

KAZIMIERZ KLIMA, ELŻBIETA PIECZKO, KINGA SZAREK

WPŁYW WARTOŚCI LAI (*LEAF AREA INDEX*) NA PRZECIWIEROZYJNĄ SKUTECZNOŚĆ WYBRANYCH ROŚLIN

THE INFLUENCE OF LEAF AREA INDEX VALUES (LAI) ON ANTIEROSION EFFICIENCY OF SELECTED PLANTS

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Akademia Rolnicza w Krakowie

Abstract: The field experiment was conducted on the medium mountain slope of 16% in period 2000–2002 in Czyrna, near Krynica. Each of the studied plants (potato, spring barley) and meadow were cultivated on four plots, 22,13 m by 1 m each. The experiment was conducted using the simulated rainfall. A simulated 105 mm rainfall of the intensity 1.75 mm/min was applied during 7 selected developmental stages of the studied plants. The LAI at each plot was determined directly before sprinkling. The research revealed that anti-erosion efficiency for potato started when its coverage of the field was about 80%, for spring barley about 30% whereas for meadow for about 4%.

Słowa kluczowe: LAI (indeks liściowy), erozja wodna, opad symulowany, ziemniaki, jęczmień jary, łąka.

Key words: LAI (*Leaf Area Index*), water erosion, simulated rainfall, potato, spring barley, meadow.

WSTĘP

Jednym z czynników wpływających na natężenie spłukiwania gleby użytkowanej rolniczo jest rodzaj pokrywy roślinnej. Zdolność roślin do przeciwdziałania erozji zależy głównie od tempa narastania powierzchni części nadziemnych, które chronią glebę przez rozbrzygnięciem i decydują o intercepcji. W dostępnej literaturze krajowej i zagranicznej brak jest publikacji ujmujących w sposób dokładny i dynamiczny wpływ narastania powierzchni części nadziemnych roślin w charakterystycznych fazach rozwojowych, na ich glebochronną skuteczność. Zasadność podjęcia takich badań postuluje wielu autorów [Licznar i in. 2002], co wynika między innymi z silnie regionalnego charakteru wskaźnika pokrywy roślinnej C [Bolline 1985] występującego w równaniu USLE [Wischmeier, Smith 1978].

Celem badań było określenie wpływu narastania powierzchni części nadziemnych ziemniaka, jęczmienia jarego i łąki na zmniejszanie natężenia spłukiwania powierzchniowego.

METODA

Doświadczenie polowe przeprowadzono na stoku o średnim nachyleniu 16% w latach 2000–2002 w Górskiej Stacji Doświadczalnej w Czyrnej k. Krynicy (545 m n.p.m.). Każdą z badanych roślin (ziemniak, jęczmień jary) oraz łąkę uprawiano na 4 poletkach, każde o wymiarach $22,13 \times 1$ m. Poletka rozmieszczono na stoku w sposób losowy. Badania wykonano z zastosowaniem opadu symulowanego. Wykorzystano deszczownię Józefaciuka o powierzchni deszczownicy $0,66 \text{ m}^2$ ($100 \times 66 \text{ cm}$) [Józefaciuk A., Józefaciuk C. 1996]. Symulowano opad 105 mm o natężeniu 1,75 mm/min w okresie trwania 7 wybranych faz rozwojowych badanych roślin. Tego typu opad w klasyfikacji Chomicza [1951] należy do deszczów nawalnych trzeciego stopnia (B3) i stosowany był w wielu doświadczeniach z użyciem opadu symulowanego [Jóźwiak 1992, Klima 1998]. Pomiary powierzchni części nadziemnych testowanych roślin wykonywano aparatem do pomiaru indeksu liściowego LAI firmy „Sun Scan Canopy Analysis System”. Na każdym poletku bezpośrednio przed wykonaniem deszczowania określano wartość LAI. Zatem wykonywano po 4 pomiary natężenia spłukiwania powierzchniowego oraz LAI w okresie trwania każdej z 7 faz rozwojowych badanych roślin. Nazwy faz rozwojowych, w których dokonywano pomiarów zamieszczono w tabeli 1. Układ warunków pogodowych w okresie badań umożliwiał wysadzanie ziemniaków i siew jęczmienia w 2 dekadzie kwietnia. W tej dekadzie następowało także wznowienie wiosennej wegetacji runu łąkowej. Glebę, na której zlokalizowano poletka doświadczalne, określono jako brunatną wytworzoną ze zwietrzliny skał fliszowych o składzie granulometrycznym gliny średniej szkieletowej. Zaliczono ją do V klasy bonitacyjnej, 12 kompleksu owsiano-ziemniaczano-górskiego.

Wskaźnik podatności gleby na zmywanie [Janowski i in. 1968], tj. stosunek frakcji pyłu do iłu koloidalnego wynosił 2,1, (tab. 2). Biorąc za podstawę Instrukcję nr 3 Ministrów Rolnictwa oraz Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego [Instrukcja 1973] uwzględniającą warunki glebowe, nachylenie stoku oraz ilość opadów uznano, że część stoku, na której zlokalizowane były poletka doświadczalne zgodnie z pięciostopniową skalą zagrożeń erozją wodną powierzchniową, zagrożona jest erozją w stopniu drugim (erozja umiarkowana). Według komentarza Józefaciuków [1975] do cytowanej instrukcji, grunty z erozją umiarkowaną nie mają wyraźnych form erozyjnych, a podstawowymi zabiegami przeciwerozijnymi winny być w takim przypadku płodozmiany glebochronne i orka poprzecznostokowa.

TABELA 1. Fazy rozwojowe, w których dokonywano pomiarów
 TABLE 1. Developmental stages during which the measurements were made

Ziemniak – Potato		Jęczmień jary – Spring barley		Łąka – Meadow	
faza rozwojowa i kod skali faz rozwojowych developmental stage and scale code of the stages	średnia ilość dni od sadzenia mean no. of days since planting time	faza rozwojowa i kod skali faz rozwojowych developmental stage and scale code of the stages	średnia ilość dni od siewu mean no. of days since seeding time	faza rozwojowa i kod skali faz rozwojowych developmental stage and scale code of the stages	średnia ilość dni od wznowienia wiosennej wegetacji mean no. of days since the revival of spring vegetation
Kiełkowanie (01) Germination (01)	7	Kiełkowanie (02) Germination (01)	8	Wznowienie wiosennej wegetacji Revival of spring vegetation	1
Rozwój pędów i liści (21) Development of leaves and stems (21)	13	Rozwinięty 7 liść (17) 7th leaf developed (17)	28	Początek kwitnienia Beginning of flowering	25
Początek wzrostu pędów Beginning of stems growth (31)	23	Pęd główny i 8 pędów bocznych (28) Main stem and 8 offshoots (28)	42	Początek krzewienia po zbiorze I pokosu Beginning of propagation after harvest of 1st cut	45
Koniec wzrostu pędów (39) The end of stems growth (39)	54	Języczek liścia flagowego wytworzony (39) The incipient of flag leaf developed (39)	56	Koniec krzewienia (odrost II pokosu) End of propagation after harvest of second cut	71
Pełnia kwitnienia (65) Full flowering (65)	83	Kłos widoczny w 1/4 długości (53) 1/4 of the ear's length visible (53)	74	Początek kwitnienia (odrost II pokosu) Beginning of flowering after the 2nd cut	102
Początek zawiązywania jagód (71) Beginning of berries development (71)	95	Koniec kwitnienia (68) End of flowering (68)	83	Początek krzewienia po zbiorze II pokosu Beginning of propagation after harvest of 2nd cut	117
Zółknięcie pierwszych liści (81) Yellowing of first leaves (81)	115	Dojrzałość pełna (91) Full maturity (91)	118	Koniec krzewienia (odrost II pokosu) End of propagation after the 2nd cut	133

TABELA 2. Skład granulometryczny gleby pola doświadczalnego
TABLE 2. Granulometric composition of soil from experimental field

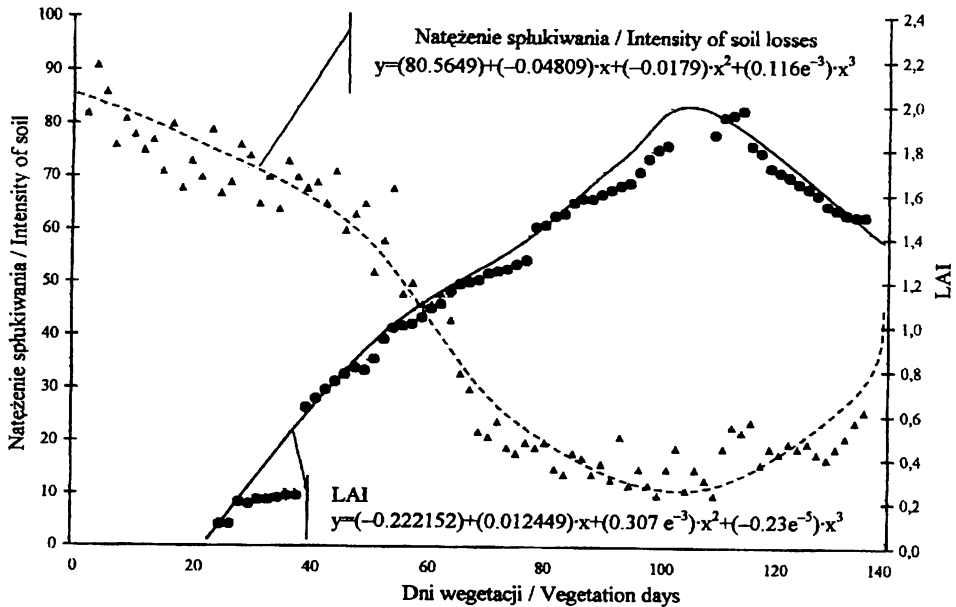
Poziom genet. Genetic horizon	Głę- bo- kość Depth [cm]	Części szkielet Skeletal particles [%]	% zawartości cząstek ziemistych o średnicy Percentage of earth particles with diameters [mm]						Części spławialne Clay particles [%]
			1- 0,1	0,1- 0,05	0,05- 0,02	0,02- 0,006	0,006- 0,002	<0,002	
Gлина średnia pylasta – Medium heavy silty loam									
Ap	0–20	16	28	11	18	16	13	14	43
Gлина średnia pylasta – Medium heavy silty loam									
/B/C	20–70	28	23	9	20	17	16	15	48
Gлина ciężka – Heavy loam									
Cg	70–108	70	14	6	12	23	19	26	68

WYNIKI

W badaniach stwierdzono, iż glebochronna skuteczność ziemniaka rozpoczynała się średnio od 80% pokrycia powierzchni gleby przez rośliny ziemniaka, co odpowiada przeciętnej wartości LAI 0,8 (rys. 1). W przypadku jęczmienia jarego wartość ta wynosiła przeciętnie 30% (LAI 0,3; rys. 2), natomiast dla łąki średnio 4% (LAI 0,04; rys. 3).

Wpływ narastania powierzchni części nadziemnych badanych roślin na ograniczenie natężenia spłukiwania powierzchniowego przedstawiają następujące równania regresji: dla ziemniaka $y = -31,76x + 81,267$; ($R^2 = 0,918$, $n = 84$), dla jęczmienia jarego $y = -12,258x + 34,6$; ($R^2 = 0,754$, $n = 84$), dla łąki $y = -1,172x + 5,979$; ($R^2 = 0,574$, $n = 84$). Regresja była istotna na poziomie prawdopodobieństwa $\alpha = 0,01$. Uzyskane wyniki upoważniają do stwierdzenia, iż narastanie powierzchni części nadziemnych ziemniaka blisko 3-krotnie mniej skutecznie chroniło glebę przed erozją niż w przypadku jęczmienia jarego i 27-krotnie niż łąki. Wynika to między innymi z faktu, iż masa zmywów powierzchniowych (średnio z 84 pomiarów) wynoszonych ze stanowiska ziemniaków wyniosła aż $41 \text{ g} \cdot 1 \text{ m}^2$, z poletek obsianych jęczmieniem jarym $20,2 \text{ g} \cdot 1 \text{ m}^2$, zaś z łąki tylko $3,9 \text{ g} \cdot 1 \text{ m}^2$.

W literaturze krajowej można spotkać nieliczne opracowania dotyczące wpływu narastania powierzchni części nadziemnych roślin na ich glebochronną skuteczność. W pracach Banasika i in. [1995] oraz Józefaciuków [1996] można odczytać wartości wskaźnika pokrywy roślinnej C w poszczególnych miesiącach roku kalendarzowego. Jest to jedno z uproszczeń spotykanych w metodach parametrycznych prognozowania erozji, jak np. w uniwersalnym równaniu strat gleby USLE [Wischmeier, Smith 1978], w którym wartość wskaźnika C odczytuje się z nomogramów. Uproszczenia takie są jedną z przyczyn braku precyzji w prognozowaniu erozji, gdyż jak to stwierdzono w niniejszej pracy, wartość LAI jęczmienia jarego w miesiącu maju wzrastała średnio z

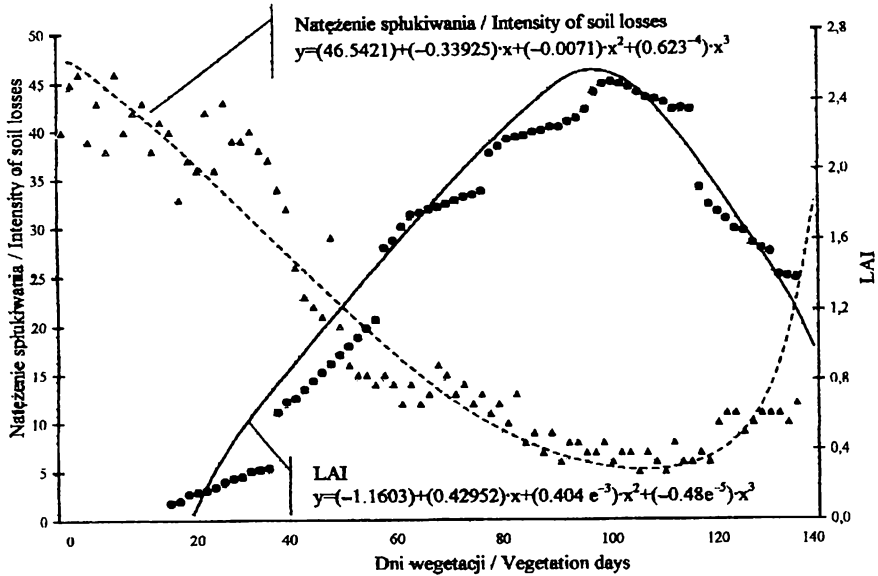


RYSUNEK. 1. Wartość indeksu liściowego LAI oraz natężenie spłukiwania powierzchniowego [$g \cdot m^2$] wywołane opadem symulowanym w okresie od siewu do zbioru ziemniaka
 FIGURE 1. LAI values and intensity of soil losses [$g \cdot m^2$] induced by simulated rainfall in the seeding-to-harvest period for potato.

0,2 do 1,1. Zatem dla bardziej precyzyjnego prognozowania erozji z zastosowaniem równań parametrycznych powinno się dysponować danymi dla faz rozwojowych roślin. O konieczności takiego podejścia informują Licznar i in. [2002].

Można zatem stwierdzić, że osiągnięte w niniejszych badaniach rezultaty mogą być przydatne dla weryfikacji w warunkach naszego kraju nomogramów określających wartość współczynnika C występującego w równaniu USLE dla ziemniaka, jęczmienia jarego i łąki. W innych pracach ujmujących wpływ powierzchni LAI na natężenie spłukiwania można spotkać stwierdzenie, iż zwiększenie powierzchni LAI jest wprost proporcjonalne do intercepcji [Appelmans i in. 1980, Bui i in. 1992] i odwrotnie proporcjonalne do natężenia rozbrzygu [Rejman 1990]. Jednak wspomniani autorzy nie opisali wymienionych zależności w postaci formuły matematycznej, tak jak to uczyniono w niniejszej pracy.

W nielicznych pracach ujmujących w sposób dynamiczny glebochronność roślin można spotkać pogląd, iż ich przeciwoerozyjne działanie rozpoczyna się od 20–30% pokrycia gleby [Rejman, Brodowski 1999, Rejman i in. 1990]. Jest to duże uproszczenie, o czym świadczą wyniki niniejszych badań, wskazujące na fakt, iż wartość pokrycia gleby, od której rozpoczyna się ich glebochronna wartość, jest różna dla różnych roślin. W niniejszych badaniach wykazano, iż wynosi ona średnio dla ziemniaka 80%, dla jęczmienia jarego 30%, a dla łąki 4%. Tak duża wartość dla ziemniaka (80% pokrycia)

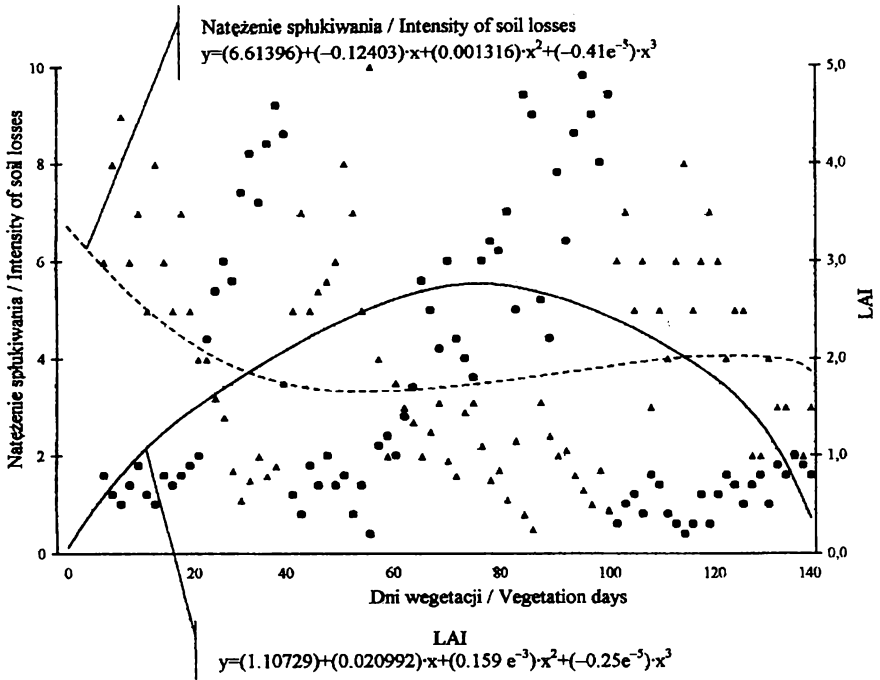


RYSUNEK 2. Wartość indeksu liściowego LAI oraz natężenie spłukiwania powierzchniowego [$\text{g} \cdot \text{m}^2$] wywołane opadem symulowanym w okresie od siewu do zbioru jęczmienia
 FIGURE 2. LAI values and intensity of soil losses [$\text{g} \cdot \text{m}^2$] induced by simulated rainfall in the seeding-to-harvest period for spring barley

może wynikać z faktu, iż tę okopową roślinę wysadza się w szerokie rzędy (62,5 cm), które zgodnie z zasadami prawidłowej agrotechniki dwukrotnie są obredlane. Zabieg ten stwarza niemal prowokacyjne warunki dla wystąpienia erozji. Wynika to z faktu ułatwiania koncentracji spływu powierzchniowego na dnie redlin oraz powstawania na bocznych ścianach redlin spulchnionej i odspójonej od podłoża warstwy gleby podatnej na spłukiwanie. Niska wartość (4%) pokrycia gleby przez run łąkową zabezpieczającego glebę przed erozją potwierdza wysokie walory glebochronne użytków zielonych sygnalizowane w wielu publikacjach [Klima, Kordas 2002].

WNIOSKI

1. Glebochronna skuteczność ziemniaka rozpoczynała się średnio od 80% pokrycia powierzchni gleby przez tą roślinę, w przypadku jęczmienia jarego od 30%, natomiast dla łąki średnio od 4%.
2. Wpływ narastania powierzchni części nadziemnych badanych roślin na ograniczenie natężenia spłukiwania powierzchniowego przedstawiają następujące równania regresji: dla ziemniaka $y = -31,76x + 81,267$; ($R^2 = 0,918$, $n = 84$), dla jęczmienia jarego $y = -12,258x + 34,6$; ($R^2 = 0,754$, $n = 84$), dla łąki $y = -1,172x + 5,979$; ($R^2 = 0,574$, $n = 84$).



RYSUNEK 3. Wartość indeksu liściowego LAI oraz natężenie spłukiwania powierzchniowego [$g \cdot m^2$] wywołane opadem symulowanym w okresie od wzmocnienia wiosennej wegetacji do odrostu III pokosu łąki

FIGURE 3. LAI values and intensity of soil losses [$g \cdot m^2$] induced by simulated rainfall in the period from revival of spring vegetation to regeneration of III cut for meadow

LITERATURA

- APPELMANS F., VAN HOVE J., DE LEENHEER L. 1980: Rain interception by wheat and fodder beet crops. W: Assessment of Erosion. (red.) J. de Boodt, Gabiels Belgium: 227–235.
- BANASIK K., SKIBIŃSKI J., GÓRSKI D. 1995: Metody oceny erozji powierzchniowej i akumulacji rumowiska w zbiornikach. W: Metodyka zagospodarowania zasobów wodnych w małych zlewniach rzecznych. Wyd. SGGW, Warszawa: 63–76.
- BOLLINE A. 1985: Adjusting the universal soil loss equation for use in western Europe. W: Soil Erosion and Conservation. Arkeny, USA: 206–213.
- BUI E. N., JAMES E., BOX J. 1992: Stemflow, rain throughfall, and erosion under canopies of corn and sorghum. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **56**: 242–247.
- CHOMICZ K. 1951: Ulewy i deszcze nawalne w Polsce. *Wiad. Służby Hydrol.* **3**: 5–88.
- INSTRUKCJA nr 3 Ministrów Rolnictwa oraz Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego z 6.03.1973 r w sprawie określania gruntów rolnych i leśnych zagrożonych erozją oraz zasad i trybu przeciwdziałania erozji. Dz. U. nr 48, poz. 283.
- JANOWSKI B., KORELESKI K., JAGŁA S., MICHALCZEWSKI M. 1968: Charakterystyka występowania erozji powierzchniowej na terenie województwa rzeszowskiego. *Probl. Zagosp. Ziem Górs.* **6/19**: 88–105.

- JÓZEFACIUK A., JÓZEFACIUK C. 1996: Mechanizm i wskazówki metodyczne badania procesów erozji. Państw. Inst. Ochr. Środ., ser. *Biblioteka Monitoringu Środowiska*, Warszawa: 1–148.
- JÓZEFACIUK C., JÓZEFACIUK A. 1975: Komentarz do instrukcji w sprawie inwentaryzacji gruntów zagrożonych erozją. Wyd. IUNG, Puławy: 1–20.
- JÓZWIAK M. 1992: Określenie intensywności erozji wodnej powierzchniowej w warunkach symulowanego deszczu. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, ser. Sesja Naukowa*, **35**: 105–112.
- KLIMA K. 1998: Glebochronna wartość niektórych roślin uprawnych w zależności od ich faz rozwojowych i nachylenia stoku w warunkach opadu symulowanego. *Bibl. Fragm. Agron.* **4B/98**: 303–312.
- KLIMA K., KORDAS L. 2002: Wpływ użytkowania gleby górskiej na natężenie jej spłukiwania i infiltrację wody. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **487**: 109–117.
- LICZNAK P., SASIK J., ŻMUDA R. 2002. Prognozowanie erozji wodnej w małych zlewniachrolniczych Wzgórz Trzebnickich. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **487**: 137–146.
- REJMAN J. 1990: Splash detachment on a silt loam soil with and without a plant cover on triticale. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **388**: 161–168.
- REJMAN J., BRODOWSKI R. 1999: Wyznaczenie wskaźnika okrywy roślinnej C modelu USLE dla uprawy buraka cukrowego. W: Fizyczna degradacja gleb: prognozowanie, metody ochrony i rekultywacji. Inst. Agrof. Lublin: 86–89.
- REJMAN J., MICHIELS P., CADRON W., GABRIELS W., DĘBICKI R. 1990: Splash detachment on a silt loam with and without a plant cover of triticale. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **388**: 161–168.
- WISCHMEIER W. H., SMITH D.D. 1978: Predicting rainfall erosion losses. *Agricult. Handbook No 537, Sci. and Educ. Admin. U.S. Dept. Agr., Washington D.C.*: 1–58.

dr hab. Kazimierz Klima
Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin AR
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków;
e-mail: rrklima@cyf-kr.edu.pl