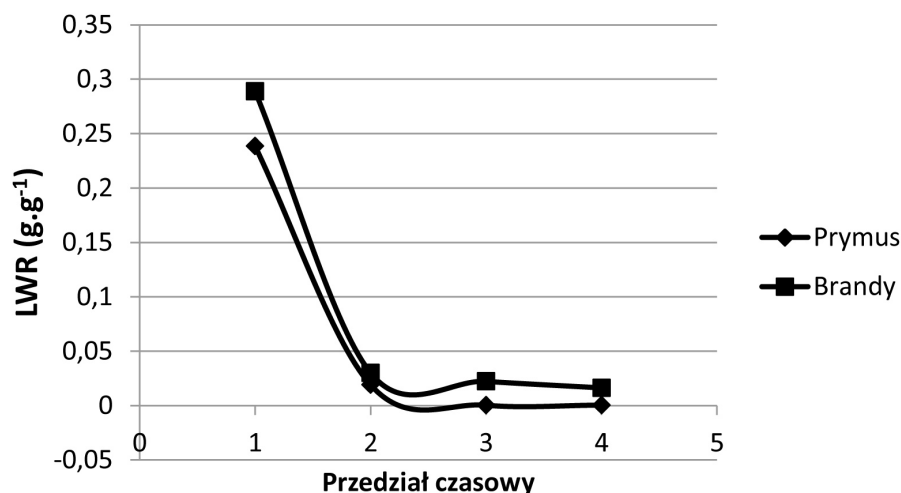
Rys. 5a. Zmiany względnej szybkości wzrostu roślin (RGR) rzepaku ozimego odmiany brandy i primus F1



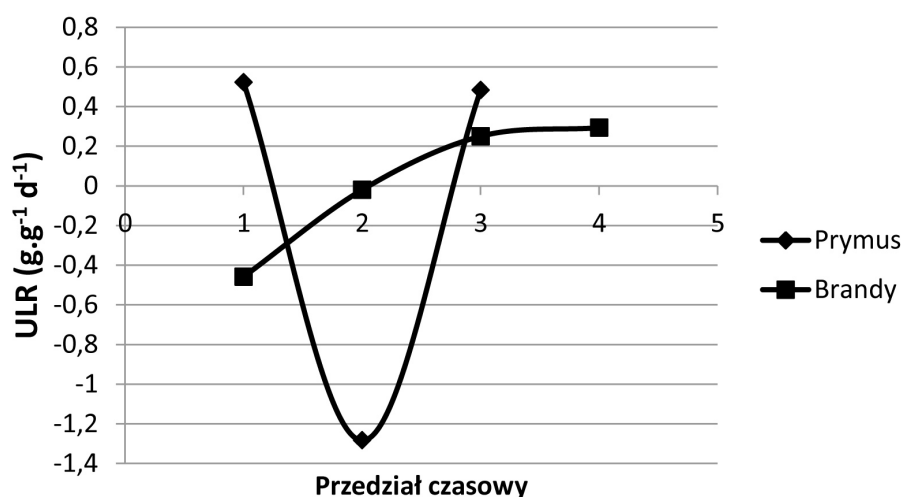
Rys. 5b. Zmiany względnej szybkości wzrostu (RGR) łuszczyzn rzepaku ozimego odmiany Brandy i primus F1



Rys. 5c. Zmiany względnej szybkości wzrostu (RGR) liści rzepaku ozimego odmiany Brandy i Primus F1



Rys. 6a. Frakcja organów asymilacyjnych (LWR) liści rzepaku ozimego Brandy i Primus F



Rys. 6b. Zmiany w fazie jednostkowej produktywności liści ULR roślin rzepaku ozimego odmiany brandy i primus F1 przy uwzględnieniu zależności liniowej pomiędzy wzrostem masy liści i całej rośliny

W dwóch pierwszych pomiarach wskaźnika LWR (frakcja organów asymilacyjnych liści) zanotowano obniżenie frakcji liści, następnie w kolejnych pomiarach nastąpił mniejszy spadek wartości LWR dla odmiany Primus F1 (Rys. 6a).

W każdym pomiarze wskaźnika ULR (jednostkowa produktywność liści) przy zależności liniowej dla odmiany Brandy rzepaku ozimego wystąpił wzrost wartości, natomiast dla odmiany Primus F1 w dwóch pierwszych pomiarach zanotowano spadek, a następnie wzrost wartości wskaźnika ULR (Rys. 6b).

DYSKUSJA

Niewielkie różnice w plonie można wyjaśnić dzięki zastosowaniu w badaniach metody wskaź-

nikowej analizy wzrostu pojedynczej rośliny do prześledzenia szybkości i wielkości tworzenia biomasy rzepaku w fazie BBCH (70-79) tworzenia i wypełniania się łuszczyn (Diepenbrock 2000). Porównując zmiany w trawie rośliny świeżej i suchej masy całych roślin widać, że poza drugim terminem pomiaru (30.05.2014) w przypadku świeżej masy większą biomasę wytwarzał rzepak odmiany populacyjnej. We wspomnianym terminie roślina mieszańca była o 50 gramów cięższa od tej z odmiany populacyjnej. Z analizy zmian masy poszczególnych organów wynika, że w tym terminie u pierwszej z odmian świeża masa łodyg była cięższa o 40 gram. Z analizy zmian masy poszczególnych organów wynika również, że w tym terminie u mieszańca świeża masa łuszczyn była cięższa o 10 gram. Tę rozbieżność wyjaśnia większa zawartość wody w

świeżej masie mieszańca. Na gromadzenie wody ma wpływ silny system korzeniowy (Tommy and Evans 2007). Z analizy względnej szybkości wzrostu całej rośliny wynika, że na samym początku w okresie od 15 do 30 maja rośliny miały taką samą szybkość wzrostu, aczkolwiek odmiana mieszańcowa zaczynała wzrost od znacznie niższej suchej masy. Po czym wzrost roślin ustął. Początkowa wartość RGR rzepaku jest typowa dla danych literaturowych, wzięwszy pod uwagę moment rozpoczęcia pomiarów na polu (Jankowski and Budzyński 2007). Pomiędzy 30 maja, a 14 czerwca (drugi przedział czasowy) w doświadczeniu wystąpiły bardzo silne ulewy, które spowodowały wznowienie wzrostu roślin i stąd dodatnie wartości RGR. Pomiędzy trzecim, a czwartym przedziałem czasowym (29.06-12.07) rzepak odmiany mieszańcowej zaczął zamierać, natomiast masa populacyjnego rosła z bardzo niską, ale stałą RGR. Wpływ na takie kształtowanie suchej masy łodyg miały zgromadzone zapasy wodne roślin mieszańca. Zaobserwowano silniejszy system korzeniowy roślin mieszańca (Kvet et al. 1971).

Z porównania wzorców dystrybucji suchej masy widać, że kluczowe znaczenie dla plonowania rzepaku mają procesy zachodzące pomiędzy pierwszym, a drugim terminem pomiarowym. Dotyczą one charakteru konkurencji między organowej uwzględniającej zagospodarowanie niszy powstałej po zasadniczej redukcji lub wyeliminowaniu udziału liści w masie całej rośliny. W tym czasie u odmiany populacyjnej dochodzi do ukształtowania się stałych udziałów łuszczyn i łodyg i wynikającego stąd stosunków tych udziałów. U odmiany mieszańca w tym samym okresie miejsce w zanikającym udziału liści zajmuje około 30 procentowy wzrost udziału łodyg przy stałym 20% udziale łuszczyn w masie całej rośliny. W następnym przedziale czasowym pomiędzy terminami 30.05-14.06 intensywnie rozrastające się łuszczyny niemal w całości powiększają swój udział o udział dotychczasowego przyrostu procentowego łodyg. Stała proporcja pomiędzy łuszczynami, a łodygami ustala się pomiędzy czwartym, a piątym terminem pomiarowym (29.06-12.07).

Wyższą frakcją liści (LWR) miała odmiana populacyjna przy czym charakter zmian tej frakcji u obu odmian był podobny. Względna szybkość wzrostu RGR definiowana jest jako iloczyn jednostkowej produktywności liści (ULR) i ich frakcji (LWR) (Pala and Pietkiewicz 2002). Aby prawidłowo wyznaczyć ULR należy

najpierw poznać charakter zależności w trakcie wegetacji pomiędzy szybkościami wzrostu liści i całej rośliny. Z przeprowadzonych porównań wynika, że dla odmiany mieszańcowej lepsza jest zależność liniowa, a dla odmiany populacyjnej kwadratowa. Przy uwzględnieniu tych zależności wynika, że forma populacyjna u, której utrzymywała się do końca stała frakcja liści wytwarzała ze stałą jednostkową produktywnością biomasę. W odróżnieniu od formy populacyjnej u mieszańca początkowo liście zaczęły zamierać doprowadzając do ujemnych wartości ich ULR. W związku z polepszeniem warunków wilgotnościowych po wytworzeniu nowych liści tych ULR przyjęła wartości dodatnie. Z uwagi na to, że liście na roślinie później znowu wcześniej zamarły byłoby bezcelowym wyznaczanie wartości wskaźnika. Omówione powyżej wskaźniki dały jednoznaczną odpowiedź, dlaczego plony nasion rzepaku ozimego były zbliżone (Kasa i Konda 1986). Wskutek bardziej równomiernego kwitnienia roślin rzepaku ozimego odmiany mieszańcowej wystąpiły w otrzymanych nasionach różnice wilgotności nasion. W odróżnieniu od odmiany populacyjnej mieszaniec szybciej i równomierniej dojrzewa co przekłada się na niższą wilgotność nasion.

WNIOSKI

1. Przeprowadzona analiza wzrostu w wariancie dla pojedynczej rośliny przyniosła odpowiedź w jaki sposób kształtuje się masa poszczególnych organów rośliny w okresie zawiązywania i wypełniania łuszczyn u rzepaku ozimego.
2. Odmiana mieszańcowa jest bardziej odporna od populacyjnej na występujące podczas wegetacji stropy, natomiast odmiana populacyjna dłużej utrzymuje liście, co wpływa na lepszą fotosyntezę rośliny.
3. U odmiany populacyjnej ustala się bardzo wcześnie frakcja łodyg i łuszczyn, natomiast u mieszańca kosztem masy łodyg zwiększa się udział masy łuszczyn.
4. Przeprowadzona wskaźnikowa analiza wzrostu potwierdziła, że odmiana populacyjna nie wykorzystwała do końca swoich możliwości produkcyjnych wskutek osypania się nasion, natomiast odmianę mieszańcową trzeba nadal udoskonalać np. w kierunku ustalenia stałych wzorców dystrybucji.

BIBLIOGRAFIA

1. Artyszak A., Kucińska K., Niemczyk H., 2010. Produkcja roślinna Podręcznik Część 2. Wydawnictwo: REA, 296 str.
2. Diepenbrock W., 2000. Yield analysis of winter rape (*Brassica napus* L.): a review. Field Crops Res. 67, 35-49.
3. Evans G.C., 1972. The quantitative analysis of plant growth. Blackwell Sci. Publ. Oxford-London-Edinburgh-Melbourne. 734 str.
4. Hunt R., 1990. Basic growth analysis – Plant growth analysis for beginners. Springer Netherlands, 112 str.
5. Hunt R., Causton D.R., Shipley B., Askew A.P., 2002. A Modern Tool for Classical Plant
6. Growth Analysis. Ann Bot 90 (4), 485-488
7. Jankowski K., Budzyński W., 2007. Response of different breeding forms of winter oilseed rape to date and density of sowing. II. Seed yield and yield components. Rośl. Oleiste XXV, 195-208.
8. Kasa Gr., Konda Z.P., 1986 Growth analysis of spring oil seed rape. Field Crops Research, 14, 361-370.
9. Kvet J., Ondok J.P., Necas J., Jarvis P.G., 1971. Methods of growth analysis. In: Plant Photosynthetic Production. Manual of Methods. Dr V. Junk N.V. Publishers. The Hague, 343-391.
10. Nalborczyk E., Łoboda T., Pietkiewicz S., 1995a. Scenariusze rozwoju polskiego rolnictwa do 2030 roku oraz emisja gazów cieplarnianych przez polskie rolnictwo w tym okresie. SGGW. Warszawa, Ekspertyza, 18 str. + załącznik 75 str.
11. Nalborczyk E., Pietkiewicz S., Łoboda T., 1995b. Warianty rozwoju polskiego rolnictwa z uwzględnieniem redukcji gazów cieplarnianych oraz możliwości adaptacji do zmian klimatu. SGGW. Warszawa, Ekspertyza.
12. Nalborczyk E., Pietkiewicz S., Łoboda T., 1995c. Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych i adaptacja polskiej gospodarki do zmian klimatu. Studium krajowe w sprawie zmian klimatu. Raport końcowy. Warszawa. 81-82, 194-204, 319-320.
13. Orzeszko-Rywka A., 2012 Szybkie wschody wpływają na plon buraka cukrowego. Poradnik Plantatora Buraka Cukrowego 1(55), 18-20.
14. Pala J., Pietkiewicz S., 2002. Teoria i praktyka prognozowania plonowania roślin uprawnych. Aspekty teoretyczne prognozowania wzrostu i plonowania roślin. W: Górecki R.J. i Grzesiuk. S. (wyd.). Fizjologia plonowania roślin. Wyd. UWM. Olsztyn, 523-551.
15. Pietkiewicz S., 1985a. Wskaźnikowa analiza wzrostu roślin. Wiad. Bot. 29, 29-42.
16. Pietkiewicz S., 1985b. Metodyka prac doświadczalnych i technika obliczeń we wskaźnikowej analizie wzrostu roślin. Wiad. Bot. 29, 111-126.
17. Tommey, A. M., and Evans, E. J., 1992. Analysis of post-flowering compensatory growth in winter oilseed rape, 26 (*Brassica napus* L.). J. Agr. Sci. 118, 301-308.
18. Tommey, Andrew and Evans E., 2008. The influence of pre-floral growth and development on the pathway of floral development, dry matter distribution and seed yield in oilseed rape (*Brassica napus* L.). Annals of Applied Biology, 121, 687-696.