

## GORCZYCE JAKO ROŚLINY WIELOFUNKCYJNE

Barbara Sawicka<sup>1</sup>, Ewa Kotiuk<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Akademia Rolnicza w Lublinie

<sup>2</sup> Wytwórnia Octu i Musztardy w Parczewie

**Streszczenie.** Scharakteryzowano możliwości wykorzystania gorczycy białej, czarnej i sarepskiej, wynikające zwłaszcza z obecności glukozyzolanów i zawartości kwasu erukowego. Opisano prozdrowotne i antyodżywcze właściwości glukozyzolanów. Obok tradycyjnych zastosowań nasion w medycynie i żywieniu, przedstawiono znaczenie gorczyc jako surowca dla przemysłu spożywczego, paszowego, chemicznego, kosmetycznego, farmaceutycznego i energetycznego, a także jako pożytku pszczelego i paszy zielonej, a oleju jako środka smarnego. Wskazano pozytywne aspekty oddziaływania na środowisko rolnicze gorczyc białej i sarepskiej, uprawianych w międzyplonie. Podkreślono ich rolę w ochronie gleby przed erozją i ograniczeniu migracji składników biogennych, jako źródła materii organicznej. Wskazano na ich fitosanitarne funkcje w stosunku do niektórych chorób, szkodników i chwastów.

**Słowa kluczowe:** gorczyca biała (*Sinapis alba*), gorczyca czarna (*Brassica nigra*), gorczyca sarepska (*Brassica juncea*), glukozyzolan, lotne olejki gorczyczne, kwas erukowy, użytkowanie

### WSTĘP

Zainteresowanie nowymi roślinami alternatywnymi w ostatnich latach wyraźnie wzrasta. Poszukuje się jarych roślin oleistych, których plon nasion byłby najbardziej stabilny i najmniej zależny od warunków agroklimatycznych. Z badań Muśnickiego i in. [1997] wynika, że gorczyca biała jest najwierniej plonującą spośród jarych roślin oleistych. W 20-letnim okresie badań, w warunkach Wielkopolski, plon tej rośliny nie spadał poniżej 10 dt·ha<sup>-1</sup>, a dynamiką wzrostu i potencjałem plonotwórczym przewyższał rzepak jary. Nasiona gorczycy białej, oprócz wysokiej zawartości tłuszczu, są bogate w białko, o korzystnym składzie aminokwasowym. Uprawiane obecnie odmiany zawierają jednak kwas erukowy w oleju oraz glukozyzolan, które pozostają w śrucie poekstrakcyjnej. Jednym z warunków poprawy wartości gorczycy jako rośliny oleisto-białkowej jest jej uszlachetnienie poprzez wyhodowanie nowych odmian podwójnie

ulepszonych, tj. bezerukowych i niskoglukozyolanowych [Piętka i in. 2004]. W 2006 roku zarejestrowano pierwszą niskoerukową odmianę 'Bamberka'. Zaawansowane są też prace nad uzyskaniem odmian podwójnie ulepszonych, bezerukowych i niskoglukozyolanowych. Prowadzi się selekcję roślin w kierunku podwyższenia zawartości tłuszczu [Bartkowiak-Broda 2006] i białka w nasionach [Katepa-Mupondowa i in. 2005].

Celem pracy jest przedstawienie różnorodnych możliwości zastosowania gorczycy białej, czarnej i sarepskiej oraz popularyzacja niedocenianych bądź zapomnianych gatunków roślin oleistych.

## SYSTEMATYKA GATUNKÓW

Nazwą gorczyce obejmuje się jednoroczne, oleiste i miododajne rośliny zielne z rodziny *Brassicaceae* – kapustowate (dawniej *Cruciferae* – krzyżowe), podrodziny *Brassicoideae* z rodzajów: *Sinapis*, *Brassica* i *Eruca* [Nowiński 1970, Muśnicki i in. 1997]. Gorczyca biała, zwana również jasną lub żółtą (*Sinapis alba* L.) pochodzi prawdopodobnie z rejonu Morza Śródziemnego. Introdukowana została w północno-zachodniej Europie, Rosji, Japonii, Płn. i Płd. Ameryce, Australii, Nowej Zelandii, krajach Bliskiego Wschodu, Indiach, Afryce Płn. i Chinach [Lloyd 1911, Nowiński 1970]. *Sinapis alba* dzieli się na 2 podgatunki: ssp. *eualba* Brig. i ssp. *disecta* Brig. W Europie uprawia się formy należące do ssp. *eualba* odmiany botanicznej var. *genuina*. Tę ostatnią odmianę botaniczną, z uwagi na barwę nasion, dzieli się na 3 pododmiany botaniczne: subvar. *vulgaris* – o nasionach żółtobiałych, subvar. *batavica* – o nasionach jasnobrunatnych (gorczyca holenderska), subvar. *melanosperma* – o nasionach od brunatnofioletowych do czarnych. W Polsce uprawia się gorczycę białą należącą do ssp. *eualba*, var. *genuina*, subvar. *vulgaris* [Muśnicki i in. 1997]. Jest to roślina jednoroczna, jara, dnia długiego, o silnej reakcji fotoperiodycznej, a jej okres wegetacji wynosi 80-125 dni. Nie krzyżuje się z innymi uprawianymi w naszym kraju roślinami oleistymi z rodzaju *Brassica*. Liczba chromosomów w jej komórkach somatycznych wynosi  $2n = 24$  [Piętka i Krzymański 2005]. W Polsce zarejestrowanych jest 16 odmian gorczycy białej: Ascot, Bamberka, Bardena, Barka, Borowska, Concerta, Litember, Martigena, Maryna, Metex, Nakielska, Polka, Rodena, Rota, Sirola, Tango [Lista opisowa odmian 2006, Lista odmian roślin... 2007].

Gorczyca czarna, zwana kapustą czarną (*Brassica nigra* [L.] W.D.J. Koch) pochodzi z ośrodka śródziemnomorskiego, a drugie centrum pochodzenia to Bliski Wschód. Występuje w całej Europie, północnej Afryce, Azji Mniejszej, zachodnich Indiach, na Syberii, w Chinach oraz w Ameryce Płn. i Płd. [Lloyd 1911, Podbielkowski 1966, Muśnicki i in. 1997]. Gatunek ten dzieli się na pięć odmian botanicznych, z których tylko dwie znajdują się w uprawie: var. *occidentalis* – uprawiana w krajach europejskich i var. *orientalis* – uprawiana w krajach azjatyckich. Podstawowa liczba chromosomów w komórkach rozrodczych *Brassica nigra* wynosi  $n = 8$ . W Polsce rośnie na całym obszarze w rowach i zaroślach; również uprawiana i dziczejąca [Podbielkowski 1966, James i Duke 1983]. W naszym kraju brak jest w rejestrze odmian oryginalnych gorczycy czarnej, toteż do siewu używa się nasion populacji miejscowych [Muśnicki i in. 1997, Tobiła i Muśnicki 1999]. W Indiach zaawansowane są prace nad wyhodowaniem odmian transgenicznych odpornych na herbicydy [Mehra i in. 2000].

Gorzycza sarepska (*Brassica juncea* [L.] Czern.), zwana modrą albo sitową, ma szereg synonimów: *Brassica integrifolia* (Vahl.) Schulz, non Rupr., *Brassica integrifolia* Rupr., *Brassica japonica* Thunb., *Brassica juncea* (L.) Czern. var. *crispifolia* Bailey, *Brassica juncea* (L.) Czern. var. *japonica* (Thunb.) Bailey, *Brassica willdenowii* Boiss., *Sinapis juncea* L.]. Pochodzi z Indii oraz krajów Bliskiego Wschodu [Podbielkowski 1966, Nowiński 1970, Wałkowski 1997a]. Gorzycza sarepska jest amfiploidem powstałym ze skrzyżowania *Brassica rapa* ( $n = 10$ ) x *Brassica nigra* ( $n = 8$ ). W obrębie tego gatunku wyróżnia się 3 podgatunki: ssp. *juncea*, ssp. *integrifolia*, ssp. *urbaniana*. W Polsce uprawia się tylko jeden podgatunek – ssp. *juncea* var. *sareptana*, zwany gorzycą sarepską ( $2n = 36$ ). Okres wegetacji tego gatunku trwa 70-120 dni, średnio 105 dni [Podbielkowski 1966, Muśnicki i in. 1997]. W rejestrze odmian oryginalnych uprawianych w Polsce jest tylko jedna odmiana hodowlana – Małopolska, o nasionach brunatnoczerwonych [Lista odmian roślin... 2007].

Jako pospolity chwast rośnie też w Polsce gorzycza polna – *Sinapis arvensis* L., zwana ognicą, podobna do powszechnie uprawianej gorzycy białej. W naszym kraju występują 2 odmiany botaniczne tego gatunku: *Sinapis arvensis* L. var. *arvensis* – odmiana o całkiem nagich łuszczykach i *Sinapis arvensis* L. var. *orientalis* – odmiana o owłosionych łuszczykach. Pochodzi z rejonu śródziemnomorskiego, w polskiej florze jest archeofitem. Jest pospolita i szeroko rozprzestrzeniona [Podbielkowski 1966, Jura i Krzanowska 1998].

W krajach śródziemnomorskich i Azji uprawia się gorzycę perską (*Eruca sativa* D.C., syn.: *Eruca vesicaria* ssp. *sativa* Thell.), zwaną rokieta siewną. Występuje ona w krajach Europy południowej i środkowej oraz w południowo-wschodniej Azji. Jej liście używane są jako warzywo [Podbielkowski 1966, Jura i Krzanowska 1998].

## NASIONA – SKŁAD I ZASTOSOWANIA

Nasiona poszczególnych gatunków gorzyc mają zróżnicowany skład chemiczny. Nasiona gorzycy białej odznaczają się relatywnie wysoką zawartością tłuszczu (25-30%) i wysoką białka (27-35%). W składzie kwasów tłuszczowych oleju przeważa kwas erukowy – 41,5%, ponadto występują kwasy nienasycone: oleinowy (22,0%), linolenowy i eikozenowy (po 9,0%), linolowy (9,5%), kwasy nasycone stanowią 4,0%, a pozostałe 1,0%. Nasiona gorzycy sarepskiej charakteryzują się dość wysoką zawartością białka (około 28%) oraz tłuszczów (23-47%, średnio 34%). Wśród kwasów tłuszczowych przeważają: erukowy (26,5%), linolowy (22,0%), linolenowy (15,0%), linolowy (9,5%) eikozenowy (12,0%), kwasy nasycone stanowią 6,0%, a pozostałe 2,0%. Nasiona gorzycy czarnej zawierają 35-40% tłuszczu oraz 27% białka. Spośród kwasów tłuszczowych występują: kwas erukowy (36,5%), linolowy (19,5%), linolenowy (13,0%), oleinowy (12,5%), eikozenowy (10,0%). Kwasy nasycone stanowią 5,0%, a pozostałe kwasy – 3,5%. Tłuszcze gorzycy białej, sarepskiej i czarnej należą do półtwardych (liczba jodowa 90-120), co przesądza o ich zastosowaniu konsumpcyjnym i przemysłowym [Muśnicki i in. 1997, Olejniczak i Adamska 2000, Sawicka i Kotiuk 2006].

Odpowiedni stopień zaopatrzenia roślin gorzycy w siarkę przyczynia się, zdaniem Mc Grath i Zhao [1996] oraz Bloem [1998], do zwiększenia zawartości tłuszczu w nasionach. Zwiększonemu gromadzeniu tłuszczu może towarzyszyć wzrost zawartości wolnych kwasów tłuszczowych, co z kolei wiąże się z pogorszeniem jakości surow-

ca. Badania Kaczora i Kozłowskiej [2002] dowiodły, iż pod wpływem nawożenia siarką nie następują istotne zmiany udziału kwasów nasyconych, a dla jakości tłuszczów jadalnych za korzystny uznano spadek udziału kwasów: oleinowego, linolenowego, mirystooleinowego i palmitooleinowego w tłuszczu pozyskanym z nasion gorczycy białej.

Wszystkie gatunki gorczycy zawierają związki specyficzne dla rodziny *Brassicaceae*, tzw. glukozynolany, czyli tioglukozydy lotnych olejków gorczyczych. Jest to specyficzna grupa glukozydów zawierających siarkę, w których cukier łączy się z aglikonem wiązaniem C-S. Bogate w te związki są głównie nasiona. Skład glukozydów zależy od gatunku, odmiany botanicznej i fazy rozwojowej roślin. W gorczycy białej występuje sinalbina (0,1-1,1%), zaś w gorczycy sarepskiej i czarnej – sinigrina (odpowiednio 0,8-0,9% i 0,4-0,9%). Glukozydy pełnią w roślinach funkcje obronne i ochronne przed zwierzętami i roślinami. Pod wpływem enzymu mirozynazy mogą one uwalniać glukozę, zaś część aglikonowa ulega przekształceniu w związki o charakterze nitryli, tiocyjanianów, izotiocyjanianów, cyjanoepitioalkanów. W normalnych warunkach nie dochodzi do kontaktu enzymu z substratem i uwolnienia toksycznych produktów rozkładu. Dopiero, gdy tkanka roślinna zostanie uszkodzona, zmiążdżona, wówczas dochodzi do reakcji między glukozynolanami a mirozynazą, w wyniku czego tworzy się toksyczny izotiocyjanianin allilu (u gorczycy czarnej i sarepskiej), p-hydroxybenzyl izotiocyjanianu (u gorczycy białej) lub inne związki pochodne. Mają one charakter litofilny, łatwo przemieszczają się przez błony komórkowe i mogą powodować podrażnienia skóry i nabłonka jelit, ponadto działają ujemnie na pracę serca oraz nerek i mogą wywoływać zapalenie oskrzeli, płuc, biegunki, a także poronienia [Sikorski 1994, Słomiński i in. 1999, Troszyńska i in. 2000, Holm 2002, Robinson 2002, Johnson 2005].

Glukozynolany są przedmiotem zainteresowania naukowców z powodu oczekiwanych korzyści prozdrowotnych [Hadfi i in. 1998, Olejniczak i Adamska 2000, Troszyńska i in. 2000, PTTŻ 2001, Wolski i in. 2005]. Mogą one być hydrolizowane do związków, które we wcześniejszych badaniach uznawano za toksyczne i mutagenne. Badania epidemiologiczne wskazują na pozytywne aspekty konsumpcji warzyw czy produktów spożywczych z rodziny kapustnych – obniżenie ryzyka nowotworów płuc, żołądka, okrężnicy oraz odbytu. Z badań Troszyńskiej i in. [2000], PTTŻ [2001], Robinsona [2002] wynika, iż produkty rozpadu glukozynolanów mają działanie blokujące, skutkiem czego jest obniżone działanie rakotwórcze środowiskowych czynników rakotwórczych w organizmach zwierzęcych. Ten efekt wynika ze zwiększonego odtruwającego działania enzymów na komórki zwierzęce i niedopuszczenie do ich zniszczenia. Badania na zwierzętach i badania *in vitro* wykazały, że produkty rozpadu glukozynolanów tłumią podział komórek rakowych i przyspieszają kontrolowane obumieranie komórek z uszkodzonym DNA. Produkty rozpadu glukozynolanów, zhydrolizowane przed trawieniem, mogą być wchłaniane w jelicie cienkim, a niezhydrolizowane glukozynolany podlegają hydrolizie pod wpływem mikroflory w okrężnicy i są częściowo wchłaniane w jelicie grubym [Robinson 2002].

Glukozydy pełnią, zatem funkcje potencjalnie negatywne (przeciwodżywcze), ale również pozytywne (prozdrowotne) [PTTŻ 2001, Wolski i in. 2005]. Właściwości przeciwodżywcze (antyżywniowe) są związane z najbardziej aktywną pochodną izotiocyjanianów uwalnianych w procesie hydrolizy niektórych glukozynolanów, tj. z cyklicznym 5-winylooksazolidyno-2-tionem, o właściwościach goitrogennych. Właściwości te są skutkiem ograniczenia procesu jodowania tyrozyny, prowadzącego do hipertrofii i nadczynności tarczycy. Ze względu na stosunkowo niewielkie spożycie tych związków w dietach konwencjonalnych, mało prawdopodobne jest ujawnienie ich

działania przeciwdrożdżycowego. Przeciętne spożycie glukozynolanów w Polsce w 1994 r. wynosiło 32 mg na dzień i było o 50% niższe niż w Wielkiej Brytanii i Niemczech [PTTŻ 2001]. Zdaniem wielu lekarzy i dietetyków uzasadnione są podstawy do wskazania warzyw i przypraw z rodziny kapustowatych jako składników diety zmniejszającej ryzyko powstawania nowotworów [Troszyńska i in. 2000, Robinson 2002, Johnson 2005]. Wykazano, że działanie antyrakowe należy przypisać produktom hydrolizy glukozynolanów – izotiocyjanianom i związkom indolowym. Substancje te poprzez indukcję układów enzymatycznych I i II fazy metabolizmu ksenobiotyków mogą wpływać na wydalanie bądź neutralizowanie czynników rakotwórczych i mutagennych [Holm 2002, Robinson 2002].

Występowanie glukozynolanów w nasionach gorzycy decyduje również o ich zastosowaniu w medycynie tradycyjnej i współczesnej. Lotne olejki gorzyczne wykazują silne właściwości rozgrzewające i pobudzające poprzez przenikanie aż do zakończeń nerwowych. Gorczyca czarna jest uważana za środek diuretyczny, wymiotny i stymulant. Jej plastry są używane zewnętrznie w wielu przypadkach artretyzmu i reumatyzmu. W lecznictwie ludowym odvary z nasion są stosowane do znieczuleń wątroby i śledziony, jak również przeciw bólowi gardła i impotencji. Gorczyca czarna łagodzi bóle głowy i neuralgię. Sproszkowane nasiona, zalane gorącą wodą, pobudzają krążenie w stopach. Dawniej zielarze stosowali gorzycę czarną przy łysieniu, epilepsji i bólach zębów. Olej gorzyczny stosowano do pobudzania wzrostu cebulek włosowych, przydatny też był w zapaleniu opłucnej i zapaleniu płuc.

Mąka z nasion gorzycy czarnej jest środkiem antyseptycznym. W celu złagodzenia ostrości zalecano niegdyś stosowanie mieszaniny z dodatkiem mąki pszennej [Lloyd 1911]. Gorczyca czarna była i jest polecana jako przeczyszczający składnik herbatek [Lloyd 1911, James i Duke 1983].

Nasiona gorzycy wchodziły w skład mieszanek przeczyszczających lub łagodzących stany nieżytowe żołądka. Gorczyca biała używana jest również jako składnik substancji powlekających w lekach stosowanych w chorobie wrzodowej dwunastnicy. Nasiona gorzycy czarnej wykorzystuje się do okładów u osób z dolegliwościami gośćcowymi oraz cierpiących na zapalenie korzonków nerwowych, zapalenie ścięgien, reumatyzm, ischias, choroby płuc [Lloyd 1911, Wolski i in. 2005]. Miejscowe stosowanie plastrów gorzycznych zalecane jest w przypadkach zasłabnięć jako pobudzające czynności oddechowe i aktywność serca. Zbyt długie oddziaływanie olejków gorzycznych o dużym stężeniu może doprowadzić do powstania poparzeń, dlatego Lloyd [1911] zalecał bardzo ostrożne stosowanie tych środków i uważną obserwację efektów, szczególnie u dzieci.

Lloyd [1911] podaje, że początkowo gorczyca była najczęściej wykorzystywana jako lekarstwo, ale już w trzecim wieku p.n.e. Diocletian wspomina o niej jako o przyprawie używanej w Imperium Rzymskim. W średniowieczu europejczycy stosowali ją jako dodatek do solonego mięsa. W XIII-XIV wieku pojawiły się pierwsze receptury musztardy pod nazwą *senapium*. Całe nasiona gorzycy stosowano od dawna do aromatyzowania korniszonów i różnych warzyw w occie, pikli, kiszzonek oraz przetworów wędliniarskich. Mieloną gorzycę dodaje się do tłustych mięs, kielbas, gotowanych ryb, gorących i zimnych sosów, zapiekane, duszonych warzyw, a pokrojone świeże listki – do sałatek [Muśnicki i in. 1997, Wałkowski 1997a, Sawicka i Kotiuk 2006].

Nasiona gorzycy znajdują obecnie zastosowanie w przemyśle: spożywczym, farmaceutycznym, kosmetycznym, chemicznym, a nawet energetycznym [Kirk i in. 1981, 1983, Muśnicki i in. 1997, Wałkowski 1997b, Hadfi i in. 1998, Wolski i in. 2005, Sawicka i Kotiuk 2006]. Główne jednak wykorzystuje się je w przetwórstwie spożywczym jako

podstawowy surowiec do produkcji musztardy [Sikorski 1994, Wałkowski 1997a, Słomiński i in. 1999, Robinson 2002, Sawicka i Kotiuk 2006]. Z nasion gorczycy białej uzyskuje się tzw. musztardę francuską, o łagodnym smaku, zaś z nasion gorczycy sarepskiej i czarnej – musztardę sarepską, o ostrym smaku. Nasiona gorczycy do przetwórstwa spożywczego powinny odpowiadać polskim i unijnym normom jakości i odznaczać się: właściwą barwą dojrzałych nasion, cechami sensorycznymi (połyskiem, zapachem), brakiem spleśniałych nasion, odpowiednią wilgotnością (do 12% w skupie, a do dłuższego przechowywania 6-7%), brakiem zanieczyszczeń mikrobiologicznych (np.: bakterii *Salmonella*, bakterii z grupy *Coli*, przetrwalników bakterii beztlenowych *Clostridium*), minimalną ilością zanieczyszczeń fizykochemicznych (np. innych roślin nieszkodliwych, piasku, cząstek żelaza itp.) [Wałkowski 1997a, PN A-86962:1997/Az1, 2002, PN A-86963, 1997, PN A-86964, 2002]. W produkcji musztardy bardzo ważnym wyznacznikiem jakości jest zawartość glukozyzolanów w nasionach gorczycy, gdyż decydują one o ostrości wyrobu gotowego. Sinalbina i sinigryna pod wpływem enzymu mirozynazy w obecności wody wydzielają lotne olejki gorczyczne, które nadają ostry smak [Sikorski 1994].

*Sinapis alba* należy do roślin oleistych, jednak ze względu na wysoką zawartość kwasu erukowego (35-45%) jej tłuszcz nie może być wykorzystywany do celów żywieniowych. W Polsce zostały podjęte i z sukcesem zrealizowane prace nad wyselekcjonowaniem form o bardzo niskiej zawartości kwasu erukowego w nasionach (>1,5%) (ród POH-103) [Piętka i Krzymański 2005], co w przyszłości pozwoli na wykorzystanie oleju gorczycznego w przemyśle spożywczym [Olejniczak i Adamska 2000, Troszyńska i in. 2000].

Słomiński i in. [1999] badali właściwości odżywcze gorczycy białej o niskiej zawartości glukozyzolanów oraz kwasu erukowego i porównywali je z właściwościami odżywczymi soi i rzepaku. W nasionach gorczycy białej stwierdzili wyższą zawartość: tłuszczu, aminokwasów siarkowych (metioniny i cystyny), włókna ogółem, wapna oraz fosforu, zaś mniej białka ogółem, w tym lizyny, niż w nasionach soi. Wskazuje to na dużą wartość odżywczą nasion gorczycy i możliwość zastąpienia nią soi w żywieniu drobiu.

Ze względu na obecność kwasu erukowego podejmowane są próby zastosowania oleju gorczycznego jako środka smarnego w maszynach [Rudko 2005]. Jego lepkość kinematyczna, wskaźnik lepkości, gęstość, temperatura krzepnięcia i zapłonu, zawartość zanieczyszczeń, liczba kwasowa oraz korodujące działanie na metale są zbliżone do oleju mineralnego, a różni go od tylko dużo niższa lepkość kinematyczna w 40°C, przy wysokim wskaźniku lepkości. Stwierdzono przydatność oleju gorczycznego do smarowania układu tnącego pił [Rudko 2005]. Dodatkowym atutem jest jego bardzo łatwy rozkład biologiczny [Sikorski 1994].

O stabilności fizjologicznej oleju decyduje odpowiedni skład kwasów tłuszczowych i tokoferoli [Olejniczak i Adamska 2000].

Badania Hadfiego i in. [1998] dowiodły, iż substancje biologicznie czynne znajdujące się w zarodkach *Brassica juncea* mogą wpływać na zmiany fenotypowe i morfogenetyczne innych pokrewnych gatunków, np. *Arabidopsis*.

## INNE FUNKCJE GORCZYC

Rośliny gorczycy białej, a także polnej są w niektórych krajach wykorzystywane w celach kulinarnych (młode liście na sałatę), a także pastewnych (masa zielona i makucho) [Podbielkowski 1966, Jura i Krzanowska 1998].

Gorczyca biała, jako gatunek o wyjątkowo szybkim tempie wzrostu i krótkim okresie wegetacji, jest wykorzystywana też jako pożytek pszczeli. Jabłoński i in. [1999] porównywali wartość pszczelarską i potrzeby zapyłania trzech gatunków roślin z rodziny kapustowatych, wysiewanych jako plon główny. *Sinapis alba* zakwita w pierwszej dekadzie czerwca. Roślina ta daje duże ilości pyłku z poszczególnych kwiatów i z jednostki powierzchni. W szczytowych godzinach oblotu, przy sprzyjającej pogodzie, podczas pełni kwitnienia roślin, na 1 m<sup>2</sup> łąnu gorzycy pracuje 7 razy tyle pszczoł, co na rzepiku i blisko 3 razy więcej niż na rzepaku. Rośliny swobodnie zapyłane przez pszczoły, w porównaniu z roślinami izolowanymi, reagują zwiększeniem zawiązywanych łuszczyń i nasion w łuszczynie oraz wzrostem plonu nasion. Gorczyca przy dobrym oblocie pszczoł wydaje o około 70%, a rzepak tylko o około 25% wyższy plon nasion niż rośliny nie zapyłane [Jabłoński i in. 1999].

Zielonka gorzycy ma też pewne znaczenie paszowe, koszona przed kwitnieniem może być wykorzystana do skarmiania bydła w ilości do 30 kg na sztukę dziennie z dodatkiem suchej paszy objętościowej. Nadmierne dawki mogą spowodować nieprzyjemny smak mleka. Nasiona gorzycy, pomimo iż są bogate w białko i sole mineralne, nie mogą być stosowane jako pasza ze względu na zawartość glikozydów. Zarówno sinalbina, jak i sinigrina pod wpływem mirozynazy, w obecności wody, wydzielają lotne olejki gorzyczne. W wyniku rozpadu sinalbiny tworzą się rodanki – substancje chemiczne powodujące zaburzenia metabolizmu jodu w organizmach zwierząt gospodarskich, gdyż działając antagonistycznie do jodków mogą pogorszyć przebieg niektórych schorzeń tarczycy [Wałkowski 1997a].

## WPLYW GORZYC NA WŁAŚCIWOŚCI GLEBY I ŚRODOWISKO ROLNICZE

Gorczyca biała, ze względu na szybkie wschody i duże przyrosty zielonej masy, jest cenną rośliną uprawianą jako międzyplon ścierniskowy na zielonkę lub na zielony nawóz [Pańczuk 1997, Wałkowski 1997a, b, Toboła i Muśnicki 1999, Sawicka 2004, Harasimowicz-Hermann i Hermann 2006]. Użytkowana na zielonkę poprawia właściwości fizyczne gleby poprzez jej ocienianie. Zaorana na zielony nawóz, dobrze rozwinięta gorczyca ma wartość około 20 t·ha<sup>-1</sup> obornika [Wałkowski 1997a, Toboła i Muśnicki 1999, Harasimowicz-Hermann i Hermann 2006]. Podobne badania przeprowadzili Szczebiot i Ojczyk [2002], określając biomasa resztek poźniwych gorzycy białej. Masę makroskładników określili oni na: 30 kg N, 15 kg P i 60 kg K·ha<sup>-1</sup>. Harasimowicz-Hermann i Hermann [2006] stwierdzili natomiast, iż masa nadziemna roślin gorzycy z owsem, uprawianych w międzyplonie, skumulowała w 1 hektarze 15,3-132,8 kg N, 2,34-8,97 kg P, 20,9-101,0 kg K oraz 332-2153 kg C<sub>org.</sub>. Rośliny wykorzystane w uprawie międzyplonowej chronią glebę przed erozją wodną i eoliczną oraz są źródłem materii organicznej, wpływają też na poprawę właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych gleby [Nowakowski i Szymczak-Nowak 1998, 2003, 2006, Harasimowicz-Hermann i Hermann 2006]. W opinii tychże autorów uprawa międzyplonów z udziałem gorzycy białej ogranicza migrację biogenów do środowiska, obniża nakłady na nawożenie roślin następczych, przyczynia się też do uzupełniania zasobów materii organicznej oraz poprawia strukturę gleby.

Gorczyca biała uprawiana po zbożach jako międzyplon ścierniskowy spełnia doskonałą rolę rośliny fitosanitarnej, ponieważ zmniejsza niebezpieczeństwo występowania chorób i szkodników zagrażających przede wszystkim roślinom zbożowym [Wałkowski

1997a]. Smolińska [2004] stwierdziła, iż rośliny gorzycy sarepskiej zawierają w swoich tkankach związki biologicznie czynne, których produkty rozkładu mogą być toksyczne dla patogena *Sclerotium cepivorum*, wywołującego białą zgniliznę cebuli. Uprawa w międzyplonie i przyoranie roślin gorzycy sarepskiej powoduje znaczny spadek przeżywalności sklerocjów *S. cepivorum* oraz zwiększenie plonu cebuli. Stąd też można sądzić, iż rośliny *B. juncea* mogą w sposób ekologiczny oczyszczać glebę z organizmów chorobotwórczych.

Gwiazdowska i in. [2004] badali allelopatyczne oddziaływania między roślinami uprawnymi a chwastami. Najczęściej opisywanym efektem jest wpływ allelozwiązków na proces kiełkowania nasion oraz wzrost i rozwój siewek. Do związków allelopatycznych należą między innymi glukozytolany, które w postaci glikozydowej nie wykazują wpływu na wzrost innych roślin. W momencie uszkodzenia tkanki roślinnej, ulegając hydrolizie do lotnych olejków gorzycznych, hamują kiełkowanie i wzrost siewek pszenicy. Powyższe właściwości mogą być wykorzystane do produkcji proekologicznych herbicydów. Podkreśla się łatwość, z jaką te preparaty podlegają biodegradacji [Mehra i in. 2000, Gniazdowska i in. 2004].

Znane są również antymątwikowe właściwości gorzyc. Szymczak-Nowak i Nowakowski [2000, 2002] badali efekt antymątwikowy gorzycy białej odmian: Nakielska, Arwis, Barka i Metex. Stwierdzili, iż najskuteczniej zmniejszyły zagęszczenie mątwika burakowego w glebie odmiany: Metex (o 33,8%) i Barka (o 16,4%), co wykorzystano do biologicznej walki z tym nicieniem. Liczba jaj i larw *Heterodera schachtii* Schmidt została najsilniej zredukowana przez wydzieliny korzeniowe rzodkwi oleistej cv. Colonel (o 55,1%), cv. Remonta (o 47,3%) i cv. Resal (o 40,8%). Z odmian gorzycy białej populację mątwika burakowego w glebie najskuteczniej zmniejszyły odmiany Metex (35,4%) i Barka (27,7%). Uprawa gorzycy białej odmiany Nakielska, zdaniem tychże autorów, powoduje znaczny wzrost populacji nicieni w glebie. Wzrost nawożenia azotem nie wpłynął na oddziaływanie antymątwikowe badanych odmian, natomiast obfite opady i wysoka temperatura w czasie wegetacji sprzyjały redukcji jaj i larw mątwika burakowego [Nowakowski i Szymczak 2003, 2006].

## PODSUMOWANIE

Gatunki gorzyc uprawianych w Polsce i na świecie, z uwagi na bogaty skład chemiczny nasion i biomasy nadziemnej, allelopatyczne oddziaływanie korzeni, właściwości indukcyjne zarodków embrionalnych, a także wysoką wydajność miododajną można zaliczyć do roślin wielofunkcyjnych. Mogą być one uprawiane jako alternatywa albo uzupełnienie roślin wykorzystywanych w celu wyżywienia człowieka lub jako źródło surowców dla przemysłu spożywczego, paszowego, chemicznego, kosmetycznego, farmaceutycznego czy nawet energetycznego. Według prognoz wiek XXI będzie wiekiem tworzącym rynek zróżnicowanej i zdrowej żywności, odnawialnych surowców i źródeł energii, stąd też należy oczekiwać, że rośliny alternatywne, w tym także gorzycy, zastąpią na wielu polach tradycyjne rośliny uprawne.



## LITERATURA

- Bartkowiak-Broda I., 2006. Strategiczne kierunki w hodowli roślin oleistych. Mat. Symp. Nauk. z okazji 55-lecia IHAR nt. Ulepszanie roślin uprawnych dla zróżnicowania agroekosystemów, Ref. Radzików, 84-97.
- Bloem E.M., 1998. Schwefel-Bilanz von Agrarökosystemen unter besonderer Berücksichtigung hydrologischer und bodenphysikalischer Standorteigenschaften. Landbauforschung Völkensrode. Sonderheft 192, 1-156.
- Gwiazdowska A., Oracz K., Bogatek R., 2004. Allelopatia – nowe interpretacje oddziaływań pomiędzy roślinami. Kosmos. Probl. Nauk Biol. 53(2), 207-217.
- Hadfi K., Speth V., Neuhaus G., 1998. Auxin-induced developmental patterns in *Brassica juncea* embryos. Development 125, 879-887.
- Harasimowicz-Hermann G., Hermann J., 2006. Funkcja międzyplonów w ochronie zasobów mineralnych i materii organicznej gleby. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., cz. I, 512, 147-155.
- Holm F., 2002. Glukozynolany a zdrowie. Food Group. Denmark, <http://www.pttz.org/flair/onep/sme/glukozyn.html>
- Jabłoński B., Koltowski Z., Szklanowska K., 1999. Ważniejsze wyniki badań nektarowania, zapylania i plonowania gorczycy białej i rzepiku jarego. Mat. 38. Pszczelarskiej Konf. Nauk., Puławy, 29-30.
- James A., Duke E., 1983. Black mustard – *Brassica nigra* (L.) Koch. Handbook of energy Crops. unpublished, <http://www.newcrops.uq.edu.au>
- Johnson I.T., 2005. Cancers of the Gut and Western Ills. Science 307, 1839.
- Jura Cz., Krzanowska H., 1998. Encyklopedia biologiczna. T. 4, 82, pod red. Z. Otałęgi, Agencja Publ. Wyd. Opres Kraków.
- Kaczor A., Kozłowska J., 2002. Wpływ nawożenia siarką i wapnowania na ogólną zawartość tłuszczu i skład kwasów tłuszczowych w nasionach roślin oleistych. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 482, 245-250.
- Katepa-Mupondowa F., Raney J.P., Rakow G., 2005. Recurrent selection for increased protein content in yellow mustard (*Sinapis alba* L.) Plant Breeding 124(4), 382-387.
- Kirk J.T.O., Hurlstone C.J., 1983. Variation and inheritance of erucic acid content in *Brassica juncea*. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 90, 331-338.
- Lista odmian roślin rolniczych i warzywnych wpisanych do krajowego rejestru w Polsce, 2007. Wyd. COBORU Słupia Wielka.
- Lista opisowa odmian, 2006. Wyd. COBORU Słupia Wielka, cz. II.
- Lloyd U.J., 1911. History of the Vegetable Drugs of the U.S.P. Bulletin of the Lloyd Library of Botany, Pharmacy and Material Medical, Bulletin 18, Pharmacy 4.
- Mc Grath S.P., Zhao E.J., 1996. Sulphur uptake, yield response and the interactions between nitrogen and sulphur in winter oleseed rape (*Brassica napus*). J. Agric. Sci. 126, 53-62.
- Mehra S., Pareek A., Bandyopadhyay A., Sharma P., Burma A.K., Pental D., 2000. Development of transgenics in Indian oilseed mustard (*Brassica juncea*) resistant to herbicide phosphinothricin. Current Sci. 78(10/11), 1358-1364.
- Muśnicki C., Tobała P., Muśnicka B., 1997. Produkcyjność alternatywnych roślin oleistych w warunkach Wielkopolski oraz zmienność ich plonowania. Rośl. Oleiste – Oilseed Crops 18(2), 269-278.
- Nowakowski M., Szymczak-Nowak J., 1998. Dynamika wzrostu, plonowanie i antymutawikowe działanie wybranych odmian rzodkwi oleistej i gorczycy białej uprawianych w międzyplonie ścierniskowym. Rośl. Oleiste 19, 617-678.
- Nowakowski M., Szymczak-Nowak J., 2003. Plony świeżej i suchej masy oraz oddziaływanie antymutawikowe gorczycy białej i rzodkwi oleistej w zależności od odmiany i nawożenia azotem. Rośl. Oleiste – Oilseed Crops XXIV(2), 501-508.
- Nowakowski M., Szymczak-Nowak J., 2006. Plonowanie i antymutawikowe oddziaływanie czterech odmian rzodkwi oleistej uprawianych w plonie głównym przy dwóch poziomach nawożenia potasem. Rośl. Oleiste – Oilseed Crops 1, 77-88.

- Nowiński M., 1970. Dzieje upraw i roślin uprawnych. PWT Warszawa.
- Olejniczak J., Adamska E., 2000. Indukowanie zmienności cech jakościowych oleju gorczycy białej (*Sinapis alba* L.). Rośl. Oleiste – Oilseed Crops 21(2), 641-648.
- Pańczuk B., 1997. Uprawa gorczycy białej. Wyd. ODR Poświętne, 1-4.
- Piętka T., Krótka K., Krzymański J., 2004. Gorczyca biała podwójnie ulepszona – alternatywna jara roślina oleista. Rośl. Oleiste – Oilseed Crops XXV(2), 403-413.
- Piętka T., Krzymański J., 2005. POH-103 – zeroerukowa gorczyca biała. Mat. Konf. Nauk. nt. Rośliny oleiste, 43.
- PN-A-86962, 1997/Az1, 2002. Przyprawy ziołowe. Gorczyca biała. PKN Warszawa.
- PN-A-86963, 1997. Przyprawy ziołowe. Gorczyca czarna. PKN Warszawa
- PN-A-86964, 2002. Musztarda. PKN, Wyd. ABC Warszawa.
- Podbielkowski Z., 1966. Słownik roślin użytkowych. PWRiL Warszawa.
- Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, 2001. Przeciwdrożdżycze i/lub prozdrowotne właściwości wtórnych metabolitów roślin. Mat. Konf. Nauk. nt. Analiza ryzyka zdrowotnego żywności – czynniki żywieniowe, SGGW Warszawa, <http://www.gastrona.pl/global/lib/news.php>
- Robinson F., 2002. Glukozytolany: “ostra” korzyść z warzyw kapustnych. British Nutrition Foundation, UK, <http://www.pttz.org/flair/onep/hp/gluko.html>
- Rudko T., 2005. Wykorzystanie oleju gorczycowego jako środka smarowego. Mat. Konf. Nauk. nt. Rośliny oleiste, Poznań, 174-175.
- Sawicka B., 2004. Rośliny alternatywne [w:] Wybrane problemy produkcji roślinnej na Lubelszczyźnie, pod red. S. Berbecia i Sz. Dziamby, WAR Lublin, 25-38.
- Sawicka B., Kotiuk E., 2006. Evaluation of health safety of mustards in the obligatory norms. Acta Sci. Pol., Technol. Alim. 5(2), 165-177, [http://www.food.actapol.net/pub/16\\_2\\_2006.pdf](http://www.food.actapol.net/pub/16_2_2006.pdf)
- Sikorski Z., 1994. Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności. WNT Warszawa, 476-479.
- Słomiński B.A., Heather D., Ping Jiang Z., Lloyd D., Campbell P.M., Rakow G., 1999. Chemical composition and nutritive value of canola – quality *Sinapis alba* mustard. 10<sup>th</sup> Intern. Rapeseed Congress, Canberra, Australia, 274.
- Smolińska U., 2004. Badania nad możliwością wykorzystania roślin *Brassicaceae*, zawierających związki biologicznie czynne, w ograniczaniu *Sclerotium cepivorum* Berk. AR w Krakowie, Praca habilitacyjna, <http://www.naukapolska.pl>
- Szczebiot M., Ojczyk T., 2002. Wartość nawozowa resztek poźniwnych jarych roślin oleistych dla pszenicy ozimej. Fragm. Agronom. 7(74), 198-206.
- Szymczak-Nowak J., Nowakowski M., 2000. Efekt antymatwikowy i plonowanie gorczycy białej, facelii błękitnej i rzodkwi oleistej uprawianych w plonie głównym. Rośl. Oleiste – Oilseed Crops XXI(1), 285-292.
- Szymczak-Nowak J., Nowakowski M., 2002. Plonowanie gorczycy białej, rzodkwi oleistej i facelii błękitnej uprawianych w plonie głównym oraz ich wpływ na populację matwika burakowego. Rośl. Oleiste – Oilseed Crops XXIII(2), 223-234.
- Toboła P., Muśnicki Cz., 1999. Zmienność plonowania jarych roślin oleistych z rodziny krzyżowych. Rośl. Oleiste – Oilseed Crops XX(1), 93-100.
- Troszyńska A., Honke J., Kozłowska H., 2000. Naturalne substancje nieodżywcze (NSN) pochodzenia roślinnego jako składniki żywności funkcjonalnej. Post. Fitoterapii 2, <http://www.borgis.pl>
- Wałkowski T., 1997a. Gorczyce. Wyd. IHAR Poznań, 5-25.
- Wałkowski T., 1997b. Uprawa gorczycy na nasiona. Wyd. IHAR Poznań, 3-16.
- Wolski T., Karwat I.D., Najda A., 2005. Kontaminacja i suplementacja żywności a zdrowie. Post. Fitoterapii, 15(1-2), <http://www.borgis.pl>

## MUSTARD SPECIES AS MULTI-FUNCTIONAL PLANTS

**Abstract.** There were described possible uses of white, black and Indian mustard, especially these resulting from the presence of glucosinolates and the content of erucic acid. The wholesome and anti-nutritious properties of glucosinolates were described. Apart from traditional uses of seeds in medicine and nutrition, there was presented an importance of mustards for foodstuffs, fodder, chemical, cosmetic, pharmaceutical and power industries as well as for beekeeping and green fodder purposes and the oil – as a lubricant. Positive aspects of the influence of white and Indian mustard intercropping on agricultural environment were shown. The role of mustards in protecting soil from erosion and limiting migration of biogenic components and as the source of organic matter was emphasized. Their phytosanitary functions in relation to some diseases, pests and weeds were pointed out.

**Key words:** white mustard (*Sinapis alba*), black mustard (*Brassica nigra*), Indian mustard (*Brassica juncea*), glucosinolates, volatile oils of mustard, erucic acid, uses

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 15.09.2007