

Biologiczne i siedliskowe uwarunkowania uprawy gryki w Polsce

Barbara Ścigalska

*Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin,
Wydział Rolniczo-Ekonomiczny, Akademia Rolnicza,
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków*

Słowa kluczowe: gryka, uprawa, biologiczne i siedliskowe uwarunkowania

Wprowadzenie

Gryka jest rośliną alternatywną w odniesieniu do innych intensywnych gatunków zbóż. Do roślin zbożowych zaliczana jest ze względu na sposób uprawy i użytkowania plonu. W Polsce w 2000 roku powierzchnia uprawy towarowej gryki i prosa wynosiła 62 tys. ha, co stanowiło wzrost o 77% w porównaniu do 1990 roku i o 29% w stosunku do 1999 roku. Nastąpiło także zwiększenie plonu z 10,1 dt · ha⁻¹ w 1990 roku do 12,6 dt · ha⁻¹ w 1999 roku. Średnie plony w 2000 roku były mniejsze o 5,6%, a zbiory wynosiły 123% zbiorów roku poprzedniego [34]. W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie rolników, technologów oraz konsumentów uprawą gryki, wynikające z jej dużej wartości agroekologicznej oraz korzystnego składu chemicznego orzeszków [13, 44, 51]. Gryka bowiem stanowi źródło składników funkcjonalnych i pokarmowych dla ludzi i zwierząt oraz wykorzystywana jest również jako roślina miododajna i lecznicza. Roślina ta ma duże zastosowanie w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym, kosmetycznym i paszowym [51]. Zauważa się też jej działanie allelopatyczne, ujawniające się w ograniczaniu rozwoju chwastów [24]. Ze względu na małe potrzeby nawozowe i ograniczenie stosowania środków ochrony roślin oraz małe nakłady energetyczne na jej uprawę gryka została uznana za „roślinę ekologiczną”. Może być także rośliną użytkowaną pozaprodukcyjnie – jako międzyplon lub nawóz zielony.

Dotychczasowe badania nad gryką koncentrowały się na cząstkowych zagadnieniach, dotyczących wpływu nawożenia N, gęstości siewu, terminu siewu, jakości gleby na plon nasion [31, 32], wpływu kompleksu glebowego na produkcję gryki [46] oraz na cechy struktury plonu i architektury łanu [33], wpływu komponentów struktury

ry plonu na wielkość plonu [52], wpływu nawożenia azotem na biologię kwitnienia i owocowania [22]. W cytowanych badaniach określano wpływ jednego lub kilku czynników na plon nasion gryki oraz jego strukturę bądź też sposoby wykorzystania gryki w różnych celach, w rolnictwie i gospodarce żywnościowej. Zagadnienia te wcześniej szczegółowo analizował Ruszkowski [36].

W niniejszym artykule przedstawiono ważniejsze osiągnięcia badawcze nad uprawą gryki w Polsce, które omówiono w dwu aspektach: właściwości biologicznych gryki związanych z jej produktywnością oraz analizy czynników siedliska i agrotechniki determinujących plonowanie tej rośliny.

Właściwości biologiczne gryki związane z jej produktywnością

Gryka siewna, zwana też gryką zwyczajną lub hreczką, zachowała wiele cech rośliny dzikiej: podatność na wyleganie, ciągły wzrost łodygi, nierównomierne kwitnienie i owocowanie, osypywanie się nasion, a także odporność na choroby i szkodniki [48]. W Polsce uprawia się *Fagopyrum esculentum* MNCH lub *F. sagittatum* GILI. Roślina ta charakteryzuje się dość sztywną łodygą o wysokości 20–100 cm, średnioulistnioną, o pięciolistkowym okwiecie i trójgraniastym orzeszku. Masa 1000 orzeszków wynosi od 18 do 32 g. Gryka jest rośliną jara. Jej korzeń palowy sięga do 1 m w głąb gleby. Gryka zakwita po 15–25 dniach od siewu [43], ale okres kwitnienia trwa długo, od 30 do 60 dni. Na jednej roślinie wykształca się 500 do 2000 kwiatów, z czego 4–10% zawiązuje owoce. Orzeszki dojrzewają nierównomiernie. Gatunek ten wytwarza zbyt wiele zielonej masy w stosunku do korzeni, które dość wcześniej zamierają [48]. Główną przyczyną dużej zmienności plonów gryki jest jednodniowe kwitnienie kwiatów oraz jej owadopylność. Gryka jest w około 90% zapyłana przez pszczołę miodną. Występuje więc podwójna zależność od warunków pogodowych: od rośliny i od aktywności owadów [22]. Kwiaty tej rośliny charakteryzują się dymorfizmem, polegającym na tym, że część z nich ma pręciki wyższe od słupka, część zaś słupki wyższe od pręcików. Taka budowa kwiatów (heterostylia) sprzyja krzyżowemu zapłodnieniu i zapobiega powstawaniu depresji wsobnej [48]. Rośliny o kwiatach długosłupkowych wytwarzają mniejsze ziarna pyłku przystosowane do zapłodnienia kwiatów o krótkiej szyjce słupka i odwrotnie. Formy równosłupkowe (homostylne) są mniej plenne, co może wynikać z ich zdolności do samozapłodnienia. Obco- i owadopylność oraz występująca heterostylia sprzyjają utrzymywaniu się u tego gatunku dużej zmienności wewnątrzgatunkowej i wewnątrzodmianowej, jednocześnie duża zmienność gryki jest warunkiem utrzymywania się w miarę wysokich plonów [49].

Dotychczasowe badania, jako podstawową przyczynę niskiej i zmiennej plenności gryki, podają całkowitą samoniezdgodność [19, 38, 48] oraz owadopylność [4]. Sa-

monieźgodność występuje zarówno przy krzyżowaniach wewnątrz, jak i międzygatunkowych [19, 38]. Czynnikiem pozwalającym na ocenę stopnia niezgodności przy poszczególnych rodzajach zapyleń jest ocena dynamiki wzrostu łagiewek pyłkowych w szyjkach słupków oraz obserwacja procesu zapłodnienia [14]. Samborska-Ciana [39] uważa, że dokonanie zmian w budowie lub funkcji genów odpowiedzialnych za występowanie reakcji niezgodności mogłoby w istotny sposób zwiększyć udział zapłodnionych kwiatów oraz prawidłowo wykształconych orzeszków, uzyskiwanych przez zapylenie nietypowe (*illegitimus*), polegające na zapłodnieniu w obrębie kwiatu. Mutageneza, jako metoda pozwalająca na dokonanie zmian w funkcjonowaniu pojedynczych genów, stwarza takie możliwości. Uzyskane przez tę autorkę wyniki wskazują na grykę jako dobrze znoszącą traktowanie mutagenami chemicznymi, a dynamika wzrostu łagiewek pyłkowych w szyjkach słupków oraz plon nasion uzyskanych po zapyleniach nietypowych były w grupie mutantów wyższe niż u roślin kontrolnych.

Istotnym czynnikiem w zwiększaniu produkcji zbóż, w tym gryki, jest postęp biologiczny, to jest wyhodowanie odmian o korzystniejszych parametrach plonotwórczych [3, 10]. W 1998 były zarejestrowane cztery odmiany diploidalne gryki: Hruszowska (1957), Kora (1992) i najnowsze – Panda i Luba (1998) – o nieco większych orzeszkach i ich plonie w porównaniu z Hruszowską [55].

Obcoplodność i duża liczba genów samonieźgodności u gryki [29] ogranicza możliwość badań cech plonotwórczych, a także wydłuża cykl hodowlany tego gatunku. Z powodu obcoplodności ważne jest jak najwcześniejsze rozpoczęcie selekcji polowej, możliwie przed kwitnieniem w celu pozostawienia najlepszych genotypów. Niestety, w praktyce większość cech plonotwórczych można ocenić dopiero po zbiorze [17]. W związku z tym prowadzone są intensywne prace nad ulepszeniem istniejących odmian i biotypów gryki nad zwiększeniem plonu i jego wierności. Według Wolińskiej i in. [49], zastosowanie metod sieci neuronowej pozwala na zwiększenie skuteczności selekcji i przyspieszenie postępu hodowlanego.

Nowa odmiana może jednak ujawnić genetycznie uwarunkowane cechy produkcyjności tylko w korzystnym dla niej siedlisku. W badaniach Wolińskiej [48] zastosowanie oddalonego krzyżowania pozwoliło na wprowadzenie nowych form „Red corolla” – bardziej odpornych na niskie temperatury i susze oraz wyleganie. Linię tę otrzymano na drodze selekcji mieszańców Hruszowska × Buriatskaja. Odznacza się ona ciemniejszym okwiatem i dość dużą zdolnością do samozapłodnienia. Wyróżnia się ponadto czerwonym zabarwieniem listków okwiatu i dość dobrą odpornością na niesprzyjające czynniki klimatyczne. W pracach hodowlanych nad nowymi formami gryki, prowadzonych w Katedrze Hodowli Roślin WSRP Siedlce, zwrócono uwagę na zwiększenie liczby nasion w pojedynczych kwiatostanach oraz zmniejszenie liczby tych ostatnich na roślinie. W wypadku gryki istnieje duża korelacja pomiędzy wielkością plonu a takimi cechami, jak: masa rośliny, liczba kwiatostanów, liczba nasion i liczba nasion w pojedynczym kwiatostanie [48].

Gryka jest gatunkiem o stosunkowo mało poznanym dziedziczeniu cech, co spowodowane jest dużą zmiennością wewnątrzgatunkową, uwarunkowaną obcopylnością [49]. Ocena stopnia odziedziczalności cech gryki wydaje się niezwykle ważna przy pracach hodowlanych nad tą rośliną. W tym wypadku przy doborze komponentów do krzyżowania należy zwracać uwagę na typ dziedziczenia, gdyż niektóre cechy plonotwórcze dziedziczą się w linii maticznej. Liczba węzłów i masa 1000 nasion są najbardziej stabilnymi cechami gryki. Niską odziedziczalnością charakteryzuje się: wysokość roślin, wyższą odziedziczalnością takie cechy, jak: liczba nasion z rośliny, masa nasion z rośliny, liczba nasion w jednym kwiatostanie. Badania nad zmiennością tych cech [29] wykazały, że najmniejszą zmiennością charakteryzują się wysokość rośliny, liczba węzłów i międzywęzli na pędzie głównym i masa 1000 nasion. Stwierdzono także dużą współzależność pomiędzy wysokością rośliny a masą nasion z rośliny oraz masą nasion z rośliny a masą 1000 nasion [2, 48]. Stosunkowo mała zmienność masy 1000 nasion jest – zdaniem Fesenko i Lokhmatovej [12] – uzależniona, podobnie jak termin kwitnienia czy plon i jego jakość, od formy maticznej.

Gryka zaliczana jest do roślin obojętnych na długość dnia. Według Ruszkowskiego i Żebrowskiego [35], długość dnia oddziałuje na zmiany we wzroście tej rośliny. W warunkach fotoperiodycznych mniej korzystnych nowe międzywęzła nie wydłużają się, przez co następuje silny przyrost liści, a słaby kwiatów. Gryka zakwita i owocuje w warunkach Polski niezależnie od terminu siewu, jeśli ma zapewnione odpowiednie warunki termiczne [41]. Nie oznacza to jednak braku wymagań co do terminu siewu w warunkach produkcyjnych. Liczne badania dowodzą, że większe plony uzyskuje się z siewów wcześniejszych [31, 35, 40]. Wcześniejszy siew przyspiesza kwitnienie, skraca okres rozwoju wegetatywnego, a wydłuża okres rozwoju generatywnego. Przy wcześniejszym kwitnieniu zwiększa się ilość zapłodnionych kwiatów ze względu na większą w tym okresie aktywność owadów zapylających [10]. Według Lachamanna i Adachiego [20], najkrótszy czas od wschodów do pąkowania gryka osiąga przy dwunastogodzinnej długości dnia, a badania ich dowodzą istnienia związków reakcji fotoperiodycznej i termicznej u gryki.

Występujące wydłużenie się okresu wschodów, wynikające z opóźnionego terminu siewu, należy uznać za czynnik niekorzystny, powodujący zróżnicowanie wzrostu siewek, co może wzmacniać oddziaływanie konkurencyjne między roślinami. Badania nad dynamiką wschodów nowych odmian gryki w zależności od terminu siewu nie były przedmiotem wcześniejszych badań. Wyniki prac Mazurka i Podolskiej [23] wskazują na zbliżone plonowanie nowych odmian gryki Luba i Panda przy wysiewie w maju i na początku czerwca. Odmiany te wykazywały podobną reakcję co do terminu siewu. Jednak, w porównaniu z wcześniejszą odmianą Kora, w pierwszych dniach po siewie charakteryzowały się większym tempem wschodów, nie wykazując istotnego zróżnicowania co do długości tego okresu. Pecio i Wielgo [31] stwierdziły zmniejszenie plonu nasion przy wysiewie gryki w końcu maja i w pierwszej dekadzie czerwca. Również Yani i in. 1999, cyt. za Pecio i Wielgo [31], stwierdził, że dla plonu nasion

korzystny był wczesny siew gryki. Najniższe wartości plonu uzyskano z wysiewów w połowie lipca, a obniżka ta w porównaniu z siewami majowymi wynosiła ok. 50% i była mniejsza o 20%, niż podawana przez Ruszkowskiego [37].

Mała stabilność plonowania gryki jest wynikiem dużej zmienności komponentów struktury plonu [27, 30, 31, 44]. Wielkość plonu gryki zależy bowiem od liczby roślin na jednostce powierzchni, liczby nasion na roślinie i masy 1000 nasion. Elementem struktury plonu podlegającym największym zmianom i decydującym o jego wielkości jest liczba orzeszków na roślinie [27]. O wielkości tej cechy decyduje w dużym stopniu przebieg warunków pogodowych w okresie wegetacji, nawożenie azotem, termin siewu oraz w mniejszym stopniu rozstawa. Zajac i in. [51] podają, że niezależnie od poziomu badanych czynników (terminu siewu, rozstawy rzędów) liczba nasion z powierzchni 1 m^2 wynosiła 5000 do 6000 przy gęstości $130 \text{ roślin} \cdot \text{m}^{-2}$. Autorzy ci uważają, że czynnikiem ograniczającym plonowanie gryki jest niewielka liczba orzeszków wytwarzana przez roślinę na powierzchni 1 m^2 .

Zajac i in. [52], biorąc pod uwagę bardzo dużą zmienność komponentów struktury plonu gryki w zależności od czynników agrotechnicznych, dokonali oceny indywidualnego wkładu elementów struktury plonu w kształtowanie zmienności całkowitej i regresyjnej w ujęciu procentowym (tab. 1).

Autorzy ci wskazują na małą przydatność komponentów struktury plonu gryki do predykcji jego wielkości ze względu na wysoką wartość czynnika losowego. Ich zdaniem konieczne wydaje się włączenie innych cech morfologicznych roślin i łanu. Zdecydowanie najwyższy udział w wyjaśnieniu zmienności całkowitej i resztowej przypadają na liczbę roślin (43–94%). Wkład pozostałych zmiennych, takich jak liczba orzeszków (6–50%) i masa 1000 orzeszków (0–42%), był wyraźnie niższy, wzajemnie porównywalny.

Gryka wytwarza silnie rozgałęzioną łodygę, co powoduje, że łatwo wylega. Żeleznów [54] proponował wprowadzenie do uprawy form jednołodygowych. Podobnie Kreft [18] i Ruszkowski [37], uwzględniając wymogi praktyki, uważają, że należy dążyć do formowania modelu rośliny jednopędowej, o możliwie obfitym ulistnieniu. Silne rozgałęzienie rośliny powoduje, iż większość składników pokarmowych jest wykorzystywana na rozwój wegetatywny, a tylko niewielka część produktów fotosyntezy przeznaczona jest dla tworzących nasion.

Gryka ma słabo rozwinięty system korzeniowy, dlatego optymalne stosunki wodne i dostępność składników pokarmowych w wierzchniej warstwie gleby w dużym stopniu decydują o wielkości plonu. Jedną z przyczyn stosunkowo słabego wykorzystania potencjału plonotwórczego tej rośliny jest bardzo wczesna indukcja starzenia się systemu korzeniowego i związana z tym obniżka zdolności korzeni do pobierania składników mineralnych [50]. W konsekwencji prowadzi to do spadku plonów. Podobnie przyczyną niskiej plenności gryki jest nieodpowiedni stosunek między powierzchnią liści a liczbą kwiatów, co prowadzi do braku substancji odżywczych dla pełnego wykształcenia wszystkich zawiązanych orzeszków [41]. Istnieje szereg sposobów, którymi można

Tabela 1. Cechy struktury plonu gryki w zależności od warunków glebowych [52]

Kompleks rolniczej przydatności gleb	Cechy struktury plonu														
	liczba roślin na 1 m ²		średnio		liczba orzeszków na roślinie		średnio		masa nasion z rośliny [g]		średnio		masa 1000 nasion [g]		
	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996	
Pszenny bardzo dobry	265	284	274	274	208	537	372	372	0,70	1,52	1,11	1,11	33,5	28,3	30,9
Pszenny dobry	277	279	278	278	253	436	344	344	0,83	1,23	1,03	1,03	32,8	28,2	30,5
Pszenny dobry	254	263	258	258	244	465	354	354	0,82	1,33	1,07	1,07	33,6	28,6	31,1
Żytni bardzo dobry	242	273	257	257	364	392	378	378	0,98	1,14	1,06	1,06	26,9	29,1	28,0
Pszenny wadliwy	222	282	252	252	135	386	260	260	0,42	1,09	0,75	0,75	31,1	28,2	29,6
Żytni dobry	247	295	271	271	211	405	308	308	0,69	1,16	0,92	0,92	32,7	28,6	30,6
Żytni słaby	256	273	264	264	95	108	101	101	0,23	0,25	0,24	0,24	24,2	23,1	23,6
Żytni bardzo słaby	271	271	271	271	102	129	115	115	0,28	0,32	0,30	0,30	27,4	24,8	26,1
NIR	45,5	r.n.	r.n.	r.n.	96,5	109,6	58,2	58,2	0,391	0,495	0,749	0,749	2,81	1,825	7,24

oddziaływać na wzrost powierzchni asymilacyjnej liści i lepszy rozwój systemu korzeniowego. W tym wypadku preferuje się rzadki siew w szerokiej rozstawie [10, 35]. W badaniach Wolińskiej [48] stwierdzono występowanie zależności pomiędzy powierzchnią asymilacyjną liści a plonem nasion. Przykładowo przy powierzchni asymilacyjnej liści $32000 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ plon nasion wynosił $2,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, a przy powierzchni asymilacyjnej liści $9000 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ tylko $0,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Dlatego też kontynuacja tego typu badań, dających możliwość prognozowania plonów gryki, powinna stanowić jeden z zasadniczych nurtów badawczych prowadzonych w przyszłości.

Wartość odżywcza gryki ma zasadnicze znaczenie. Współczesne zagadnienia badawcze w zakresie żywienia człowieka dotyczą przede wszystkim żywności funkcjonalnej, tzn. żywności zawierającej składniki odżywcze i nieodżywcze, wpływające selektywnie na wybrane funkcje organizmu człowieka w sposób pozytywny [13]. Orzeszki gryki są doskonałym surowcem do produkcji żywności funkcjonalnej. Zawierają cenne, biologicznie czynne składniki, takie jak: fitosterole czy flawonoidy – bardzo pożądane w żywności prozdrowotnej. To właśnie fitosterole prowadzą do spadku cholesterolu we krwi [16], a flawonoidy zapobiegają uwalnianiu się nadmiernej liczby wolnych rodników [11]. Najnowsze badania wskazują na obecność w orzeszkach gryki, dotąd niewykrytych następujących flawonoidów: rutyny, kwercytiny, witeksyny, izowiteksyny, orientyny i izoorientyny. Największą sumaryczną zawartością wymienionych flawonoidów charakteryzują się odmiany Kora i Hruszowska [11].

Zawartość białka ogólnego w orzeszkach gryki waha się od 10–15,5% w zależności od wielu czynników, z których najważniejsze to: warunki glebowo-klimatyczne [21], technologia uprawy, odmiana, nawożenie oraz terminy siewu i zbioru [51]. Pisulewska i in. [32] podają, że zawartość białka ogólnego w orzeszkach badanych odmian gryki była stosunkowo niska, chociaż nieco wyższa w odmianach najnowszych (Luba i Panda) w porównaniu z odmianą Hruszowska. Okazuje się, że wartość biologiczna białka w nasionach gryki jest wyższa od białka mięsa wieprzowego i nieznacznie niższa niż białka jaja kurzego. Białko gryki ma dobrze zbilansowany skład aminokwasowy. Zawartość lizyny w jej białku jest dwukrotnie wyższa niż w białku pszenicy. Białko gryki nie zawiera gliadyn, co potocznie nazywa się bezglutenowością [5]. Za cenne w tym zakresie badań należy uznać prace dotyczące oceny składu chemicznego i wartości odżywczej białka orzeszków polskich odmian gryki w świetle współczesnych kryteriów żywieniowych [32]. Wyniki tych badań wskazują na korzystny skład aminokwasowy białka krajowych odmian gryki (Luba, Panda i Hruszowska) oraz są zgodne z najnowszym wzorcem białka idealnego dla człowieka [25], w którym wartości większości aminokwasów limitujących, w tym leucyny, są niższe w porównaniu z rekomendacją FAO/WHO [11]. W porównaniu z tym wzorcem białko wszystkich badanych odmian gryki w pełni pokrywa zapotrzebowanie człowieka na aminokwasy niezbędne.

Analiza czynników siedliskowych i agrotechnicznych determinujących plonowanie

Czynniki siedliskowe

Plonowanie gryki jest zależne od wielu czynników siedliskowych [27]. Gryka jest uznawana za gatunek mało produktywny oraz zawodny w uprawie. Powodem braku stabilności plonowania gryki są jej właściwości genetyczne oraz wysoka wrażliwość na niekorzystny przebieg pogody w czasie wegetacji. Songin i Bury [43] podają, że różny przebieg pogody w okresie wegetacji w latach różnicował wielkość plonu orzeszków średnio o około 49%. Mimo to gryka jest rośliną uprawną o olbrzymim potencjale plonotwórczym wykorzystywanym tylko w niewielkim stopniu. Przy korzystnym układzie warunków meteorologicznych i racjonalnej uprawie możliwe są plony nasion $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ [46]. W praktyce uzyskuje się plony wielkości od $0,5$ do $1,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, rzadko $2,0$ do $2,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ [27]. Obfitość kwitnienia i tworzenie nasion zależy od poprawności agrotechniki i właściwości odmianowych. Uzyskiwanie niskich plonów gryki często jest wynikiem błędów agrotechnicznych, ale także spowodowane jest dużą zmiennością wewnątrzgatunkową oraz uzależnieniem wielkości plonu od warunków siedliskowych.

Powszechnie uważa się, że gryka należy do roślin dobrze plonujących na glebach lekkich, mniej zasobnych w składniki pokarmowe, a nawet lekko kwaśnych [26, 27]. Gryka może stanowić ekologiczne cenne uzupełnienie płodozmianu na glebach kompleksu żytniego dobrego i słabego, ze względu na jej właściwości fitosanitarne. Jednak uprawa gryki na glebach kompleksów żytniego słabego i bardzo słabego jest ryzykowna, ponieważ niedobór wody w okresie kwitnienia może być czynnikiem ograniczającym wielkość plonu. Wyniki badań Szczukowskiego i in. [46] wskazują na możliwość uzyskiwania wysokiego poziomu plonowania orzeszków gryki na glebach żyznych w wysokiej kulturze o uregulowanych stosunkach wodno-powietrznych, tj. pH $5,6-7,2$, i na odpowiednim stanowisku [10, 21]. Ekonomicznie jednak bardziej uzasadniona jest uprawa gryki na glebach kompleksów żytniego bardzo dobrego, żytniego dobrego i żytniego słabego. Z rezultatów badań Podolskiej i Pecio [33] nad plonowaniem, strukturą plonu i budową łąnu w zależności od warunków glebowych wynika, że zarówno cechy struktury plonu, jak i architektura łąnu kształtowane były przez warunki glebowe (tab. 2).

Gryka plonowała najwyżej na glebach zaliczanych do kompleksów: pszennego bardzo dobrego, pszennego dobrego, żytniego bardzo dobrego, żytniego dobrego. Mniejsze plony uzyskano na glebie kompleksu pszennego wadliwego, najmniejszy zaś na glebie kompleksu żytniego słabego i bardzo słabego. Średnie wyniki badań wskazują, że warunki glebowe nie miały wpływu na liczbę roślin na jednostce powierzchni, różnicowały natomiast liczbę orzeszków na roślinie, masę nasion z rośliny oraz masę tysiąca nasion.

Tabela 2. Zależność plonu gryki w zależności od komponentów struktury plonu w ujęciu procentowym (analiza regresji wielokrotnej) [52]

Charakterystyka	Całość	Czynniki doświadczenia							
		Hruszowska	Kora	1994	1995	30N	60N	SW	SPR
R ²	0,478	0,721	0,479	0,382	0,670	0,550	0,652	0,635	0,586
F	24,427	32,733	11,646	6,603	29,718	15,496	23,744	25,496	12,253
b ₀	1,699	-0,043	0,808	1,446	1,042	0,917	0,292	-1,553	1,331
b ₁	0,002	0,006	0,002	0,001	0,003	0,003	0,006	0,006	0,006
b ₂	0,001	0,016	0,000	0,002	0,000	0,000	0,014	0,033	0,000
b ₃	-0,031	-0,006	0,001	-0,020	-0,011	-0,005	-0,015	0,030	-0,026
z ₁	77	61	94	41	93	90	60	42	81
z ₂	9	39	6	17	6	10	39	50	7
z ₃	14	0	0	42	1	0	1	8	12

SW – siew wąskorzędowy; SPR – siew pasowo-rzędowy; R² – współczynnik determinacji; F – test Fischera; b₀, b₁, b₂, b₃ – współczynniki regresji wielokrotnej; z₁, z₂, z₃ – % wyjaśnionej zmienności regresyjnej objaśniony przez daną zmienną niezależną x₁, x₂, x₃.

Czynniki agrotechniczne

Efekt produkcyjny zabiegów agrotechnicznych, takich jak nawożenie azotem, rozstawa rzędów, pielęgnacja chemiczna lub mechaniczna, jest ściśle uzależniona od warunków wegetacji, głównie od przebiegu pogody i jakości gleby. W Polsce prowadzone są liczne badania, których celem są próby przełamania barier niskiego plonowania gryki za pomocą modyfikacji sposobów uprawy [10, 36]. W badaniach dużo uwagi poświęca się zagadnieniom wpływu światła. Ilość dostępnego światła związana jest głównie z obsadą i sposobem rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni [30, 37]. Przy uwzględnieniu morfologicznego modelu rośliny i łanu gryki oraz jej plonowania w zależności od rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni stwierdzono, że sposób rozmieszczenia roślin odmiany Kora okazał się istotnym czynnikiem decydującym o plonie nasion. Zwiększenie rozstawy korzystnie wpływało na liczbę kwiatostanów i liczbę nasion.

Częstym błędem w praktyce rolniczej jest zbyt gęsty siew (ilość wysiewu – 60 kg · ha⁻¹). Gryka na ogół lepiej plonuje, jeśli jest wysiewana w rzędy o szerszej rozstawie (16 do 18 cm) przy równoczesnym zastosowaniu pielęgnacji międzyrzędzi i przy mniejszej ilości wysiewu (30 kg · ha⁻¹) [21]. Podolska i Pecio [33] wykazały, że zwiększenie rozstawy rzędów powodowało zmniejszenie się udziału roślin niskich na korzyść średnich i wysokich. Według Pecio [30], zbudowanie łanów symulowanych składających się z łanów o jednakowej wysokości umożliwiłoby istotnąwyżkę plonów gryki w zasadzie tylko z łanów składających się z roślin wysokich. W obiektach z najwyższym plonowaniem rzeczywistym (2 × 16 i 4 × 16 cm) wyżka plonu z wyso-

kich łanów symulowanych wyniosłaby odpowiednio 280 i 313%, co świadczy o dużej dominacji roślin wysokich nad średnimi i niskimi. Liszewski [21] szczególnie korzystną budowę łanu stwierdza przy rozstawie 16 cm i odległości w rzędzie 4 cm; w tym wypadku łan składał się w 43% z roślin wysokich i 33% roślin niskich. Również w tych warunkach uzyskano największy plon i największą przewagę roślin wysokich nad średnimi. Przy szerszej rozstawie rzędów stwierdza istotnie większą liczbę orzeszków, które stanowiły 44% ogólnej liczby gałązek pierwszego rzędu. Niezależnie od rozstawy najwyższe rośliny miały największy udział w tworzeniu plonu nasion, co związane było z największą produktywnością. Przy gęstości 300 roślin na m^2 , przy rozstawie 16 cm \times 2 cm, uzyskano 56,4 nasion na roślinie, czyli 6921 sztuk orzeszków na $1 m^2$. Kusiorska i in. [19] uzyskali większe wartości cech biometrycznych, takich jak liczba i masa orzeszków z rośliny oraz masa 1000 orzeszków, wysiewając grykę rzadko, tj, 200 orzeszków na m^2 . Songin i Bury [43], stosując dwie gęstości siewu (250 i 320 szt. $\cdot m^{-2}$), wskazują na duży wpływ na wielkość plonu terminu siewu przy mniejszym wpływie rozstawy rzędów.

Opóźnienie terminu siewu gryki łączyło się zawsze ze spadkiem plonu [10, 21, 35, 36] oraz niekorzystnymi zmianami w strukturze i architekturze łanu. Zmniejszenie plonu nasion w tym wypadku autorzy ci tłumaczą tym, że wcześniejszy siew przyspiesza kwitnienie i skraca okres rozwoju wegetatywnego, co wpływa na lepsze wykształcenie owoców. Przy wcześniejszym kwitnieniu zwiększa się liczba zapylonych kwiatów ze względu na większą w tym okresie aktywność owadów zapylających [21]. Wraz z opóźnieniem terminu siewu malała średnia liczba orzeszków na roślinie [36]. Natomiast Pecio i Wielgo [31] nie stwierdziły istotnej różnicy między wcześniejszymi terminami siewu a liczbą orzeszków. Późne terminy siewu od połowy czerwca do połowy lipca przyczyniały się do skrócenia okresu wegetacji, co jest zgodne z wynikami badań innych autorów [26, 42]. Wielu autorów [21, 31, 36, 40] wskazuje na zależność budowy roślin gryki od terminu siewu, z tym że ich wyniki nie są jednoznaczne. Shanhai i in. [40] stwierdzili, że opóźnienie terminu siewu powoduje zmniejszenie wysokości roślin, natomiast Pecio i Wielgo [31] dla odmiany Kora wykazały, że plon nasion z jednostki powierzchni był dodatnio skorelowany z produktywnością pojedynczej rośliny. Wyższe rośliny w łanie charakteryzowały się większą liczbą gałązek i kwiatostanów oraz wytwarzały większą liczbę i masę nasion, przy czym masa pojedynczego orzeszka nie była związana z wysokością roślin. Opóźnienie siewu powodowało zwiększenie udziału w plonie nasion roślin najwyższych, a zmniejszenie udziału roślin najniższych. Według Ruszkowskiego [37], opóźniony termin siewu wpływa na zmniejszenie liczby gałązek i kwiatostanów na roślinie, co przypisuje typowej reakcji fotoperiodycznej. Liszewski [21] zależność taką stwierdził na glebie kompleksu żytniego dobrego, natomiast na glebie lepszej, zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego, wpływ terminu siewu na te cechy biometryczne okazał się nieistotny.

Spośród składników pokarmowych największe znaczenie dla wzrostu plonu ma nawożenie azotem, z tym że wykorzystanie tego składnika zależy, między innymi, od właściwości odmiany gryki [36]. Rezultaty badań nad wpływem nawożenia na plonowanie gryki wykazały, że dobre zaopatrzenie roślin gryki w składniki pokarmowe powoduje zmiany w ich wzroście i rozwoju oraz liczbie gałązek, kwiatostanów i nasion na pojedynczej roślinie, a w rezultacie wpływa na plonowanie. Noworolnik [26] uważa, że w bardzo korzystnych warunkach pogodowych dodatni wpływ na plon nasion wywierała dawka N wynosząca $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, w mniej korzystnych – $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast w warunkach niekorzystnych wystarczająca okazała się dawka $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. W warunkach siedliska, szczególnie sprzyjających wegetacji, najwyższy plon nasion dawała gryka wysiewana w rozstawie 50 cm i stosowaniu pielęgnacji mechanicznej. W warunkach przeciętnych gryka plonowała podobnie, niezależnie od rozstawy rzędów i sposobu pielęgnacji.

Czynnikiem dodatkowo ograniczającym efektywność nawożenia azotem jest wyleganie. Na zagadnienia te zwracali już wcześniej uwagę Ruszkowski [35] i Warchołowa [47]. Winiarski i Głazewski [50], porównując skuteczność dwu sposobów nawożenia azotem gryki: doglebowo i dolistnie, stwierdzają, że efekty dokarmiania doglebowego były lepsze niż dolistnego. Dowodzi to, iż system korzeniowy gryki zachowuje w fazie kwitnienia i wykształcania nasion dostatecznie dużą zdolność do pobierania składników pokarmowych. Zmienia to w pewnym sensie dotychczasowy pogląd na system korzeniowy tej rośliny.

Okazuje się, że potrzeby pokarmowe gryki odnośnie azotu są niewielkie i na glebach zasobnych w ten składnik mogą być pokryte z naturalnej zasobności gleby, bez stosowania azotu w nawozach mineralnych. Podobnie dotyczy to także fosforu, który jest uruchamiany przez grykę z form mało przyswajalnych [3, 35]. Zając i in. [51] wskazują na znaczne zwiększanie zawartości azotu w częściach wegetatywnych, któremu nie towarzyszył podobny wzrost zawartości azotu w orzeszkach, co wyklucza znaczące poprawienie cech ilościowo-jakościowych plonu orzeszków gryki przez zwiększenie nawożenia azotem i potwierdza opinię o gryce jako roślinie ekstensywnej. Autorzy ci twierdzą, że zwiększenie nawożenia azotem w uprawie gryki prowadzi jedynie do zwiększenia plonu, głównie słomy, w następstwie czego łan wylega, a plon orzeszków bywa niewielki. Podobnie Kusiorska i in. [19] podają, że zwiększanie dawki azotu do $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ nie powoduje wyżki plonu nasion, a jedynie zwiększa plon słomy.

Na podstawie dotychczasowej wiedzy w zakresie hodowli, uprawy i możliwości wykorzystania gryki, wynikającej z różnorodnych prac naukowych i własnych doświadczeń, Adamus i Zając [1] – jako pierwsi – starali się ogarnąć całkowitą użyteczność gryki w postaci jednego wielokryterialnego modelu matematycznego AHP (Analityczny Proces Hierarchiczny). Na tej podstawie opracowali różne technologie uprawy gryki, przyjmując odpowiednie warianty uprawy. W modelu uwzględnili odmiany, przedplon, wielkość i rodzaj nawożenia, sposób siewu, termin siewu, rodzaj

pielęgnacji, rejon uprawy, kompleks glebowy. Do wdrożenia w praktyce proponują wariant technologii, w której uprawa gryki oparta jest na technologii pełnonakładowej, gdzie przedplonem są rośliny okopowe, nawożenie fosforem i potasem należy stosować według zasobności gleby, a nawożenie azotowe w ilości $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Siew jest realizowany wąskorzędowo, a ochrona roślin wykonana chemicznie.

Reakcja gryki na stosowane pestycydy

Chemiczne odchwaszczanie gryki jest dużym problemem, ponieważ jest ona bardzo wrażliwa na działanie herbicydów [28]. Jednakże jest ono konieczne, szczególnie na glebach o niskiej kulturze agrotechnicznej. Szybkie wschody gryki przy poziomym ustawieniu liści pozwalają jej nawet przy małym zagęszczeniu roślin ($100 \text{ szt.} \cdot \text{m}^{-2}$) na zupełne osłonięcie gleby i przytłumienie rozwijających się chwastów. Umożliwia to na glebach w lepszej kulturze ograniczenie lub całkowitą eliminację zabiegów pielęgnacyjnych w jej uprawach. Ponadto stwarza możliwość ograniczania, a nawet zrezygnowania ze stosowania pestycydów, poprzez wybór odpowiedniej technologii uprawy. Według Szczukowskiego i in. [46], badane odmiany gryki Kora, Hruszowska i Emka niekorzystnie reagowały na stosowane po siewie nasion herbicydy Racer 25 EC i Afalon 50 WP w dawce $1,25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Potwierdziło to spostrzeżenia spotykane w literaturze, że gryka jest bardzo wrażliwa na zastosowane herbicydy. Autorzy ci sugerują też obniżenie dawek stosowanych preparatów do $1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz bezwzględne przestrzeganie umieszczania orzeszków na głębokości 5 cm. Okazało się, że na glebie będącej w dobrej kulturze agrotechnicznej, przy korzystnych warunkach meteorologicznych w całym okresie wegetacji, można uzyskać wysoki plon orzeszków bez stosowania herbicydów.

Nowe badania wskazują na grykę jako roślinę wykazującą oddziaływanie allelopatyczne [7]. Mazurek i Wielgo [23] wykazali, że gryka istotnie ograniczała wzrost badanych gatunków chwastów i ich mieszanek, ale również podlegała silnym oddziaływaniom redukującym. Niekorzystne działanie chwastów na grykę zwiększało się już przy niewielkim opóźnieniu terminu siewu.

Jednym z mankamentów gryki jest osypywanie się wcześniej dojrzewających orzeszków [44]. Plon technologiczny nasion gryki zbierany kombajnem w latach badań był istotnie zróżnicowany i kształtował się średnio od $0,59 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ do $2,55 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Osypywanie się orzeszków w okresie wegetacji podczas zbioru kombajnem spowodowało straty nasion wynoszące średnio ok. 37%: z tego, do czasu zbioru osypało się z roślin ok. 23% nasion, a w trakcie zbioru kombajnem dalsze 14% orzeszków. Aufhammer i Kübler [3], badając całkowite straty nasion dla różnych odmian podczas wegetacji i zbioru, ocenili je na 40–60%.

Zwiększenie równomierności dojrzewania, ułatwienie zbioru oraz ograniczenie strat nasion niektórzy autorzy [8, 9, 44] przypisują stosowaniu dimetipinu, regulatora wzrostu pod nazwą handlową Harvade 25F. Szczukowski i in. [45] stwierdzili, że na

glebie kompleksu pszennego dobrego opryskiwanie odmian Kora i Hruszowska dało niespełna 3% wzrost plonu w porównaniu z kontrolą. Znacznie lepsze wyniki i korzystniejszy efekt stosowania Harvade 25F uzyskali Dietrych-Szóstak i in. [9], którzy w doświadczeniach mikroplotkowych stwierdzili wzrost plonu od 10 do 15%, a Ciesielski i in. [8] w doświadczeniu polowym uzyskali z roślin traktowanych tym pestycydem plon wyższy o 24% niż w obiekcie kontrolnym. W dostępnej literaturze nie-liczne są prace dotyczące stosowania Ergostimu (regulatora wzrostu) zalecanego w uprawie gryki celem skrócenia okresu wiązania nasion i ich dojrzewania. Biorąc pod uwagę praktyczne i ekonomiczne korzyści płynące ze stosowania regulatorów wzrostu, Bubicz i in. [5] wykazali, że zastosowany w uprawie gryki Ergostim spowodował w nasionach zmniejszenie zawartości białka ogólnego. Jednocześnie stwierdzony w badaniach wzrost zawartości aminokwasów egzogennych, tłuszczu i manganu oraz wpływ na metabolizm cukrów potwierdził możliwość stosowania Ergostimu w uprawie gryki jako biostymulanta niepowodującego negatywnych zmian w składzie chemicznym nasion.

Podsumowanie

Z przedstawionego przeglądu piśmiennictwa wynika, że nastąpił postęp w zakresie prac hodowlanych nad uprawą gryki. Przełamanie barier jej niskiego plonowania wydaje się być najbardziej uzależnione od genotypu oraz skomplikowanej i nie do końca poznanej biologii kwitnienia. Hodowla gryki powinna zmierzać do zawężenia zakresu zmienności okresu kwitnienia, który obecnie wynosi od 30 do 70 dni, oraz do zwiększenia odporności tej rośliny na osypywanie, celem ograniczenia strat plonu przy zbiorze. W pracach hodowlanych powinno się dążyć do uzyskania genotypów o bujnej biomacie przeznaczonych do uprawy w międzyplonach ścierniskowych oraz na zielony nawóz. Gryka jest bardzo wrażliwa na sezonową i losową zmienność warunków klimatycznych i silnie reaguje na czynniki ograniczające lub stymulujące prawidłowy wzrost, rozwój i plonowanie. Dlatego też istnieje duża potrzeba prac badawczych w zakresie prognozowania plonu. Podstawy fizjologii tego gatunku wymagają podjęcia szczegółowych i syntetycznych badań produktywności fotosyntetycznej. Badania systemu korzeniowego należałoby powiązać z pracami nad modelem morfologicznym tej rośliny. Widoczny jest duży postęp w zakresie wpływu czynników agrotechnicznych i siedliskowych warunkujących możliwość regulowania wielkości plonu. Liczne badania z tego zakresu, których celem są próby przełamania barier niskiego plonowania gryki za pomocą modyfikacji sposobów uprawy, dużo uwagi poświęcają zagadnieniom wpływu światła. Obsada i rozmieszczenie roślin na jednostce powierzchni okazuje się istotnym czynnikiem decydującym o plonie. Szczególnie korzystna budowa łanu wynika z udziału roślin wysokich i niskich przy ustalonej rozstawie rzędów i odległości w rzędzie wynoszących odpowiednio: 16 i 4 cm. Dla zmniejszenia

szenia naturalnej niestabilności plonowania gryki podstawowe znaczenie mają: staranna uprawa przedsiewna, siew w terminie optymalnym, dobór gleby, właściwe nawożenie mineralne i wapnowanie gleb kwaśnych. Lepszym sposobem nawożenia azotowego okazuje się nawożenie doglebowe w porównaniu z dolistnym. Zwiększenie równomierności dojrzewania i ułatwienia zbioru oraz ograniczenie strat nasion można osiągnąć przez stosowanie środków typu regulatorów wzrostu, co wyraża się w praktycznych i ekonomicznych korzyściach płynących z tego typu zabiegów. Ukierunkowanie prac badawczych w zakresie agrotechniki powinno zmierzać do opracowania wariantów technologii produkcji, ze szczególnym uwzględnieniem znajomości współdziałania zachodzącego pomiędzy zabiegami agrotechnicznymi, takimi jak: termin siewu, ilość wysiewu, nawożenie azotem, a warunkami siedliska – glebą i czynnikami pogodowymi.

Literatura

-
- [1] Adamus W., Zając T. 2001. Określenie całkowitej użyteczności gryki przy pomocy analitycznego procesu hierarchicznego. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, Sesja Nauk. 85: 53–66.
- [2] Alekseeva E.B., Pauseva Z.P. 1989. Genetica, selekcja i semenorodstvo grecichi. Kier „Wyższa Skola”: 12–15.
- [3] Aufhammer W., Kübler Z. 1991. Zur Anbauwürdigkeit von Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*) *Bodenkultur* 42(1): 31–43.
- [4] Bjoerkaman T. 1995. The effect of pollen load and pollen grain competition on fertilization success and progeny performance in *Fagopyrum esculentum*. *Euphytica* 83: 47–52.
- [5] Bubicz M., Majewski K., Baraniak B. 1997. Wpływ Ergostimu na skład chemiczny nasion gryki. W: *Hodowla uprawa i wykorzystanie gryki*. IUNG Puławy, 2–3 lipca 1996: 161–169.
- [6] Campbell C., Gubells Ł. 1978. Growing buckwheat. *Agriculture* 3: 17–28.
- [7] Ciarka D., Gawrońska S.W. 1995. Próby wykorzystania gryki w ochronie i walce z chwastami. Mat. Konf. Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii. Puławy 11–12 października: 33.
- [8] Ciesielski F. 1989. Harvade 25F regulator dojrzewania roślin nasiennych. *Hod. Rośl. Nasien.* 4: 36–39.
- [9] Dietrych-Szóstak D., Pawłowska J., Kostowska B., Sadowski J. 1994. Efekt zastosowania Harvade 25F w uprawie gryki. IX Krajowe Symp. Gryki. „Gryka roślina alternatywna”. Siedlce: 25–30.
- [10] Fatyga J. 1986. The influence of various technologies of buckwheat growing on the quantity and quality of yield. Proc. 3rd Intl. Symp. on Buckwheat, Puławy, Poland, Part. II.: 95–99.
- [11] FAO/WHO/Expert Cosultation. 1991. Protein Quality Evaluation. FAO/WHO Nutrition Meetings, Raport, Series 51– Food and Agricultura Organization Word Health Organization. Rome: 80 ss.

- [12] Fesenko N. N., Lokhmatova V.E. 1992. Method of selfing buckwheat. *Selektsja i semenovodstvo* 4–5: 10–11.
- [13] Fornal Ł. 1999. Chemizm nasion gryki i kierunki spożywczego wykorzystania. *Biul. Nauk.* 4: 7–19.
- [14] Hirose T. A., Lijhara H., Kitabayashi H., Miniami M. 1994. Interspecific cross-compatibility in *Fagopyrum* according to pollen tube growth. *Breeding Science* 44: 307–314.
- [15] Jawornik B., Eggum B., Kreft L. 1981. Studies on protein fractions and protein quality of buckwheat. *Genetica* 13(2): 115–121.
- [16] Kayashita J., Shimacha L., Nakajoh M. 1995. Hypocholesterolemic effect of buckwheat protein extract in rats fed cholesterol enriched diets. *Nut. Res.* 15(5): 691–698.
- [17] Komenda-Ronka J., Wyrzykowska M. 1994. Współzależność pomiędzy cechami morfologicznymi u gryki. IX Krajowe Sympozjum „Gryka roślina alternatywna”, Siedlce: 73–78.
- [18] Kreft J. 1985. Physiology of buckwheat yield. Proc. 3rd Inter. Buckwheat Symp. Puławy, I: 37–51.
- [19] Kusiorska K., Szczukowski S., Tworkowski J., Lewandowski D. 1991. Porównanie różnych technologii uprawy gryki na nasiona. VII Kraj. Symp. Gryki, Puławy: 55–66.
- [20] Lachmann S., Adachi T. 1992. Inheritance of photoperiod – induce flowering in common buckwheat. V Inter. Symp. Buckwhaeat. Taiyuan, China: 6–9.
- [21] Liszewski M. 1997. Zmienność rozwoju i wzrostu gryki pod wpływem terminu siewu i ilości wysiewu w zróżnicowanych warunkach glebowych. W: Hodowla, uprawa i wykorzystanie gryki. IUNG Puławy, Symp. Nauk.: 23–47.
- [22] Mazurek J. 1999. Biologia kwitnienia i owocowania gryki w zależności od nawożenia jej azotem. *Biul. Nauk.* 4: 19–27.
- [23] Mazurek J., Podolska G. 2001. Dynamika wschodów oraz plonowanie nowych odmian gryki w zależności od terminu siewu. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Sesja Nauk.* 85: 71–81.
- [24] Mazurek J., Wielgo B. 2001. Allelopatyczne oddziaływanie gryki z wybranymi gatunkami chwastów. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Sesja Nauk.* 85: 83–93.
- [25] Millward D.J. 1999. Meat or wheat for next millennium? *Proceedings of the Nutrition Society* 58: 249–260.
- [26] Noworolnik K. 1995. Nitrogen fertilization efficiency of buckwheat grown at in various soil conditions. *Cur. Adv. Buckwheat Research* II: 601–604.
- [27] Noworolnik K. 1999. Współdziałanie między różnymi czynnikami agrotechnicznymi w aspekcie plonowania gryki. *Biul. Nauk.* 4: 65–71.
- [28] Pawłowska J., Dietrych-Szóstak D., Kukuła S. 1999. Chemical weed control in buckwheat and its effect on yield. *Biul. Nauk. UWM w Olsztynie* 4: 92–99.
- [29] Pauseva Z. P., Doncova T.V. 1990. Varirivanie chazaistvocennykh priznakov grecichi. *Sel-Choz. Akad. Izvest. Timirazev* 6: 58–62.
- [30] Pecio A. 1997. Morfologiczny model rośliny i łanu gryki oraz jej plonowanie w zależności od rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni. W: Hodowla, uprawa i wykorzystanie gryki. IUNG Puławy, 2–3 lipca 1996: 63–81.
- [31] Pecio A., Wielgo B. 1999. Plonowanie oraz struktura rośliny i łanu gryki zależnie od terminu siewu. *Fragm. Agronom.* (XVI), 1: 5–17.
- [32] Pisulewska E., Szymczyk B., Zając T. 2001. Ocena składu chemicznego i wartości odżywczej białka orzeszków polskich odmian gryki w świetle współczesnych kryteriów żywieniowych. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, 392, Sesja Nauk. 85: 95–101.

- [33] Podolska G., Pecio A. 1999. Plonowanie, struktura plonu i budowa łaanu gryki w zależności od warunków glebowych. *Biul. Nauk.* 4: 71–83.
- [34] Rocznik Statystyczny 2001, GUS Warszawa.
- [35] Ruszkowski M., Żebrowski Z. 1986. The productivity of phomomorphic and heteromorphic buckwheat forms in various agrotechnical conditions. Proc. 3rd. Intr. Symp. on Buckwheat, Puławy, Poland, Part. II: 105–109.
- [36] Ruszkowski M., Noworolnik K. 1988. Wpływ różnych sposobów uprawy i nawożenia azotem na plonowanie gryki. IUNG Puławy, R(241): 5–18.
- [37] Ruszkowski M. 1993. Struktura plonu i architektura łaanu gryki przy różnym rozmieszczeniu roślin na jednostce powierzchni. Mat. Sem. Nauk. „Agrotechnika gryki i jej przetwórstwo”. Olsztyn: 30–35.
- [38] Samimy C. 1991. Barrier to interspecific crossing of *Fagopyrum esculentum* with *Fagopyrum tataricum*. Site of pollen tube arrest. II organogenesis from immature embryo of *F. tataricum*. *Euphytica* 54 : 215–219.
- [39] Samborska-Ciana A. 1999. Próba uzyskania form gryki o podwyższonej zdolności wiązania nasion po zapyleniach nietypowych metodą chemomutagenezy. *Biul. Nauk.* 4: 27–40.
- [40] Shanhai F., Yan Ch., Yougan Ma., Xiong Z., Zhizhong F. 1995. Effect of light and temperature on the Growth and development of T4 and Y2 buckwheat. *Cur. Adv. Buckwheat, Research II*: 569–575.
- [41] Stelak D., Andraszek W., Komenda J. 1978. Biologia kwitnienia i owocowania gryki (*Fagopyrum sagittatum* GILIB.). *Biul. Branż. Hod. Rośl.* 5–6: 20–21.
- [42] Songin H. 1999. Gryka. W: Szczegółowa Uprawa Roślin – praca zbiorowa pod redakcją Z. Jasińskiej i A. Koteckiego. Wyd. Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Wrocław: 297–303.
- [43] Songin H., Bury M. 1999. Rozwój i plonowanie gryki w zależności od terminu siewu, gęstości siewu i rozstawy rzędów na Pomorzu Zachodnim. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Sesja Nauk.* 85: 35–43.
- [44] Szczukowski S., Tworkowski J., Kwiatkowski J. 1994. Wpływ rozstawy rzędów, sposobu pielęgnacji oraz desykacji na plon i wartość siewną nasion gryki. *Fragm. Agron.* 3(43): 60–70.
- [45] Szczukowski S., Tworkowski J., Kwiatkowski J. 1997. Wpływ Harvade 25F na plonowanie i straty nasion gryki. W: Hodowla, uprawa i wykorzystanie gryki. IUNG Puławy, 2–3 lipca 1996: 121–131.
- [46] Szczukowski S., Tworkowski J., Kwiatkowski J. 1999. Plonowanie gryki na glebie kompleksu pszennego dobrego. *Biul. Nauk.* 4: 83–91.
- [47] Warchołowa M., Mroczkowski W., Kusio M. 1990. Reakcja gryki na różne dawki azotu, potasu i magnezu. I. Plon i skład mineralny. *Pam. Puł.* 96: 23–35.
- [48] Wolińska J. 1997. Otrzymywanie nowych form gryki. *Hodowla Rośl., Mat. I Krajowej Konf. Poznań*: 287–290.
- [49] Wolińska J., Wyrzykowska M., Ziemińska X. 2000. Odziedziczalność wybranych cech gryki. *Biul. Inst. Hod. i Aklimatyzacji Roślin* 216: 453–461.
- [50] Winiarski R., Głazewski S. 1997. Wpływ żywienia azotem na plon suchej masy i nasion gryki. W: Hodowla, uprawa i wykorzystanie gryki. IUNG Puławy, 2–3 lipca 1996: 103–113.
- [51] Zając T., Pisulewska E., Antoniewicz A., Siebuła D. 1997. Wielkość i struktura plonu oraz skład chemiczny orzeszków dwu odmian gryki w zależności od wybranych czynni-

ków agrotechnicznych. W: Hodowla, uprawa i wykorzystanie gryki. IUNG Puławy, 2–3 lipca 1996: 81–93.

- [52] Zając T., Witkowicz R., Pisulewska E. 1999. Indywidualny wkład komponentów struktury plonu gryki w kształtowanie plonu orzeszków. *Biul. Nauk.* 4: 55–64.
- [53] Zając T., Witkowicz R., Oleksy A. 2001. Plonowanie, skład chemiczny oraz dynamika wzrostu i kształtowanie się cech morfologicznych roślin gryki uprawianej jako międzyplon ścierniskowy. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Sesja Nauk.* 85: 5–13.
- [54] Żeleznov A.Y. 1976. Niektóre voprosy genetyki grečichi. „Naucznyje Trudy”, Moskwa: 5–8.
- [55] Zych J. 1994. Gryka. Synteza wyników doświadczeń odmianowych. 1980–1983, 1984, 670: 11.

Biological and environmental conditions for buckwheat cultivation in Poland

Key words: buckwheat, cultivation, biological and environmental conditions

Summary

The article presented some major achievements in buckwheat cultivation in Poland over the last twenty years. During this period a considerable progress in breeding works has been observed. It is very important because overcoming the barriers of low yielding depends on the genotype and a complicated biology of flowering. Buckwheat breeding should aim – among the other – at improving the plant resistance to spilling and better regularity of fruit ripening, thus limiting yield losses. Further studies should be directed towards developing a morphological model of the plant and predicting the yields. Knowledge of interaction between agrotechnical measures and environmental conditions in the regions of buckwheat cultivation should provide a basis to developing different variants of buckwheat breeding technology.