

POCZĄTKI UPRAWY ROŚLIN: GDZIE, KIEDY, JAK I DLACZEGO¹

The beginnings of plant cultivation: where, when, how and why

Krystyna WASYLIKOWA

Summary. The article presents the review of the oldest appearances of domesticated plants in the Near East, East Asia, Mesoamerica and South America. Examples of genetic studies on modern populations of wild progenitors of cultivated species are described in order to show their contribution to better understanding of the origin of domesticated taxa. Some hypotheses explaining causes of the rise of agriculture are discussed.

Key words: domesticated plants, origin, history, Neolithic, beginnings of agriculture, Near East, Far East, America

Prof. dr hab. Krystyna Wasylkowa, Instytut Botaniki im. W. Szafera, Polska Akademia Nauk, ul. Lubicz 46, 31–512 Kraków

WPROWADZENIE

Powstanie rolnictwa, które oznaczało przejście od czerpania z tego co przyroda sama ofiarowuje, do wytwarzania dóbr potrzebnych człowiekowi, było najdonioślejszym wydarzeniem w dziejach cywilizacji od czasów gdy ok. 1,5 mln lat temu człowiek nauczył się używać ognia. W historii rodzaju *Homo* i jego przodków, która liczy ponad 5 mln lat, zmiana ta dokonała się stosunkowo niedawno, bo dopiero między 11000 a 9000 lat temu. Pytanie w jaki sposób, gdzie, kiedy i dlaczego nastąpiło przejście od gospodarki przyswajającej do wytwórczej zadawano sobie od dawna, co znalazło odbicie w mitach różnych religii i tradycji kulturowych, a w rozważaniach naukowych przewijało się od starożytności. Rozmaitość wyłaniających się problemów sprawiła, że odpowiedzi na te pytania poszukiwano na gruncie różnych dziedzin nauk przyrodniczych i humanistycznych. Obecnie podstawowa rola w badaniach nad początkami rolnictwa przypada z jednej strony archeologii, która odkrywa pozostałości najstarszych

udomowionych roślin i zwierząt i określa ich kontekst kulturowy, z drugiej zaś odpowiednim działom botaniki i zoologii, dostarczającym kryteriów do oznaczenia wydobytych szczątków. Rekonstrukcję środowiska przyrodniczego w okresie formowania się podstaw nowej gospodarki, umożliwiając wszechstronne badania paleoekologiczne, wśród których szczególna rola przypada analizie pyłkowej. Liczne inne nauki, takie jak etnologia, lingwistyka czy antropologia, gromadzą informacje o kluczowym znaczeniu dla zrozumienia procesów powstania i rozwoju rolnictwa, a doskonalenie metod datowania bezwzględne umożliwi coraz precyzyjniejsze określanie wieku tych zjawisk. Trzeba jednak z naciskiem podkreślić często niedoceniany należyście fakt, iż dla wszystkich rozważań ogólnych podstawowe znaczenie mają bezpośrednie dowody obecności roślin i zwierząt udomowionych, jakimi są dobrze oznaczone, dokładnie datowane i powiązane z kontekstem archeologicznym szczątki tych organizmów, zachowane na stanowiskach archeologicznych.

¹ Artykuł jest poszerzoną wersją referatu wygłoszonego na posiedzeniu Komitetu Botaniki PAN w dniu 1 czerwca 1999 r.

Celem artykułu jest przedstawienie początków uprawy roślin na podstawie danych dostarczonych przez badania archeobotaniczne, pokazanie w jaki sposób informacje te są uzupełniane przez studia nad dziś istniejącymi gatunkami macierzystymi roślin uprawnych oraz omówienie niektórych teorii tłumaczących przyczyny powstania rolnictwa. Nie będzie natomiast rozważana kwestia kształtowania się nowych systemów gospodarczych. Pojawienie się uprawy roślin i chowu zwierząt nie było bowiem jednoznaczne z przejściem od gospodarki wyłącznie zbieracko-łowieckiej do gospodarki opartej wyłącznie na rolnictwie. Oba sposoby zdobywania pożywienia przez jakiś czas współistniały i uzupełniały się, a proces wypierania gospodarki przyswajającej przez wytwórczą przebiegał w rozmaitym tempie u różnych ludów i na różnych obszarach. Uchwycenie początkowego etapu tych procesów napotyka na znaczne trudności i pułapki, szczególnie tam, gdzie z natury występują gatunki macierzyste form uprawnych, ponieważ osobniki wykazujące cechy udomowienia mogły pojawiać się w niewielkim procencie w populacjach roślin dzikich. Z tego względu określenie gospodarczego znaczenia roślin udomowionych, znajdujących na najstarszych stanowiskach, uzależnione jest zarówno od ich liczebności w stosunku do roślin dzikich jak i od charakteru całego pozostałego inwentarza archeologicznego, co sprawia, że w dyskusjach dotyczących pierwszego pojawu roślin udomowionych możemy spotkać się z rozbieżnymi poglądami autorów co do statusu tychże roślin. Kwestie te wykraczają jednakże poza zagadnienia czysto przyrodnicze i poza ramy tego artykułu.

Wykorzystywanie roślin przez człowieka może przyjmować trzy główne formy. Zbieractwo polega na zbieraniu roślin dziko rosnących, które są przeznaczone do natychmiastowej konsumpcji, bądź gromadzone „na później”. Przechowywanie żywności wymaga pewnych umiejętności, takich jak wykonanie odpowiednich pojemników czy spichlerzy, umożliwiających zabezpieczenie pokarmu przed zepsuciem i zwierzętami. Zbieractwo może się łączyć z różnymi formami „pielęgnacji” lub ochrony

roślin użytecznych na ich naturalnych siedliskach. Np. w niektórych częściach Sahary ochrania się łąny dzikich traw przed wypasem, aż do czasu dojrzewania i zebrania ziarna, a aborygeni australijscy usuwają nieużyteczne rośliny zagłuszające zbierane przez nich gatunki. Uprawa roślin obejmuje zabiegi prowadzące do uzyskania plonu, a więc rozmnażanie i pielęgnowanie roślin. Może ona dotyczyć gatunków dzikich i udomowionych. O uprawie roślin dzikich mówimy wtedy, gdy człowiek wysiewa nasiona zebrane z populacji dziko rosnących albo rozmnaża je wegetatywnie przez wysadzanie bulw i kłączy; możliwe jest także przesadzanie całych roślin ze stanowisk naturalnych na jakieś specjalne miejsca. Uprawa taka może, lecz nie musi, prowadzić do udomowienia. O udomowieniu (czyli domestykacji) mówimy wtedy, gdy następuje przekształcenie gatunku dzikiego w uprawny, czyli gatunku, który samorzutnie się rozmnaża i trwa w przyrodzie, w gatunek, którego pełny cykl życiowy nie może przebiegać bez pomocy człowieka. Udomowienie wiąże się z dziedzicznymi zmianami w morfologii, anatomii i fizjologii gatunku. Spośród wszystkich nowych właściwości, które rozwijają się u gatunków udomowionych, w materiałach kopalnych, stosując rutynowe metody oznaczania, rozpoznać można tylko niektóre cechy morfologiczne i anatomiczne. Wprowadzane ostatnio analizy biochemiczne (np. zawartość tłuszczowców) i badania molekularne (DNA kopalnych okazów) rodzą nadzieje na uściślenie oznaczeń w przyszłości.

Dużą trudność w porównywaniu informacji dotyczących początków rolnictwa na świecie sprawia chaos w cytowaniu datowań. W literaturze poświęconej historii roślin uprawnych funkcjonują trzy sposoby podawania wieku szczątków i stanowisk archeologicznych: 1. lata radiowęglowe niekalibrowane przed czasem obecnym, czyli przed 1950 r. (oznaczone BP lub bp); 2. lata radiowęglowe niekalibrowane przed Chr. (oznaczone bc lub BC); 3. lata kalibrowane, czyli lata radiowęglowe przeliczone odpowiednimi metodami na lata kalendarzowe (oznaczone zwykle BC i AD). Drugi z wymienionych tu sposobów jest błędny i należy go unikać. Zaczęto się nim posługiwać w początkowym okresie

stosowania metody ^{14}C do datowania, aby przybliżyć lata radiowęglowe do kalendarzowej skali czasu. W tym celu, od podanego przez laboratorium radiowęglowe wieku odejmowano 1950 i otrzymany wynik uznawano za lata kalendarzowe. Dzisiaj wiadomo, że lata radiowęglowe w różnych odcinkach holocenu w różnym stopniu odbiegają od kalendarzowych i przejście od dat opartych na węglu radioaktywnym do dat wyrażonych w latach kalendarzowych przed i po Chr. wymaga kalibrowania dat radiowęglowych za pomocą specjalnych metod, opartych na dendrochronologii lub na analizie rocznie laminowanych osadów jeziornych. Dla ułatwienia porównania wieku omawianych wydarzeń, w artykule posłużono się radiowęglowymi datami niekalibrowanymi podając je w latach przed czasem obecnym (bp).

NAJSTARSZE OŚRODKI UPRAWY ROŚLIN NA ŚWIECIE

AZJA POŁUDNIOWO-ZACHODNIA

Liczne i dobrze udokumentowane materiały dotyczące początków udomowienia roślin znane są z Azji południowo-zachodniej, skąd pochodzą najstarsze gatunki uprawne Europy. Centrum ich powstania leżało na terenie tzw. Żyznego Półksiężycza, który rozciąga się łukiem od południowego Iranu w kierunku północno-zachodnim, wzdłuż gór Zagros i Antytaurus, i skręca ku południowi wzdłuż wybrzeży Morza Śródziemnego. Na tym obszarze, na stanowiskach archeologicznych datowanych na okres między 11 000 a 8 000 lat temu i zaliczanych do neolitu przedceramicznego, pojawiły się pierwsze rośliny uprawne (Tab. 1). Należały do nich pszenica płaskurka (*Triticum turgidum* subsp. *dicocum*), pszenica samopsza (*Triticum monococcum* subsp. *monococcum*), jęczmień zwyczajny (*Hordeum vulgare* subsp. *vulgare*) i dwurzędowy (*Hordeum vulgare* subsp. *distichum*), wyka soczewicowata (*Vicia ervilia*), groch zwyczajny (*Pisum sativum*), ciecierzycza pospolita (*Cicer arietinum*), soczewica jadalna (*Lens culinaris*) i len zwyczajny (*Linum usitatissimum*). Ich udomowienie dokonało się w wyniku bezpośrednie-

go wzięcia w uprawę macierzystych form dzikich (Tab. 2), które jeszcze obecnie występują na terenie Żyznego Półksiężycza. W okresie bezpośrednio poprzedzającym powstanie rolnictwa, zasięgi tych dzikich form wyjściowych obejmowały prawdopodobnie strefę luźnych lasów dębowych i stepu parkowego, które rozprzestrzeniły się w zachodniej części Żyznego Półksiężycza u schyłku ostatniego zlodowacenia, około 11 000 lat temu. Rozmieszczenie najstarszych osiedli zawierających szczątki wymienionych gatunków w znacznym stopniu pokrywa się z zasięgami występowania ich dzikich przodków (Ryc. 1).

Cały ten komplet roślin uprawnych (określanych w literaturze anglojęzycznej jako *founder crops*) rozprzestrzenił się z centrum bliskowschodniego w kierunku zachodnim, przez Półwysep Bałkański do Europy środkowej i zachodniej, północnym do Armenii, Gruzji i Turkmenistanu oraz południowo-zachodnim do Egiptu (Ryc. 2).

Z południowo-zachodniej Azji wywodzą się także inne zboża, które pojawiły się na stanowiskach archeologicznych dość wcześnie, ale ważną rolę w rozwoju rolnictwa europejskiego odegrały dopiero w okresach późniejszych. Są to dwie formy pszenicy nagiej, a mianowicie pszenica twarda (*Triticum turgidum* subsp. *durum*, syn. *T. durum*) i zwyczajna (*Triticum aestivum* subsp. *vulgare*, syn. *T. aestivum*, *T. vulgare*) oraz oplewiona pszenica orkisz (*T. aestivum* subsp. *spelta*, syn. *T. spelta*) i żyto zwyczajne *Secale cereale* subsp. *cereale*. Swoim pochodzeniem zboża te różnią się od gatunków należących do podstawowego kompleksu bliskowschodniego tym, że nie mają bezpośrednich dzikich form macierzystych. Pszenice te wytworzyły się w wyniku mutacji lub krzyżówek, a żyto jest wtórną rośliną uprawną.

Z badań genetycznych wiadomo, że pszenica twarda powstała z udomowionej pszenicy płaskurki *T. turgidum* subsp. *dicocum* w wyniku mutacji (Ryc. 3). Musiało to nastąpić gdzieś w obrębie zasięgu uprawy płaskurki. Już od ok. 9000 bp, wśród dominujących szczątków pszenic oplewionych (czyli niewymłacających się), pojawiały się w obrębie Żyznego Półksiężycza

Tabela 1. Stanowiska roślin uprawnych i prawdopodobnie uprawnych (*) w południowo-zachodniej Azji starsze od 8000 lat bp. Numery stanowisk odpowiadają numerom na Ryc. 1. 1-13 taksony roślin: 1. *Triticum monococcum* subsp. *monococcum*, 2. *T. turgidum* subsp. *dicoccum*, 3. *T. turgidum* subsp. *durum* i (and) *durum/aestivum* (?), 4. *T. aestivum* subsp. *vulgare*, 5. *Hordeum vulgare* convar. *distichon* i (and) *spontaneum/distichon* (?), 6. *H. vulgare* convar. *vulgare* nagi (naked), 7. *H. vulgare* convar. *vulgare* oplewiony (hulled) i (and) *H. sp.* oplewiony (hulled), 8. *Secale cereale* subsp. *cereale* i (and) subsp. *cereale/segetale* (?), 9. *Lens culinaris* i (and) *L. sp.*(*) 10. *Pisum sativum* i (and) *P. sp.* (*), 11. *Vicia ervilia*, 12. *Cicer arietinum* i (and) *C. sp.*, 13. *Linum usitatissimum* i (and) *L. sp.*

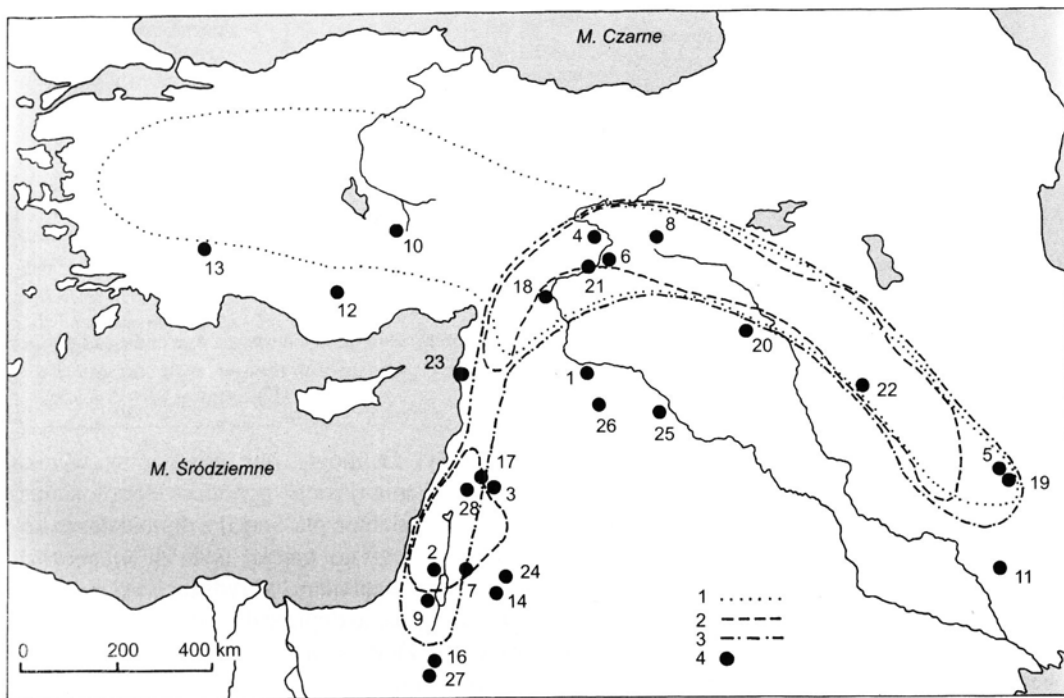
Table 1. Localities of cultivated and possibly cultivated (*) plants in South-West Asia, older than 8000 years bp. Site numbers correspond to Fig. 1. 1–13 – plant taxa.

Stanowisko i autorzy <i>Site and authors</i>	Wiek bp <i>Age bp</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Abu Hureyra, Syria [22,51]	10600–10400 9500–8500	+	+		+		+	+	+					
2. Jerycho, Izrael [51]	10000–9300 9300–8500	+	+			+				+	+		+	
3. Tell Aswad I Tell Aswad II, Syria [42]	9730–9270 8875–8540	+	+	+?		+?	+			+*	+?	+		+
4. Cafer Höyük XIII-X Cafer Höyük IX-VI, Turcja [39]	9400–9000 9000–8400	+	+							+*	+*	+		
5. Ganj Dareh E Ganj Dareh D-A, Iran [47]	> 9500 9300–8600					+								
6. Nevali Çori, Turcja [28];	9200	+	+					+		+*	+*			
7. Ain Ghazal, Jordania [51]	9200–8000		+			+				+	+*		+	+*
8. Cayönü I, Turcja [45]	9200–8700	+	+							+*	+*	+	+*	
9. Nahal Hemar 3 & 4, Izrael [24]	9100–8200		+			+?				+				
10. Asikli Höyük, Turcja [46]	8900–8500	+	+	+		+	+			+	+?	+		
11. Ali Kosh BM, Iran [18]	8800–8000	+	+				+							
12. Can Hasan III, Turcja [21]	8800–8000	+	+	+	+	+	+		+?	+*		+		
13. Hacilar, Turcja [19]	8900–8500		+				+			+				
14. Jilat 7, Jordania [28]	8800–8500	+	+	+?				+		+*		+?		
15. Yiftah'el, Izrael [28]	8800									+*		+		
16. Beidha, Jordania [28]	8750		+					+						
17. Ghoraié I Ghoraié II, Syria [42]	8710–8400 8150		+			+?				+*	+*	+	+	+
18. Halula, Syria [38]	8700–8000		+	+?		+				+?	+?	+		+*
19. Abdul Hosein, Iran [39]	8700–7500		+			+				+*				
20. Magzalia, Irak [28]	8600–8000	+	+	+?				+		+*				
21. Gritille, Turcja [39]	8500–7700		+			+				+*		+		
22. Jarmo, Irak [51]	8500	+	+			+				+*	+*			
23. Ras Sharma V, Syria [43]	8500–8000		+			+				+	+*			+

Tabela I. c.d.

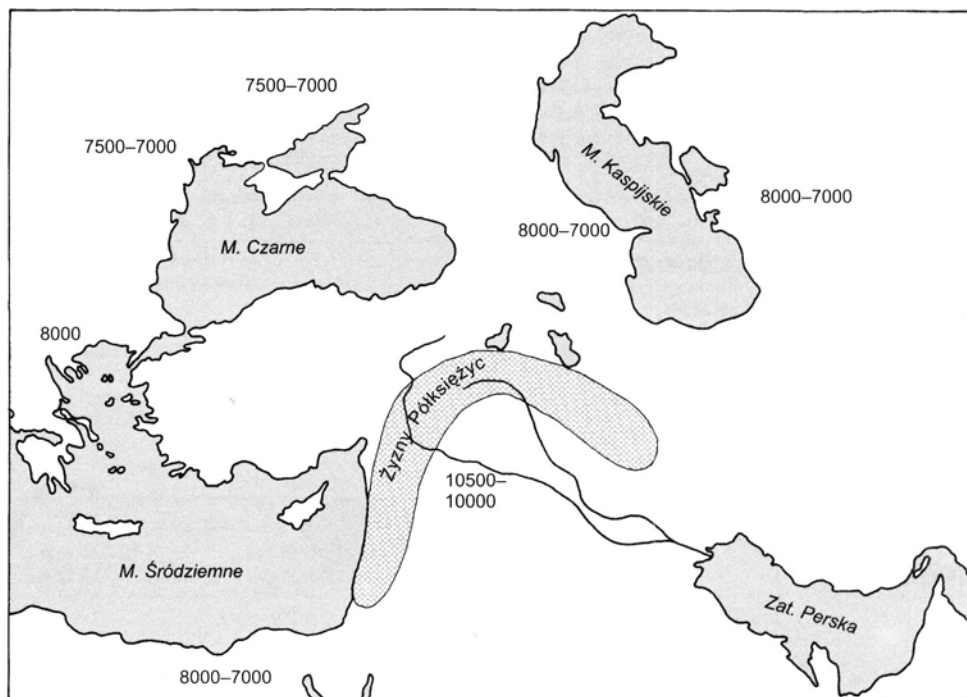
Table 1. continued

Stanowisko i autorzy Site and authors	Wiek bp Age bp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
24. Azraq 31, Jordania [28]	8350			+?				+						
25. Tell Bouqras, Syria [48]	8350–7850	+	+	+?		+	+			+	+			
26. El Kowm A, Syria [41]	8300–8100		+	+?		+	+	+		+*	+*			
27. Basta, Jordania [28]	8200		+					+			+*			
28. Tell Ramad I, Syria [42]	8210–8090	+	+	+?		+	+			+*	+?	+		+



Ryc. 1. Stanowiska archeologiczne starsze niż 8000 lat bp, na których znaleziono jeden lub więcej gatunków zbóż wchodzących w skład podstawowego kompleksu bliskowschodnich roślin uprawnych (*Triticum monococcum* subsp. *monococcum*, *T. turgidum* subsp. *dicoccum*, *Hordeum vulgare* subsp. *distichon* i subsp. *vulgare*, formy nagie lub oplewione), na te dzisiejszych zasięgów masowego występowania ich dzikich przodków. 1 – dzika samopsza *Triticum monococcum* subsp. *boeoticum*, 2 – dzika pszaskurka *T. turgidum* subsp. *dicoccoides*, 3 – dziki jęczmień *Hordeum vulgare* subsp. *spontaneum*, 4 – stanowiska archeologiczne, numery wg Tabeli 1 (wg [28], zmienione).

Fig. 1. Archaeological sites older than 8000 years bp, where one or more cereal species of the Near Eastern founder crops were found (*Triticum monococcum* subsp. *monococcum*, *T. turgidum* subsp. *dicoccum*, *Hordeum vulgare* subsp. *distichon* and subsp. *vulgare*, naked and hulled forms) and the present day ranges of distribution of their wild progenitors. 1 – wild einkorn *Triticum monococcum* subsp. *boeoticum*, 2 – wild emmer *T. turgidum* subsp. *dicoccoides*, 3 – wild barley *Hordeum vulgare* subsp. *spontaneum*, 4 – archaeological sites, numbers according to Table 1 (after [28], modified).



Ryc. 2. Rozprzestrzenianie się rolnictwa z obszaru Żywnego Półksiężycza na podstawie neolitycznych znalezisk pszenic oplewionych. Wiek najstarszych stanowisk w latach bp (wg [28], zmienione).

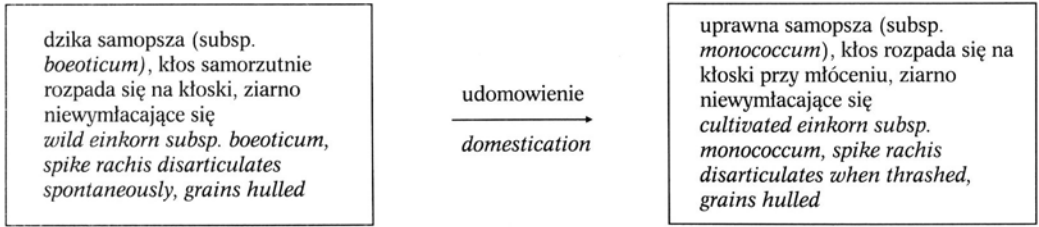
Fig. 2. The spread of agriculture from the Fertile Crescent based on Neolithic sites of hulled wheats. Age of the earliest sites in years bp (after [28], modified).

nieliczne ziarniaki pszenicy nagiej (wymłacającej się), opisywane jako *durum* lub *aestivum*, ze względu na trudności w oznaczeniu gatunku na podstawie samych ziarniaków, przy braku osadek kłosa. W większości przypadków należały one prawdopodobnie do pszenicy twardej, przystosowanej do klimatu śródziemnomorskiego. Niewielki początkowo udział pszenicy twardej w znaleziskach bliskowschodnich zwiększył się w późniejszych fazach neolitu i w epoce brązu. W Grecji gatunek ten pojawił się już ok. 7000 bp, a później występował na wielu wczesneolitycznych stanowiskach w obszarze śródziemnomorskim [51]. Na północ od Alp pszenica twarda pojawiała się rzadko (por. [2]).

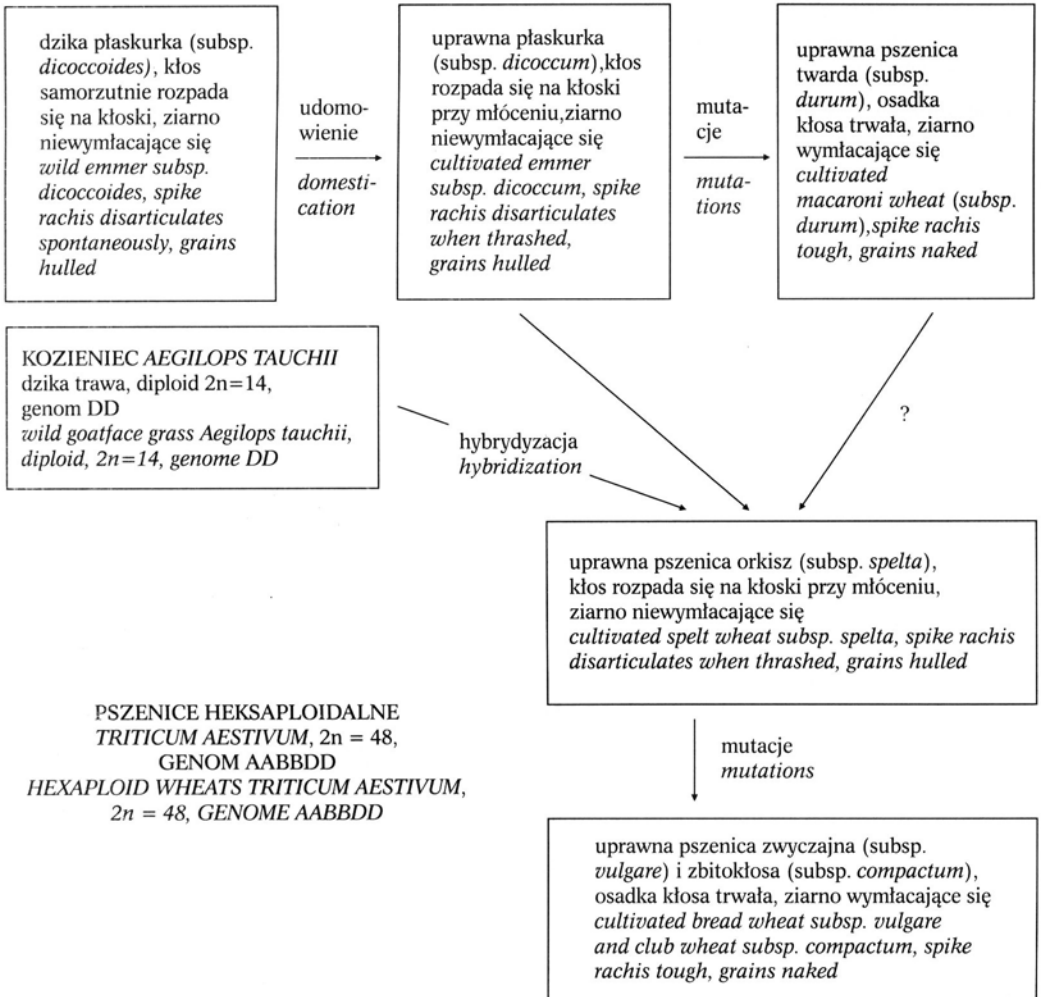
Naga pszenica zwyczajna, obecnie najszerzej na świecie uprawiany gatunek pszenicy, oraz oplewiona pszenica orkisz są gatunkami heksaploidalnymi. Badania eksperymentalne

pokazały, że mogły one powstać w wyniku skrzyżowania jakiejś pszenicy tetraploidalnej (prawdopodobnie płaskurki) z diploidalnym kozięncem *Aegilops tauchii* (syn. *A. squarrosa*), przy czym rezultatem hybrydyzacji był najpierw orkisz, a z niego dopiero drogą mutacji powstała pszenica zwyczajna (Ryc. 3). Zasięg naturalnych stanowisk *A. tauchii* rozciąga się od zachodniego pobrzeża M. Kaspijskiego, przez północny Iran i Afganistan do środkowej Azji. Zetknięcie się zasięgów kozięńca i uprawnej pszenicy tetraploidalnej (prawdopodobnie płaskurki), prowadzące w efekcie do powstania mieszańców, mogło nastąpić w zachodniej części tego obszaru. Nie wiemy dokładnie kiedy do tego doszło, ale w każdym razie wcześniej aniżeli ok. 9000 lat temu, ponieważ najstarsze dobrze udokumentowane szczątki pszenicy zwyczajnej *Triticum aestivum* subsp. *vulgare* są da-

PSZENICE DIPLOIDALNE *TRITICUM MONOCOCCUM* $2n = 14$, GENOM AA
 DIPLOID WHEATS *TRITICUM MONOCOCCUM* $2n = 14$, GENOME AA



PSZENICE TETRAPLOIDALNE *TRITICUM TURGIDUM* $2n = 28$, GENOM AABB
 TETRAPLOID WHEATS *TRITICUM TURGIDUM* $2n = 28$, GENOME AABB



Ryc. 3. Pochodzenie uprawnych gatunków pszenic znajdujących na stanowiskach archeologicznych (wg [51], zmienione).

Fig. 3. The origin of cultivated species of wheats present in archaeological sites (after [51], modified).

Tabela 2. Najstarsze rośliny uprawne z Bliskiego Wschodu (tzw. *founder crops*) i ich dzikie formy macierzyste [50]. W nawiasach podano niektóre synonimy często spotykane w literaturze archeobotanicznej.

Table 2. Founder crops from the Near East and their wild progenitors [50]. Synonyms often used in archaeobotanical publications are given in parentheses.

Roślina uprawna <i>Domesticated plant</i>	Dzika forma macierzysta <i>Wild progenitor</i>
<i>Triticum turgidum</i> subsp. <i>dicoccum</i> (<i>T. dicoccon</i> , <i>T. dicoccum</i>), pszenica płaskurka – <i>emmer wheat</i>	<i>Triticum turgidum</i> subsp. <i>dicoccoides</i> (<i>T. dicoccoides</i>), dzika pszenica płaskurka – <i>wild emmer wheat</i>
<i>Triticum monococcum</i> subsp. <i>monococcum</i> (<i>T. monococcum</i>), pszenica samopsza – <i>einkorn wheat</i>	<i>Triticum monococcum</i> subsp. <i>boeoticum</i> (<i>T. boeoticum</i>), dzika pszenica samopsza – <i>wild einkorn wheat</i>
<i>Hordeum vulgare</i> subsp. <i>distichon</i> (<i>H. distichon</i> , <i>H. distichum</i>) & <i>H. v.</i> subsp. <i>vulgare</i> (<i>H. vulgare</i>), jęczmień dwurzędowy i zwyczajny – <i>two-rowed and six-rowed barley</i>	<i>Hordeum vulgare</i> subsp. <i>spontaneum</i> (<i>H. spontaneum</i>), dziki jęczmień – <i>wild barley</i>
<i>Pisum sativum</i> subsp. <i>sativum</i> (<i>P. sativum</i>), groch zwyczajny – <i>pea</i>	<i>Pisum sativum</i> subsp. <i>humile</i> (<i>P. humile</i>), dziki groch – <i>wild pea</i>
<i>Lens culinaris</i> (<i>L. esculenta</i>), soczewica jadalna – <i>lentil</i>	<i>Lens culinaris</i> subsp. <i>orientalis</i> (<i>L. orientalis</i>), dzika soczewica – <i>wild lentil</i>
<i>Cicer arietinum</i> , ciecierzycza pospolita – <i>chickpea</i>	<i>Cicer arietinum</i> subsp. <i>reticulatum</i> (<i>C. reticulatum</i>), dzika ciecierzycza – <i>wild chickpea</i>
<i>Vicia ervilia</i> , wyka soczewicowata – <i>bitter vetch</i>	<i>Vicia ervilia</i> , dzikie formy wyki soczewicowatej – <i>wild forms of bitter vetch</i>
<i>Linum usitatissimum</i> , len zwyczajny – <i>flax</i>	<i>Linum usitatissimum</i> subsp. <i>bienne</i> (<i>L. bienne</i>), dziki len – <i>wild flax</i>

towane na 8800–8000 bp (stanowisko Can Hasan III w Turcji). Orkisz znaleziono dotychczas tylko na stanowiskach nieco młodszych, wieku ok. 6600 bp w Gruzji (Arukhló 1) i ok. 6700 bp w Mołdawii (Sakharovka). Również w Europie środkowej i zachodniej pszenica zwyczajna znana jest ze stanowisk nieco wcześniejszych aniżeli orkisz. Na stanowiskach kultury ceramiki wstęgowej rytu (od ok. 7000 bp) występowała jedynie jako nieznaczna domieszka pszenic oplewionych, natomiast na stanowiskach kultury rössenńskiej w Niemczech, Belgii i Holandii (7000–6000 bp) udział jej zwiększył się do tego stopnia, że niewątpliwie w niektórych rejonach musiała być już wtedy uprawiana jako samodzielne zboże. Wzrost znaczenia pszenicy zwyczajnej w Europie datuje się od ok. 4000 bp [51].

Do zbiorowego gatunku *Secale cereale* zalicza się obecnie formy uprawne (subsp. *cereale*, syn. *S. cereale*), liczne roczne formy żyta-chwastu (subsp. *segetale*, syn. *S. segetale*) i dziką for-

mę roczną subsp. *vavilovii* (syn. *S. vavilovii*), która rośnie we wschodniej Anatolii. Z tej dzikiej formy, w rezultacie krzyżówek z wieloletnim gatunkiem zbiorowym *S. montanum*, wytworzyły się rozmaite formy żyta-chwastu, a dopiero z nich, jako wtórna roślina uprawna, powstało żyto zwyczajne. Podgatunek *segetale*, podobnie jak żyto uprawne, ma trwałą osadkę kłosa. Najstarsze znalezisko żyta o trwałej osadce kłosa pochodzi ze stanowiska neolitycznego Can Hasan III w Turcji, z poziomu datowanego na 8600 bp, ale nie da się rozstrzygnąć czy było to zboże już wtedy uprawiane celowo, czy chwast. Najstarsze dowody uprawy żyta na Bliskim Wschodzie znane są z centralnej Anatolii z epoki brązu. Z Bliskiego Wschodu żyto dotarło do Europy w epoce neolitu, prawdopodobnie jako chwast w zasiewach pszenicy i jęczmienia. Najwcześniejsze, nieliczne jeszcze ślady samodzielnej uprawy żyta w Europie można wiązać z okresem halsztackim i lateńskim, rozprze-

strzeniecie się upraw datuje się od okresu rzymskiego, a wyraźny wzrost gospodarczego znaczenia tego zboża nastąpił we wczesnym średniowieczu [1]. W różnych regionach Europy uprawa żyta mogła rozwinąć się niezależnie, z występującego lokalnie żyta-chwastu, ale mogły też mieć miejsce importy dobrze wykształconych odmian uprawnych z obszarów, gdzie było ono już wcześniej wysiewane jako samodzielne zboże.

AZJA WSCHODNIA

Dostępne informacje o początkach udomowienia roślin w wschodniej Azji są dość skąpe i niepewne. Wprawdzie każdy rok przynosi nowe materiały roślinne ujawniane w toku eksploatacji archeologicznych, ale słaba dokumentacja botaniczna (lub jej brak) często uniemożliwia ocenę poprawności oznaczeń gatunkowych, a mała liczba datowań bezwzględnych i ich nieprecyzyjne cytowanie (te same daty bywają podawane przez różnych autorów jako kalibrowane, niekalibrowane, bp, BC) utrudniają zorientowanie się w wieku szczątków. Obecny stan badań wskazuje na to, że do najstarszych roślin uprawnych we wschodniej Azji należały trzy gatunki zbóż – proso *Panicum miliaceum*, ber *Setaria italica* subsp. *italica* i ryż *Oryza sativa* – oraz jakaś forma kapusty (*Brassica campestris* s.l.), określana w publikacjach jako kapusta chińska. Większość danych archeobotanicznych dotyczących najwcześniejszego rolnictwa pochodzi z Chin [7].

W pradziejach Chin wyróżnia się dwa ośrodki rozwoju kulturowego ludów zbieracko-łowicko-rybackich na początku postglacjalu, a mianowicie Chiny północne i południowe, na bazie których wytworzyły się później dwa centra rolnicze. Na ogół przyjmuje się, że na północy najstarsze rolnictwo opierało się na prosie i berze, na południu zaś na ryżu [8], ale najnowsze odkrycia nieco podważają zasadność opinii o wyraźnej odrębności tych ośrodków rolniczych [6].

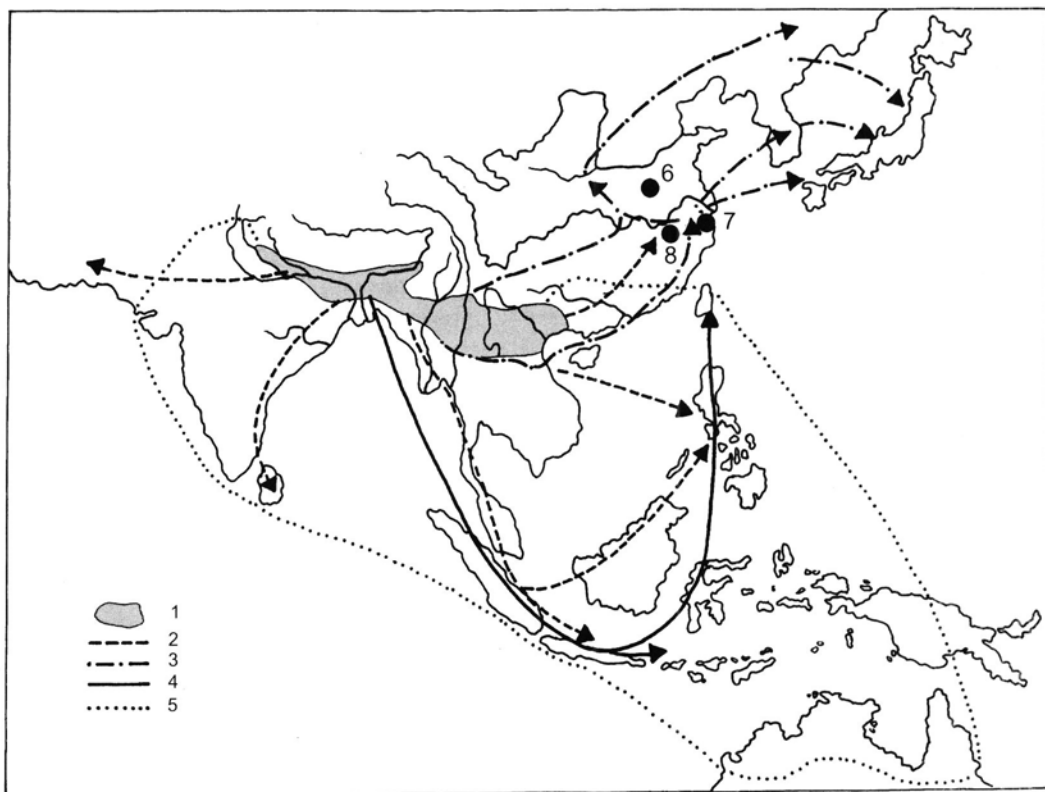
Najstarsze dowody występowania roślin udomowionych pochodzą z Chin północnych. Na stanowiskach kultury Beiligang, datowanych na około 8500–7000 lat bp, położonych na wyżynach lessowych rozciągających się nad rzeka-

mi Weihe i Huang-ho, znaleziono 3 gatunki roślin uprawnych: proso *Panicum miliaceum*, ber *Setaria italica* subsp. *italica* i kapustę *Brassica campestris*. W niektórych osiedlach zwęglone ziarno beru wystąpiło w dużej ilości, wskazującej na jego ważną rolę gospodarczą [6]. Kulturę tę charakteryzowały duże osiedla, których mieszkańcy prowadzili gospodarkę mieszaną, łącząc łowiectwo, zbieractwo i rybołówstwo z uprawą roślin i chowem zwierząt udomowionych. Tak zaawansowana gospodarka wytwórcza pozwala przypuszczać, że początki udomowienia roślin miały miejsce znacznie wcześniej [7].

Do niedawna najstarsze znaleziska ryżu pochodziły tylko z Chin południowych, z doliny rzeki Jangcy. Nagromadzenia ziarniaków, plew i źdźbeł ryżu, oznaczonych jako *Oryza sativa* podane były ze stanowiska Hemudu, położonego na południe od ujścia Jangcy (Ryc. 4), datowanego na ok. 7000–6500 bp [6]. Liczne szczątki ryżu, których wiek określono metodą AMS na ok. 9000–7500 bp, wystąpiły także w kilku osadach rolniczych kultury Pengtoushan, położonych w dorzeczu środkowego Yangcy [9]. Przypuszcza się, że mogła to być forma udomowiona, choć nie da się tego stwierdzić na podstawie samych tylko morfologicznych cech zachowanych szczątków.

Ostatnio zestaw zbóż znany ludom kultury Beiligang został wzbogacony o ryż *Oryza sativa*, który znaleziono na stanowisku Jiahu [6], położonym w obszarze pogranicznym Chin północnych i południowych. Zachowały się tam szczątki makroskopowe (źdźbła, liście, plewy) oraz pyłek i fitolity ryżu. Datowanie metodą akceleratorową określiło ich wiek na 9000–8000 lat bp, a obecność dużej liczby tak różnorodnych szczątków może wskazywać na lokalną uprawę tego zboża. Poprzednio uważano, że ryż pojawił się w Chinach północnych dopiero ok. 5000–4200 bp [9], a zatem znalezisko z Jiahu, o ile zostanie w pełni potwierdzone, przesuwają początek uprawy tego zboża na okres znacznie wcześniejszy.

W 1998 r. opublikowane zostały pierwsze, interesujące wyniki badań rzucające światło na mechanizm procesu wchodzenia ryżu w uprawę. Wykopaliska prowadzone przez grupę chiń-



Ryc. 4. Przypuszczalny obszar pochodzenia ryżu siewnego *Oryza sativa* (1), kierunki rozprzestrzeniania się różnych jego ras (2 – *indica*, 3 – *sinica* lub *japonica*, 4 – *javanica*), zasięg występowania pokrewnych form dzikich (5) i najstarsze stanowiska archeobotaniczne z Chin (6 – Jiahu, 7 – Hemudu, 8 – Xiarendong i Diaotonghuan) (wg [5], zmienione).

Fig. 4. Presumed area of the origin of *Oryza sativa* (1), spread of its various races (2 – *indica*, 3 – *sinica* or *japonica*, 4 – *javanica*), range of wild relatives (5) and the oldest archaeobotanical sites in China (6 – Jiahu, 7 – Hemudu, 8 – Xiarendong i Diaotonghuan) (after [5], modified).

sko-amerykańską na dwu stanowiskach położonych w dolinie Jangcy (Xianrendong i Diaotonghuan), obejmujących okres od późnego paleolitu do neolitu, doprowadziły do odkrycia szczątków ryżu. W poziomach starszych niż 17000 bp znaleziono fitolity tylko ryżu dzikiego, około 13500–11800 bp pojawiła się domieszka ryżu uprawnego, a jego dominacja nad dzikim zaznaczyła się w warstwie datowanej na 11800–9600 bp. Ze względu na trudności związane z datowaniem tych stanowisk, wiek znalezisk nie jest jeszcze pewny, a i oznaczenie szczątków wymaga potwierdzenia. Tym niemniej rezultaty tych badań zasługują na uwagę dlatego, że po raz pierwszy ukazują pojawianie

się uprawnego ryżu w kontekście długiego rozwoju kulturowego ludów, które najpierw użytkowały dziką formę tego zboża, zanim pojawiła się jego forma uprawna [6].

Ryż siewny *Oryza sativa*, jako jedyne zboże znoszące trwale zalanie, jest podstawą utrzymania rolników żyjących na nizinach w klimacie monsunowym [5]. Rodzaj *Oryza* obejmuje 20 gatunków dzikich i dwa gatunki uprawne, azjatycki ryż siewny *O. sativa* L. i afrykański *O. glaberrima* Steud. [4]. Za formę macierzystą ryżu azjatyckiego uważa się najczęściej dziki gatunek wieloletni *O. rufipogon* Griff. (syn. *O. perennis* Moench; taksonomia dzikich gatunków ryżu i ryżu-chwastu jest różnie ujmowana przez

Tabela 3. Najstarsze stanowiska roślin uprawnych w Chinach.

Table 3. The oldest sites of domesticated plants in China.

Obszar lub stanowisko <i>Area or site</i>	Wiek bp <i>Age bp</i>	Rośliny <i>Plants</i>
Chiny północne: stanowiska w środkowym biegu rzek Huang-ho i Weiho [7] – <i>N China: sites in the middle Huangho and Weiho rivers [7]</i>	8500–7000	<i>Panicum miliaceum</i> , proso zwyczajne, ziarno – proso millet, grain; <i>Setaria italica</i> subsp. <i>italica</i> , ber, ziarno – Italian millet, grain; <i>Brassica campestris</i> s.l., kapusta – cabbage
pogranicze Chin północnych i południowych: Jiahu nad rzeką Huaiho [6] – <i>borderland of N and S China: Jiahu at Huaiho river [6]</i>	9000–8000	<i>Oryza sativa</i> , ryż siewny, źdźbła, plewy, pyłek, fitolity, datowanie AMS – cultivated rice, culms, glumes, pollen, phytoliths, AMS dating
Chiny południowe: Hemudu w dolnym biegu Jangcy [6, 7] – <i>S China: lower Yangtze river [6, 7]</i>	7000–6500	<i>Oryza sativa</i> , ryż siewny, ziarno, źdźbła, plewy – cultivated rice, grain, culms, glumes
Chiny południowe: stanowiska w środkowym biegu Jangcy [9] – <i>S China: sites in the middle Yangtze river [9]</i>	9000–7500	cf. <i>Oryza sativa</i> , prawdopodobnie ryż siewny, liczne szczątki – probably cultivated rice, abundant remains
Chiny południowe: Xianrendong i Diaotonghuan w środkowym biegu Jangcy [6] – <i>S China: Xianrendong and Diaotonghuan in the middle Yangtze river [6]</i>	>13500	<i>Oryza</i> sp., fitolity ryżu dzikiego – wild rice phytoliths
	<13500	<i>Oryza sativa</i> , fitolity ryżu siewnego (wiek i oznaczenie niepewne) – cultivated rice phytoliths (age and identification uncertain)

różnych autorów, por. [49]). Miejsce udomowienia ryżu azjatyckiego nie jest znane. Istniejące na ten temat przypuszczenia opierają się na współczesnym rozmieszczeniu różnych ras ryżu-chwastu i dzikich form pokrewnych kultuwarom. Jedni badacze [5] jako szeroką strefę możliwego udomowienia wymieniają obszar obejmujący południowe pogórza Himalajów i innych pasm górskich w południowo-wschodniej Azji, od nizin Gangesu do południowych Chin, gdzie uprawa ryżu mogła zacząć się w kilku miejscach niezależnie od siebie (Ryc. 4). Inni widzą centra udomowienia ryżu m.in. we wschodnich Himalajach, w północnej Tajlandii lub w południowych Chinach [6]. Dotychczasowe znaleziska archeobotaniczne [9] pozwalają przypuszczać, że pierwsze udomowienie mogło nastąpić nad jeziorami położonymi w środkowym i dolnym dorzeczu Jangcy w okresie wcześniejszym aniżeli 8000 bp (Tab. 3). W Indiach, w dolinie środkowego i wschodniego Gangesu, uprawa ryżu pojawiła się na niewielką skalę około 3000 lat temu, nieco później w dolinie Indusu, a rozprzestrzeniła się na tym sub-

kontynencie od ok. 2000 lat bp. W Japonii uprawa ryżu rozpowszechniła się dopiero ok. 2400 lat temu, choć pojedyncze stanowiska znane są z okresu nieco starszego (Tab. 4).

Proso zwyczajne *Panicum miliaceum* w stanie dzikim nie jest znane, choć w centralnej Azji występuje wiele form prosa-chwastu rosnących spontanicznie poza uprawami. Najczęściej uważa się, że udomowienie prosa zwyczajnego nastąpiło w Chinach, ale zdaniem niektórych badaczy nie można wykluczyć, że dokonało się to niezależnie w kilku ośrodkach [13, 51]. Najstarsze stanowiska kopalne wskazują, że musiało to nastąpić wcześniej aniżeli ok. 8500 lat temu. Jeśli rzeczywiście proso pochodzi z Chin, oznacza to, że stosunkowo szybko nastąpiła jego ekspansja w kierunku zachodnim, ponieważ z Gruzji podane było już ze stanowisk datowanych między 7000 a 5000 bp, a w Europie pojawiło się ok. 6000 lat temu. Na Bliskim Wschodzie znalezione zostało dotychczas dopiero w obiektach pochodzących z ok. 2900–2500 bp [27].

Nieco zbliżona jest historia beru *Setaria italica* subsp. *italica*, który pochodzi od włośnicy

Tabela 4. Niektóre najstarsze stanowiska ryżu spoza obszaru Chin.

Table 4. Some of the oldest sites of rice outside China.

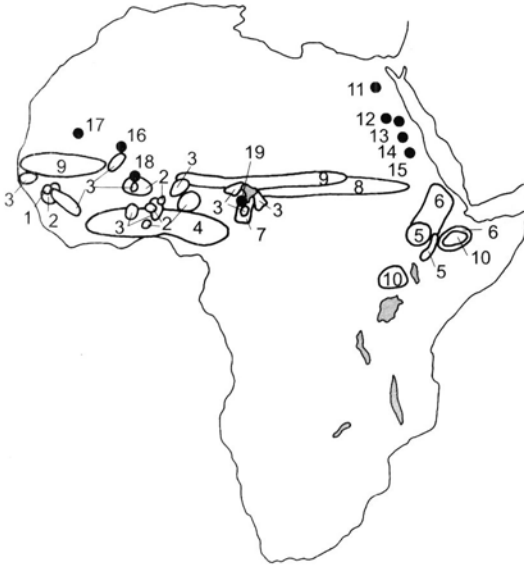
Stanowisko <i>Site</i>	Wiek bp <i>Age bp</i>	Roślina <i>Plant</i>
Koldihwa i Mahagara, Indie północne [9] – <i>N India</i> [9]	poł. V tys. <i>mid V mill.</i>	<i>Oryza sativa</i> , ryż siewny – <i>cultivated rice</i>
Taradih, Indie północne [9] – <i>N India</i> [9]	4000–3500	<i>Oryza</i> sp., ryż – <i>rice</i>
Non Nok Tha, Tajlandia centralna [9] – <i>Central Thailand</i> [9]	3650	ceramika schudzana ryżem, nie podano gatunku, domniemany ryż siewny <i>Oryza sativa</i> – <i>rice tempered pottery, species not given, probably cultivated rice Oryza sativa</i>
Xom Trai, Wietnam północny [9] – <i>N Vietnam</i> [9]	17000–19000	<i>Oryza ryfipogon</i> vel <i>O. perennis</i> , prawdopodobnie dziki ryż opisany początkowo jako <i>Oryza sativa</i> – <i>probably wild rice originally described as Oryza sativa</i>
Khok Phanom Di, Tajlandia południowa [9] – <i>S Thailand</i> [9]	4000–3500	<i>Oryza sativa</i> , ryż siewny – <i>cultivated rice</i>
Ban Chiang, Tajlandia centralna [9] – <i>Central Thailand</i> [9]	5500	<i>Oryza</i> sp., forma pośrednia między udomowionym a dzikim ryżem – <i>intermediate form between wild and cultivated rice</i>
Ulu Leang 1, południowe Sulawesi, Indonezja [9] – <i>S Sulawesi, Indonesia</i> [9]	6000	<i>Oryza sativa</i>
Andarayan, Filipiny [9] – <i>Philippines</i> [9]	3700	<i>Oryza sativa</i> , ryż siewny – <i>cultivated rice</i>
Kuching, wschodnia Malazja [9] – <i>E Malaysia</i> [9]	4300 233±4260 kal. BC	<i>Oryza sativa</i> , ryż siewny, zwęglone ziarno datowane AMS – <i>cultivated rice, AMS dated charred grain</i>
Nabatake i Uenoharu, południowa Japonia [7] – <i>S Japan</i> [7]	3000	<i>Oryza sativa</i> , ryż siewny – <i>cultivated rice</i>
Hunami, Korea [9]	późne IV tys. <i>late IV mill.</i>	<i>Oryza sativa</i> , ryż siewny – <i>cultivated rice</i>

zielonej *Setaria viridis*, gatunku o bardzo szerokim zasięgu eurazjatyckim. Na ogół uważa się, że udomowienie miało miejsce w Chinach, gdzie już ok. 8500 lat temu ber był ważnym zbożem uprawnym. Nie jest jednak wykluczone, że udomowienie nastąpiło w kilku miejscach, podobnie jak w przypadku prosa, ponieważ bardzo wczesne szczątki beru znaleziono na Bliskim Wschodzie, na stanowisku datowanym na ok. 9000 bp (Tille Hüyük w południowo-wschodniej Turcji [27]). Z Indii ber podany był ze stanowisk pochodzących z ok. 4500 bp (kultura

induska [36]), a w Europie pojawił się dopiero ok. 4000 lat temu [51].

AFRYKA

Obszar Afryki położony między równikiem a południową granicą Sahary był terenem udomowienia wielu rodzimych roślin uprawnych, które odegrały ważną rolę w rozwoju rolnictwa afrykańskiego. Cechą charakterystyczną rolnictwa na tym kontynencie był brak wyraźnego jednego centrum powstania oraz, w odróżnieniu od sytuacji jaka istniała na Bliskim Wschodzie,



Ryc. 5. Przypuszczalne obszary udomowienia roślin afrykańskich w strefie sub-saharyjskiej i na wyżynach Etiopii oraz najstarsze stanowiska dzikiego (11–12) i udomowionego (13–16) sorga i udomowionego prosa perłowego (17–19) datowane metodą ^{14}C . Udomowione gatunki: 1 – *Brachiaria deflexa*, 2 – paluszniki *Digitaria exilis* i *D. iburua*, 3 – ryż afrykański *Oryza glaberrima*, 4 – pochryzn *Dioscorea rotundata*, 5 – banan *Musa ensete* i olejarka abisyńska *Guizotia abyssinica*, 6 – miłka abisyńska *Eragrostis tef*, 7 – sorzycha *Voandzeia* i *Kerstingiella*, 8 – sorgo *Sorghum bicolor*, 9 – proso perłowe *Pennisetum glaucum*, 10 – manneczka łękowata *Eleusine coracana*. Stanowiska archeologiczne: 11 – Farafra, Egipt, 12 – Nabta Playa, Egipt, 13 – Qasr Ibrim, Egipt, 14 – Meroe, Sudan, 15 – Jebel et Tomat, Sudan, 16 – Jenné Jené, Mali, 17 – Dhar Tichitt, Mauretania, 18 – Ti-n-Akaf, Burkina Faso, 19 – Kursakata, Nigeria (wg [12], zmienione).

Fig. 5. Presumed domestication areas of African plants in the Sub-Sahara and Ethiopian Highlands and the oldest sites of wild (11–12) and domesticated (13–16) sorghum and domesticated pearl millet (17–19) dated by ^{14}C . Domesticated species: 1 – *Brachiaria deflexa*, 2 – *Digitaria exilis* and *D. iburua*, 3 – *Oryza glaberrima*, 4 – *Dioscorea rotundata*, 5 – *Musa ensete* and *Guizotia abyssinica*, 6 – *Eragrostis tef*, 7 – *Voandzeia* and *Kerstingiella*, 8 – *Sorghum bicolor*, 9 – *Pennisetum glaucum*, 10 – *Eleusine coracana*. Archaeological sites: 11 – Farafra, Egypt, 12 – Nabta Playa, Egypt, 13 – Qasr Ibrim, Egypt, 14 – Meroe, Sudan, 15 – Jebel et Tomat, Sudan, 16 – Jenné Jené, Mali, 17 – Dhar Tichitt, Mauritania, 18 – Ti-n-Akaf, Burkina Faso, 19 – Kursakata, Nigeria (after [12], modified).

pojawienie się ceramiki i chowu zwierząt przed uprawą roślin. Wobec ubóstwa materiałów kopalnych z terenu Afryki, w opracowaniach po-

święconych historii roślin uprawnych, w wielu przypadkach główną rolę odgrywała, i nadal odgrywa, analiza obecnych zasięgów tych gatunków i ich form pokrewnych, uzupełniana danymi etnograficznymi i lingwistycznymi. Dodatkowa trudność w uzyskaniu kopalnych materiałów roślinnych z wczesnego etapu rozwoju rolnictwa wynika z faktu, że w wyżywieniu ludności Afryki dużą rolę odgrywały rośliny dostarczające jadalnych bulw, kłęcz i innych części wegetatywnych, które zachowują się na stanowiskach archeologicznych gorzej niż owoce i nasiona.

Większość danych archeobotanicznych dotyczących początków uprawy roślin w Afryce pochodzi z Egiptu, z doliny dolnego Nilu. Podstawą rolnictwa egipskiego były pszenica płaskurka (*Triticum turgidum* subsp. *dicoccum*) i jęczmień zwyczajny (*Hordeum vulgare*), które pojawiły się nad dolnym Nilem ok. 8000–7000 lat temu. Oba te gatunki zbóż zostały wprowadzone z Bliskiego Wschodu. Kilka rodzimych afrykańskich gatunków traw udomowiono w strefie sub-saharyjskiej, rozciągającej się w poprzek całego kontynentu [12, 13] (Ryc. 5). Spośród nich największe znaczenie osiągnęły sorgo (*Sorghum bicolor* subsp. *bicolor*) i proso perłowe *Pennisetum glaucum*. Inne gatunki, takie jak miłka abisyńska (*Eragrostis tef*), manneczka łękowata (*Eleusine coracana*), paluszniki (*Digitaria exilis* i *D. iburua*), *Brachiaria deflexa* oraz ryż afrykański (*Oryza glaberrima*), uprawiane są na mniejszą skalę. Jedyne dla sorga i prosa perłowego badania archeologiczne ostatnich lat dostarczyły materiałów dotyczących wczesnych etapów ich uprawy. Użytkowanie ziarna dzikiego sorga, należącego do którejś z ras *Sorghum bicolor* subsp. *arundinaceum*, zostało stwierdzone na kilku stanowiskach położonych na Pustyni Zachodniej w Egipcie, pochodzących z okresu między 8000 i 7000 lat bp. Natomiast najwcześniejsze dobrze oznaczone i datowane szczątki sorga udomowionego *Sorghum bicolor* subsp. *bicolor* podane zostały z Sudanu sprzed ok. 2000–1800 lat (stanowiska Jebel Tomat ok. 245 r. po Chr., Meroe ok. 20 r. przed Chr., obie daty radiowęglowe niekalibrowane), z Egiptu z roku ok. 100 po Chr. (stanowisko Qasr Ibrim,

Tabela 5. Najstarsze stanowiska niektórych roślin uprawnych i roślin zbieranych ze stanu dzikiego lub uprawianych w Ameryce Środkowej.

Table 5. Some of the oldest sites of cultivated and wild collected or cultivated plants in Central America.

Stanowisko Site	Wiek bp Age bp	Roślina Plant
Guila Naquitz w Dolinie Oaxaca, Meksyk [17, 34] – Oaxaca Valley, Mexico [17, 34]	10750–9840 & 9400–9200	<i>Cucurbita pepo</i> , dynia zwyczajna, nasiona, szypułki – squash, seeds, peduncles
jaskinie Ocampo w Tamaulipas, Meksyk [17] – Ocampo Caves, Tamaulipas, Mexico [17]	9000–7500	<i>Cucurbita pepo</i> , dynia zwyczajna, nasiona – squash, seeds
Dolina Tehuacanu, Meksyk [34] – Tehuacan Valley, Mexico [34]	7200	<i>Cucurbita pepo</i> , dynia zwyczajna – squash
Dolina Tehuacanu, Meksyk [8] – Tehuacan Valley, Mexico [8]	4700	<i>Zea mays</i> , kukurydza zwyczajna, kolby, jedyne okazy datowane AMS – maize cobs, the only AMS dated specimens
Tamaulipas, Meksyk [34] – Mexico [34]	4500	<i>Zea mays</i> , kukurydza zwyczajna – maize
Guila Naquitz w Dolinie Oaxaca, Meksyk [34] – Oaxaca Valley, Mexico [34]	10700–8700	<i>Phaseolus</i> sp., dzika fasola – wild bean
jaskinie Ocampo w Tamaulipas, Meksyk [34] – Ocampo Caves, Tamaulipas, Mexico [34]	9000–7500	<i>Phaseolus</i> sp., dzika fasola – wild bean
Dolina Tehuacanu, Meksyk [34] – Tehuacan Valley, Mexico [34]	7000–5500	<i>Phaseolus vulgaris</i> , fasola zwykła, udomowiona (datowanie niepewne) – common bean, domesticated (dating uncertain)
Tamaulipas, Meksyk [17] – Mexico [17]	9000	<i>Lagenaria siceraria</i> , tykwa pospolita, forma dzika lub udomowiona – bottle gourd, wild or cultivated
Guila Naquitz w Dolinie Oaxaca, Meksyk [17] – Oaxaca Valley, Mexico [17]	9400–9200	<i>Lagenaria siceraria</i> , tykwa pospolita, forma dzika lub udomowiona – bottle gourd, wild or cultivated
Dolina Tehuacanu, Meksyk [17] – Tehuacan Valley, Mexico [17]	7500	<i>Lagenaria siceraria</i> , tykwa pospolita, forma dzika lub udomowiona – bottle gourd, wild or cultivated
Dolina Tehuacanu, Meksyk [34] – Tehuacan Valley, Mexico [34]	9000–7000	<i>Capsicum annum</i> , papryka roczna, forma dzika lub udomowiona – chile pepper, wild or cultivated

data kalibrowana) i mniej więcej z tego samego okresu z Mali (stanowisko Jenné-Jeno; [32]) (Ryc. 5). Wiek tych szczątków, grupujący się około początków naszej ery, wskazuje na stosunkowo późne udomowienie sorga. Do podobnych wniosków prowadzi także analiza DNA wykonana ze świetnie zachowanego, niespalonego materiału z Qasr Ibrim [32]. Trzeba jednak zwrócić uwagę na to, że z całego długiego okresu, jaki dzieli pierwsze ślady użytkowania dzikiego sorga od pojawienia się pewnych szczątków jego formy udomowionej, znamy bardzo niewiele stanowisk archeologicznych zawierających szczątki roślinne i przyszłe odkrycia mogą ukazać początki uprawy sorga w innym świetle.

Proso perłowe *Pennisetum glaucum* (syn. *P. americanum*, *P. typhoides*) w formie w pełni udomowionej zostało odkryte ostatnio na kilku stanowiskach w zachodniej Afryce, datowanych na ok. 3000–3500 bp, co dowodzi, że początki jego uprawy muszą sięgać okresu wcześniejszego (stanowiska: Gajiganna w Nigerii, 2930 bp; Kursakata w Nigerii, 2430 bp; Dhar Tichitt/Oualata w Mauretanii, 3500 bp; Ti-n-Akof w Burkina Faso, 2840 bp; [29]).

NAJSTARSZE ROŚLINY UPRAWNE W AMERYCE

Na obszarze Nowego Świata najstarsze dowody uprawy roślin pochodzą ze stanowisk archeologicznych położonych w Ameryce Środ-

Tabela 6. Najstarsze stanowiska niektórych roślin uprawnych i prawdopodobnie uprawnych (?) w Ameryce Południowej.

Table 6. The oldest sites of some cultivated and probably cultivated (?) plants in South America.

Stanowisko Site	Wiek bp Age bp	Roślina Plant
Chilca Caves, środkowe wybrzeże Peru [16, 30] –Middle Coast of Peru [16, 30]	10000–8000	<i>Solanum tuberosum</i> , ziemniak – potato; <i>Ipomea</i> sp. (?), bataty – sweet potato; <i>Manihot</i> sp. (?), maniok – manioc; <i>Ullucus</i> sp. (?), bulwotka – ullucu; <i>Pachyrrhizus</i> sp. (?), kłębian – jicama
Północne wybrzeże Peru (Siches Complex) [17, 30] – N Coast of Peru [17, 30]	8000–6000	<i>Lagenaria siceraria</i> (?), tykwa pospolita – bottle gourd
Guitarrero Cave, wyżyny Peru [16, 30] – Highlands of Peru [16, 30]	10000–9500	<i>Phaseolus lunatus</i> , <i>P. vulgaris</i> , fasole – lima & common bean; <i>Oxalis tuberosa</i> , szczawik bulwiasty, dziki i uprawny – oca, wild and cultivated; <i>Capsicum chinense</i> , papryka – pepper
Tres Ventanas, wyżyny Peru [16, 30] – Highlands of Peru [16, 30]	10000	<i>Solanum tuberosum</i> , ziemniak – potato; <i>Ipomea batatas</i> , bataty, prawdopodobnie uprawne – sweet potato, probably cultivated; <i>Manihot</i> sp. (?), maniok – manioc; <i>Ullucus</i> sp. (?), bulwotka – ullucu; <i>Pachyrrhizus</i> sp. (?), kłębian – jicama
Ayacucho Cave, wyżyny Peru [30] – Highlands of Peru [30]	7800–6400	<i>Lagenaria siceraria</i> , tykwa – bottle gourd; <i>Chenopodium quinoa</i> , komosa ryżowa – quinoa
Chuachichocana ChIII, Argentyna [30] – Argentina [30]	9670–8720	<i>Capsicum</i> spp., papryka – pepper; <i>Phaseolus vulgaris</i> , fasola zwykła – common bean; <i>Zea mays</i> , kukurydza – maize
Tiliviche 1-b, Chile [30]	7900–6100	<i>Zea mays</i> , kukurydza, liście, kolby – maize, leaves, cobs
Vegas (O GSE 80), Ekwador [30] – Ecuador [30]	8000–6500	<i>Zea mays</i> , kukurydza, fitolity – maize, phytoliths

kowej i w zachodniej części Ameryki Południowej (przede wszystkim w Andach), a więc z obszarów, które stanowiły dwa główne centra rozwoju kulturowego na tych kontynentach. Z okresu najwcześniejszego (ok. 10000–9000 bp) pochodzą dynia (*Cucurbita pepo*), ziemniak (*Solanum tuberosum*) i kukurydza (*Zea mays*) oraz kilka gatunków fasoli (*Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus*) i papryki (*Capsicum* spp.). Do form uprawnych mogły w tym czasie należeć także niektóre inne rośliny, np. bataty (*Ipomea* sp.), maniok (*Manihot* sp.), ulluko czyli bulwotka (*Ullucus* sp.), kłębian (*Pachyrrhizus* sp.) i szczawik bulwiasty (*Oxalis tuberosa*), ale nie da się z całą pewnością wykluczyć, że ich najwcześniejsze znaleziska reprezentują, w całości lub częściowo, rośliny zbierane ze stanu dzikiego. Z nieco młodszego okresu (8000–6000 bp) datują się najwcześniejsze szczątki komosy ry-

zowej (*Chenopodium quinoa*) i być może udomowionej tykwy (*Lagenaria siceraria*; Tab. 5 i 6). Z danych archeobotanicznych wynika zatem, że rośliny uprawne pojawiły się w Ameryce Środkowej i Południowej równie wcześnie jak na Bliskim Wschodzie. Przez długi czas jednakże stanowiły one jedynie uzupełnienie pożywienia, którego podstawą były rośliny dzikie, a wyraźny wzrost ich znaczenia w gospodarce plemion paleoindiańskich zaznaczył się dopiero między 5000 a 3000 lat temu. Cechą charakterystyczną rolnictwa południowoamerykańskiego była znikoma rola rodzimych traw. Niektóre dzikie trawy, np. wielkonasienne gatunki kostrzewy *Festuca*, były pospolicie zbierane, ale żadna z nich nie uległa udomowieniu. Do pewnego stopnia lukę tę wypełniały zboża rzekome, przede wszystkim komosa ryżowa *Chenopodium quinoa*, ale podstawowym źródłem węgló-

Tabela 7. Najstarsze stanowiska roślin uprawnych oraz prawdopodobnie dzikiej dyni we wschodniej części Ameryki Północnej.

Table 7. The oldest sites of cultivated plants and of probably wild *Cucurbita* in the eastern North America.

Stanowisko <i>Site</i>	Wiek bp <i>Age bp</i>	Roślina <i>Plant</i>
Koster, Illinois Napoleon Hollow, Illinois [33]	7100–6820 7000–5350	<i>Cucurbita</i> sp., dzika dynia, łupina owocu cienka – <i>wild squash, thin fruit coat</i>
Anderson, Tennessee Hayes, Tennessee [33]	6990 5660–4390	<i>Cucurbita</i> sp., dzika dynia, nasiona, łupina owocu cienka – <i>wild squash, seeds, thin fruit coat</i>
Carlston Annis, Kentucky Cloudsplitter, Kentucky [33]	5730–4040 4700	<i>Cucurbita</i> sp., dzika dynia, łupina owocu cienka – <i>wild squash, thin fruit coat</i>
Phillips Spring, Missouri [8, 17, 35]	4500–4300	<i>Cucurbita pepo</i> , dynia zwyczajna, nasiona – <i>squash, seeds; Lagenaria siceraria</i> , tykwa – <i>bottle gourd</i>
Cloudsplitter, Kentucky Salts Cave, Kentucky [33]	3620–3060 2500	<i>Cucurbita</i> sp., dynia forma udomowiona – <i>squash, domesticated form</i>
Napoleon Hollow, Illinois [33]	4000	<i>Iva annua</i> , niełupki, forma udomowiona – <i>achenes, domesticated form</i>
Hayes, Tennessee Higgs, Tennessee [8, 33]	4265 2850	<i>Helianthus annuus</i> , słonecznik, owocki, forma udomowiona – <i>sunflower, fruits, domesticated form</i>
Newt Kash, Kentucky Cloudsplitter, Kentucky [33]	ca. 3400 ca. 3450	<i>Chenopodium berlandieri</i> subsp. <i>jonesianum</i> , komosa, forma udomowiona – <i>goosefoot, domesticated form</i>

wodanów, aż do czasu rozpowszechnienia się kukurydzy ok. 3500–3000 lat temu, były rośliny bulwiaste. Znacznie później rozwinęła się uprawa roślin we wschodniej części Ameryki Północnej, gdzie pierwsze rośliny uprawne pojawiły się dopiero na stanowiskach archeologicznych pochodzących z okresu między 4000 a 3000 bp (Tab. 7). Były to trzy gatunki rodzime, udomowione w tej części kontynentu, a mianowicie słonecznik *Helianthus annuus*, *Iva annua* i komosa *Chenopodium berlandieri*, oraz dynia *Cucurbita pepo*, która mogła być udomowiona lokalnie, lub wprowadzona z Ameryki Środkowej [33].

Po stu latach badań nad kukurydzą zwyczajną *Zea mays* sprawa jej pochodzenia nie została jeszcze w pełni wyjaśniona. Rodzaj *Zea* obejmuje uprawną kukurydzę i spokrewnione z nią, roczne i wieloletnie, dzikie gatunki teosynty. Roczne formy teosynty (dawniej *Zea mexicana*), są obecnie zaliczane do gatunku *Zea mays*

jako 6 ras albo jako dwa podgatunki *Zea mays* subsp. *mexicana* i *Z. mays* subsp. *parviglumis*. Większość badaczy uważa, że uprawna kukurydza zwyczajna powstała z jednego z tych podgatunków na wyżynach Meksyku, gdzie znajduje się pierwotne centrum różnorodności kukurydzy i gdzie z natury występuje teosynta [37]. Są jednak także zwolennicy hipotezy, rozwinętej przez Mangelsdorfa [26], w myśl której roczna teosynta i uprawna kukurydza powstały z jednego gatunku wymarłej dzikiej kukurydzy. Na poparcie tej teorii przytaczano fakt znalezienia 5 ziarn pyłku *Zea* w osadach plejstocenyckich z wiercenia w mieście Meksyk, które ze względu na wiek osadów (80000 bp) musiały należeć do formy dzikiej. Wartość tego znaleziska jednakże była i jest nadal kwestionowana, ze względu na niepewność oznaczenia i możliwość zanieczyszczenia materiałem młodszym [34]. W świetle intensywnie prowadzonych badań genetycznych rozważana jest obecnie możliwość

polifiletycznego pochodzenia kukurydzy, a mianowicie wytworzenia się różnych ras formy uprawnej z różnych populacji macierzystej formy dzikiej [10]. Drugi ośrodek różnorodności kukurydzy w Peru jest centrum wtórnym, które powstało po przeniesieniu tam już udomowionej, jak chcą jedni badacze [31], lub jeszcze dzikiej formy rodzicielskiej kukurydzy [3]. W tym drugim przypadku mielibyśmy do czynienia z niezależnym udomowieniem w Ameryce Południowej.

Jeśli chodzi o to kiedy k' kurydza została wzięta w uprawę, to niektórzy sądzą, iż w Meksyku mogło to mieć miejsce nawet już ok. 8000–10000 lat temu, choć najstarsze kolby *Zea mays*, które datowano bezpośrednio metodą akceleratorową, mają wiek 4700 lat bp (początkowo przyjmowany wiek ok. 7000 bp okazał się błędny; [8]). Pochodzą one z Doliny Tehuacanu w Meksyku. Kolby te są bardzo małe, ich długość wynosi od 1,9 do 2,4 cm, ale ich budowa wskazuje na utratę zdolności do samorzutnego rozsiewania, co jest wyraźną cechą rośliny w pełni udomowionej.

Badania archeologiczne prowadzone w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych w Andach, w Peru, przyniosły w efekcie bogate zbiory kukurydzy z okresu przedceramicznego (starsze od ok. 4000 bp). Najważniejsze stanowisko, jeśli chodzi o znaleziska kukurydzy, to Los Gavinales w północno-środkowym Peru. Kolby wystąpiły tam w poziomach datowanych radiowęglem między 4140 i 3250 lat bp (Los Gavilanes 2 i 3). Materiał był tak bogaty i tak dobrze zachowany, że można było oznaczyć rasy kukurydzy. Znaleziono tam także koprolioty ludzkie zawierające pyłek i fragmenty owocni kukurydzy. Na stanowisku z jaskini Guitarrero, również w Peru, znaleziono kolby, których wiek może wynosić nawet ok. 8000 lat bp [3]. Pewnie określony jest wiek małej kolby kukurydzy znalezionej na przedceramicznym stanowisku w dolinie Casma, na północno-centralnym wybrzeżu Peru, która została datowana radiowęglem na 6070 bp, oraz fragmentów pędu i liści kukurydzy z tego samego regionu datowanych na 6050 bp. Wszystkie znaleziska kolb z Peru należą do starych ras peruwiańskich. Biorąc pod

uwagę podane wyżej datowania najwcześniejszych znalezisk kukurydzy uprawnej należy przyjąć, że pojawiła się ona w Ameryce Południowej wcześniej aniżeli 6000 (lub nawet 8000) lat temu [3], ale przez długi czas, mniej więcej do ok. 3500–3000 bp, odgrywała w pożywieniu podrzędną rolę [30]. Bardzo stare znaleziska kukurydzy podawane z Chile i Argentyny, z datami sięgającymi do ok. 9600 bp, są botanicznie niepewne i wiek ich wymaga potwierdzenia.

Wśród znanych obecnie 5 gatunków uprawnej dyni, największe znaczenie ma dynia zwyczajna *Cucurbita pepo*, która tak że najwcześniej została udomowiona. Powszechnie przyjmuje się, że *C. pepo* powstała w Meksyku, z dzikiego gatunku *C. texana* (i form pokrewnych), rosnącego w południowo-wschodnim Teksasie. Jest jednak możliwe, że gatunek ten powstał niezależnie w dwu ośrodkach, w Meksyku i we wschodnich Stanach Zjednoczonych [17]. Poparcia dla tej hipotezy dostarczyły badania biochemiczne (analizy enzymów) form uprawnych i dziedzicznych populacji *Cucurbita pepo*, które wykazały z jednej strony istnienie na tych terenach dwu wyraźnie różniących się grup kultuwarów dyni, a z drugiej mieszańcowe pochodzenie populacji dzikich, wytworzonych prawdopodobnie w wyniku krzyżowania się *C. texana* z *C. pepo*. Być może zatem, że dziko rosnąca dynia *C. texana*, w starszym okresie holocenu, rozprzestrzeniła się do wschodniej części Ameryki Północnej i tam została niezależnie udomowiona. Za zmianą zasięgu *C. texana* przemawia bardzo wczesne pojawienie się prawdopodobnie dzikiej dyni, na stanowiskach archeologicznych położonych we wschodnich Stanach Zjednoczonych (Tab. 7).

Tykwa pospolita *Lagenaria siceraria* rośnie obecnie tylko jako gatunek udomowiony i spontanicznie pojawiający się uciekinier z upraw. Przymuszcza się, że pochodzi z Afryki, gdzie występuje 5 pozostałych gatunków tego rodzaju. Obecnie znane są dwie wyraźnie różniące się rasy (lub podgatunki) tykwy pospolitej, jedna w Azji, druga w obu Amerykach. Najstarsze znaleziska kopalne pochodzą z Meksyku, sprzed ok. 9000 lat, nieco młodsze są stanowiska z Ameryki Południowej. Wcześniejsze do-

niesienia o znalezieniu w Tajlandii szczątków datowanych na ok. 8000 bp okazały się błędne [17]. Według przeważających poglądów, gatunek ten w formie dzikiej został przetransportowany z Afryki do Ameryki przez prądy morskie, choć niektórzy przypuszczają, że mógł być przeniesiony przez człowieka. Także z Afryki dość wcześnie dostał się do Azji wschodniej. Nie wiemy kiedy powstała dzisiejsza forma uprawna. Jako gatunek spontanicznie rosnący wzdłuż rzek, przystosowany do siedlisk zaburzonych, tykwa mogła rozprzestrzeniać się na miejscach ruderalnych w otoczeniu osiedli ludzkich i stamtąd być zbierana, bez konieczności uprawy (jak to ma miejsce jeszcze obecnie w niektórych częściach Brazylii). Nie jest więc pewne, czy okazy pochodzące z wykopalisk reprezentują formy rzeczywiście uprawiane, czy zbierane [17].

Obecnie uprawia się różne gatunki fasoli *Phaseolus* spp., z których kilka znajdowano na stanowiskach archeologicznych z Ameryki Środkowej i Południowej. Wszystkie gatunki pochodzą z Ameryki. Wśród nich najważniejsze znaczenie ma fasola zwykła *Phaseolus vulgaris*, której dzikie rasy występują obecnie na wschodnich zboczach Andów i Kordylierów w Meksyku [13]. Udomowienie ich mogło nastąpić kilkakrotnie w różnych miejscach zasięgu, ale dotychczas znane najstarsze stanowiska pochodzą z Ameryki Południowej (Tab. 6).

Pośród kilku gatunków uprawnych ziemniaka największe znaczenie ma obecnie *Solanum tuberosum*. Wszystkie uprawne ziemniaki pochodzą z zachodniej Południowej Ameryki, gdzie występuje wiele form dzikich, blisko spokrewnionych z uprawnymi. Udomowienie nastąpiło w Andach, prawdopodobnie bardzo wcześnie, ponieważ najstarsze szczątki formy uprawnej zostały znalezione na dwu stanowiskach datowanych na ok. 10000 lat temu (Tab. 6). Wzrost liczby znalezisk datuje się od około 4200 bp [16, 30].

Komosa ryżowa *Chenopodium quinoa*, jeszcze obecnie uprawiana w Ameryce Południowej, pochodzi od dzikich form wyjściowych, które występowały w południowo-zachodniej części Ameryki Północnej. Nie wiadomo gdzie powstała forma uprawna. Mogło to mieć miej-

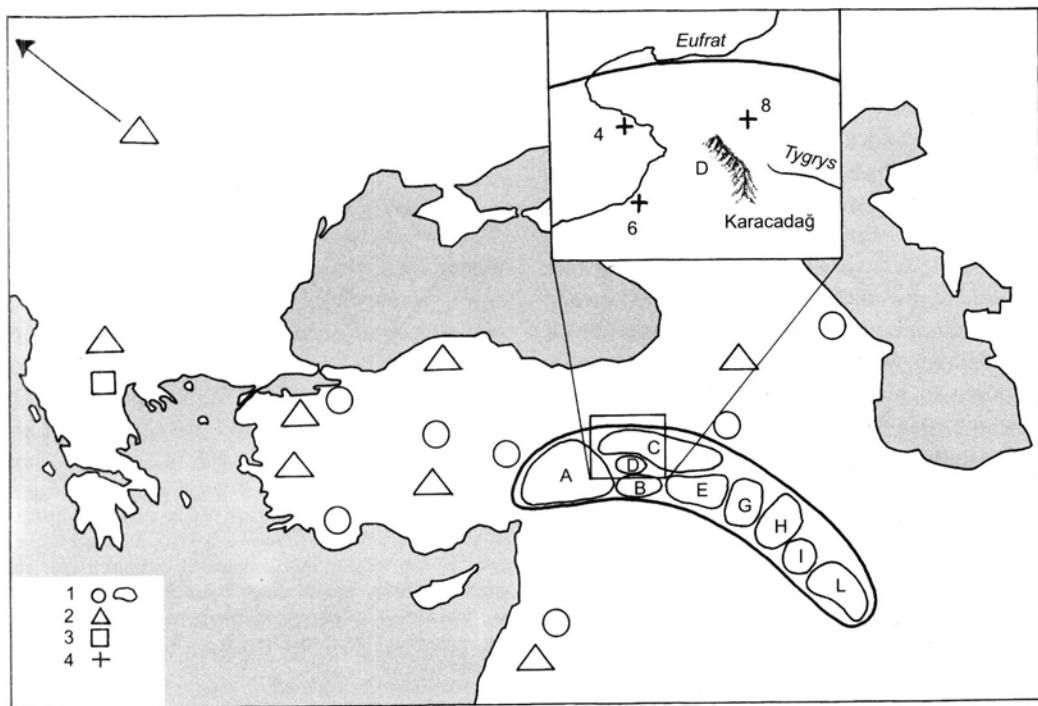
sce w Meksyku, skąd człowiek przeniósł ją potem do Ameryki Południowej, ale mogło też dojść do niezależnego udomowienia w Ameryce Środkowej i Południowej. Najstarsze szczątki komosy ryżowej znane są z Peru, z okresu między 7800 a 6400 bp [31].

WSPÓLCZESNE POPULACJE GATUNKÓW MACIERZYSTYCH ROŚLIN UPRAWNYCH ŹRÓDŁEM INFORMACJI O ICH UDOMOWIENIU

Wiele roślin uprawnych jest przedmiotem wszechstronnych badań, które obok innych celów, głównie ekonomicznych, mają za zadanie wyjaśnienie pochodzenia gatunków udomowionych. W rozważaniach tych poszukuje się odpowiedzi na dwa podstawowe pytania: czy udomowienie było wydarzeniem jednorazowym, czy też dokonało się kilka razy niezależnie od siebie i gdzie poszczególne gatunki zostały udomowione. Jako przykład posłuży tutaj, dobrze pod tym względem poznany, kompleks gatunków bliskowschodnich.

W ustalaniu pochodzenia roślin uprawnych ważną rolę odgrywa tzw. „efekt założyciela”. Polega on na tym, że gatunek uprawny zawiera zawsze tylko jakąś część zmienności genetycznej wyjściowego gatunku dzikiego. Wyraźnie mniejsze zróżnicowanie genetyczne gatunku uprawnego, w porównaniu z jego macierzystą formą dziką, jest jednym z argumentów przemawiających za jednorazowym powstaniem gatunku uprawnego. Na tej podstawie uważa się, że udomowienie pszenicy płaskurki, grochu i soczewicy, a prawdopodobnie także pszenicy samopszy, ciecierzycy pospolitej, wyki soczewicowatej i lnu zwyczajnego, było dla każdego z tych gatunków, wydarzeniem jednorazowym, podczas gdy jęczmień mógł być wzięty w uprawę niezależnie kilka razy [50].

Mono- lub polifiletyczne powstanie gatunków odzwierciedla się także w liczbie genów będących nośnikami poszczególnych cech właściwych roślinom udomowionym. Np. u wszystkich przebadanych populacji uprawnych płaskurki, samopszy, grochu i soczewicy zanik spontanicznego rozsiewania wiąże się z mutacją recesywną w tym samym genie (lub w tych sa-



Ryc. 6. Rozmieszczenie populacji pszenicy samopszy użytych do analizy DNA (1–3) i niektóre stanowiska archeologiczne starsze od 8000 lat bp (4), zawierające szczątki dzikiej lub uprawnej formy tego gatunku. 1 – dzika samopsza *Triticum monococcum* subsp. *boeoticum* (A–L stanowiska z północnej części Żyznego Półksiężycza, D – z gór Karacadağ), 2 – uprawna samopsza *T. monococcum* subsp. *monococcum*, 3 – samopsza-chwast *T. monococcum* subsp. *aegilopoides*, 4 – stanowiska archeologiczne najbliższe gór Karacadağ, numery stanowisk jak w Tabeli 1 (wg [20], zmienione).

Fig. 6. Distribution of einkorn populations used for DNA analysis (1–3) and archaeological sites older than 8000 years bp (4), in which remnants of wild or domesticated einkorn were found. 1 – wild einkorn *Triticum monococcum* subsp. *boeoticum* (A–L sites in the northern part of the Fertile Crescent, D from Karacadağ Mountains), 2 – cultivated einkorn *T. monococcum* subsp. *monococcum*, 3 – weedy einkorn *T. monococcum* subsp. *aegilopoides*, 4 – archaeological sites closest to the Karacadağ Mountains, site numbers as in Table 1 (after [20], modified).

mych genach), co wskazuje na ich powstanie z jakiejś jednej populacji, a tym samym na jednorazowe wzięcie w uprawę. Natomiast u jęczmienia biorą w tym udział dwa niezależne geny recesywne, co mogłoby być wynikiem kilkakrotnego, niezależnego udomowienia [50].

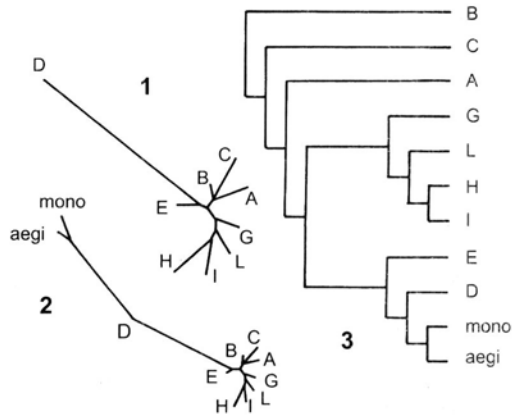
Za jednorazowym udomowieniem jakiegoś gatunku przemawia także fakt wybiórczego udomowienia tylko jednego taksonu spośród kilku podobnych, występujących na tym samym terenie. Przykładem może być pszenica płaskurka. W górach Taurus i Zagros, obok dzikiej płaskurki *T. turgidum* subsp. *dicoccoides*, występuje drugi gatunek dzikiej pszenicy tetraploidal-

nej, *T. timopheevi* subsp. *araraticum*. Pszenice te są do siebie bardzo zbliżone pod względem ogólnego pokroju, biologii rozrodu i właściwości pożądaných przez człowieka, ale wyraźnie różnią się genotypami; pierwszy z nich ma genotyp AABB, podobnie jak uprawna płaskurka *T. turgidum* subsp. *dicoccum*, drugi AAGG i jest spokrewniony z tetraploidalnym gatunkiem uprawnym *T. timopheevi* subsp. *timopheevi*, hodowanym tylko w Gruzji. Oba dzikie tetraploidy rosną równie obficie w strefie parkowego lasu dębowego, w środkowej i wschodniej części Żyznego Półksiężycza, czasami tworząc mieszane płaty, ale tylko genom *dicoccoides* występuje

we wszystkich formach uprawnej pszenki. Można z tego wyciągnąć wniosek, że udomowienie dzikiej pszenki tetraploidalnej na tym obszarze musiało być wydarzeniem jednorazowym, ponieważ jest mało prawdopodobne, aby kilkakrotnie lub w różnych miejscach ludzie wybrali do uprawy tylko jedną z dwu, na pozór identycznych roślin. Na razie jednak nie da się z całą pewnością rozstrzygnąć gdzie faktycznie powstała uprawna pszenka. Biorąc pod uwagę rozmieszczenie geograficzne dwu omawianych form dzikich, wyrażano także przypuszczenie, że mogło to mieć miejsce w dolinie Jordanu, gdzie nie rośnie *T. timopheevi* subsp. *araraticum*, natomiast obficie występuje *T. turgidum* subsp. *dicoccoides* [14].

Podobna sytuacja rysuje się u pszenki samopszy *T. monococcum* subsp. *monococcum*. Oprócz dzikiej formy *T. monococcum* subsp. *boeoticum*, na Bliskim Wschodzie rośnie drugi gatunek dzikiej pszenki diploidalnej *T. urartu*, bardzo do niej podobny pod względem morfologicznym, ale niezdolny do krzyżowania się zarówno z uprawną samopszą jak i z dzikim podgatunkiem subsp. *boeoticum*. Gatunek ten nie uczestniczył zatem w powstaniu uprawnej samopszy, co przemawia za jej jednorazowym udomowieniem. Różnorodność form dzikich, z których tylko jedna uległa udomowieniu, zaznacza się wyraźnie także u roślin motylkowatych.

Monofiletyczne pochodzenie uprawnej samopszy znalazło ostatnio potwierdzenie w badaniach „genetycznych odcisków palca” dzikiej i uprawnej samopszy, które rzuciły światło także na przypuszczalne miejsce udomowienia [20]. Do badań nad DNA wybrano 338 kolekcji dzikiej samopszy *T. monococcum* subsp. *boeoticum*, samopszy-chwastu *T. monococcum* subsp. *aegilopoides* i samopszy uprawnej *T. monococcum* subsp. *monococcum*, pochodzących ze stanowisk mniej więcej równomiernie rozłożonych w obrębie ich zasięgu (Ryc. 6). W wyniku przeprowadzonych analiz okazało się, że najbardziej zbliżone do samopszy uprawnej były populacje dzikie obficie rosnące w niewielkim pasmie gór Karacadağ [11], w okręgu Diyarbakir w południowo-wschodniej Turcji (Ryc. 7). Autorzy opracowania wyciągnęli z tego wnioski, że udo-



Ryc. 7. Wyniki analizy DNA dzikiej i uprawnej samopszy. 1 – porównanie różnych populacji dzikiej samopszy *Triticum monococcum* subsp. *boeoticum* z obszaru Żywnego Półksiężycza, 2 – to samo z uwzględnieniem populacji samopszy uprawnej subsp. *monococcum* i samopszy-chwastu subsp. *aegilopoides*, 3 – dendrogram dla populacji samopszy dzikiej, uprawnej i chwastu. Litery A-L jak na Ryc. 3 (wg [20], uproszczone).

Fig. 7. Results of the DNA analysis of wild and domesticated einkorn. 1 – comparison of different populations of wild einkorn *Triticum monococcum* subsp. *boeoticum* from the Fertile Crescent, 2 – the same including populations of domesticated subsp. *monococcum* and weedy subsp. *aegilopoides*, 3 – dendrogram for populations of wild, weedy and domesticated einkorn. Letters A-L as in Fig. 3 (after [20], simplified).

mowanie dzikiej samopszy mogło nastąpić w tym właśnie rejonie, gdzie jeszcze do niedawna występowała ona masowo. Na korzyść tej hipotezy, ich zdaniem, dodatkowo przemawia fakt, że w tej części Żywnego Półksiężycza znajdują się epipaleolityczne i neolityczne stanowiska archeologiczne zawierające szczątki dzikiej i uprawnej samopszy [20]. Ostatnio badacze izraelscy [25] zwrócili uwagę na to, że mógł to być obszar powstania także innych roślin uprawnych wchodzących w skład podstawowego kompleksu bliskowschodniego, ponieważ tylko tutaj spotykają się zasięgi ich wszystkich dzikich przodków, łącznie z mającą bardzo ograniczone rozprzestrzenienie dziką ciecierzą *Cicer arietinum* subsp. *reticulatum*. Wydaje się jednak, że narazie mamy zbyt mało danych archeobotanicznych, aby definitywnie roz-

strzygnąć, czy udomowienie wszystkich gatunków tego kompleksu nastąpiło na tym samym terenie, czy też niezależnie w różnych miejscach, ale badacze raczej skłaniają się do tego drugiego przypuszczenia [50].

TEORIE POWSTANIA ROLNICTWA

Badania nad wydajnością różnych systemów gospodarczych w zakresie zdobywania pożywienia, tzn. nad stosunkiem energii wydatkowanej do pozyskanej (relacja *input-output*) wykazały, że gospodarka zbieracko-łowiecka była pod tym względem co najmniej tak samo, lub nawet bardziej, efektywna niż gospodarka oparta na rolnictwie. Rolnictwo umożliwiła wprowadzić wyżywienie większej grupy ludzi z wykorzystaniem mniejszego obszaru, ale wymaga większego nakładu pracy i niesie ze sobą niepewność wynikającą z niestabilności plonów. Rodzi się zatem pytanie, co skłoniło ludzi do podjęcia uprawy roślin i chowu zwierząt domowych? Niektóre próby wyjaśnienia przyczyn powstania rolnictwa są przedstawione poniżej.

HIPOTEZA „OAZ” CHILDE'A

Myśl o wpływie klimatu na zmiany cywilizacyjne ludzkości, przewijająca się w literaturze od dość dawna (por. [40]), w odniesieniu do początków rolnictwa została w pełni opracowana w kilku publikacjach archeologa brytyjskiego V. G. Childe'a, ogłoszonych w latach 1926–1953. Wysznuł on hipotezę, że udomowienie roślin na Bliskim Wschodzie miało miejsce w okresie wybitnego osuszenia klimatu, jakie nastąpiło po ostatnim zlodowaceniu (był to okres gdy uważano, że zlodowaceniom północnym towarzyszyły okresy pluwialne na południu). Brak wody zmusił ludzi i zwierzęta do skupiania się w dolinach rzek i oazach charakteryzujących się bujną roślinnością, tam zaś bliski kontakt ze znanymi już poprzednio dzikimi roślinami i zwierzętami skłonił człowieka do ich udomowienia (stąd nazwa „teoria oaz” lub „bliskości”). Z Bliskiego Wschodu rolnictwo rozprzestrzeniło się po całym świecie.

Hipoteza Childe'a, w jej oryginalnym ujęciu, okazała się niesłuszna, gdy badania pali-

nologiczne przeprowadzone na Bliskim Wschodzie wykazały, że w końcowej fazie ostatniego zlodowacenia nastąpił najpierw wzrost, a nie spadek wilgotności klimatu. Tym niemniej odegrała ona w nauce ważną rolę, inspirując archeologów i przyrodników do podjęcia badań terenowych zmierzających do sprawdzenia jej podstawowych założeń.

TEORIA PRZELUDNIENIA CZYLI STRESU

Niektórzy badacze uważali, że powstanie rolnictwa było wywołane stresem spowodowanym przez nadmierny wzrost populacji ludzkich, który prowadził do ograniczenia zasobów pokarmowych w środowisku łowców-zbieraczy. W późnym plejstocenie, na obszarach optymalnych pod względem surowców pokarmowych, mógł nastąpić znaczny wzrost zaludnienia, w wyniku którego centra osadnicze wywierały presję na mieszkańców stref marginalnych, zmuszając ich do szukania nowych źródeł pożywienia. Proces ten mógł doprowadzić do „wynalezienia” rolnictwa. Propagatorami tej teorii byli archeolodzy, m.in. M. N. Cohen, L. Binford i K. Flannery [13]. Stojąc na gruncie tej hipotezy należałoby oczekiwać, że w schyłkowej fazie gospodarki przyswajającej powinno zaznaczyć się niedożywienie ludzi, jednakże badania podjęte w celu wyjaśnienia tej kwestii nie potwierdziły tego przypuszczenia. Analiza kości ludzkich z kilku epipaleolitycznych stanowisk zbieracko-łowieckich i neolitycznych stanowisk rolniczych wykazała tendencję odwrotną. To rolnicy byli gorzej odżywieni, bardziej podatni na choroby i żyli krócej, aniżeli poprzedzający je zbieracze-łowcy na tych samych terenach (szerzej na ten temat [8, 13]). Krytycy tej teorii wskazywali zatem na to, że dopiero właśnie rolnictwo i osiadły tryb życia sprzyjały wzrostowi demograficznemu, co mogło być przyczyną gorszego stanu zdrowia rolników.

TEORIA „ŚMIETNISK”

Rośliny uprawne i ich dzikie formy macierzyste mają pewne ekologiczne cechy chwastów: są przystosowane do rozwoju na siedliskach otwartych, zaburzonych, często wzbogaconych w związki azotu. Niektórzy badacze

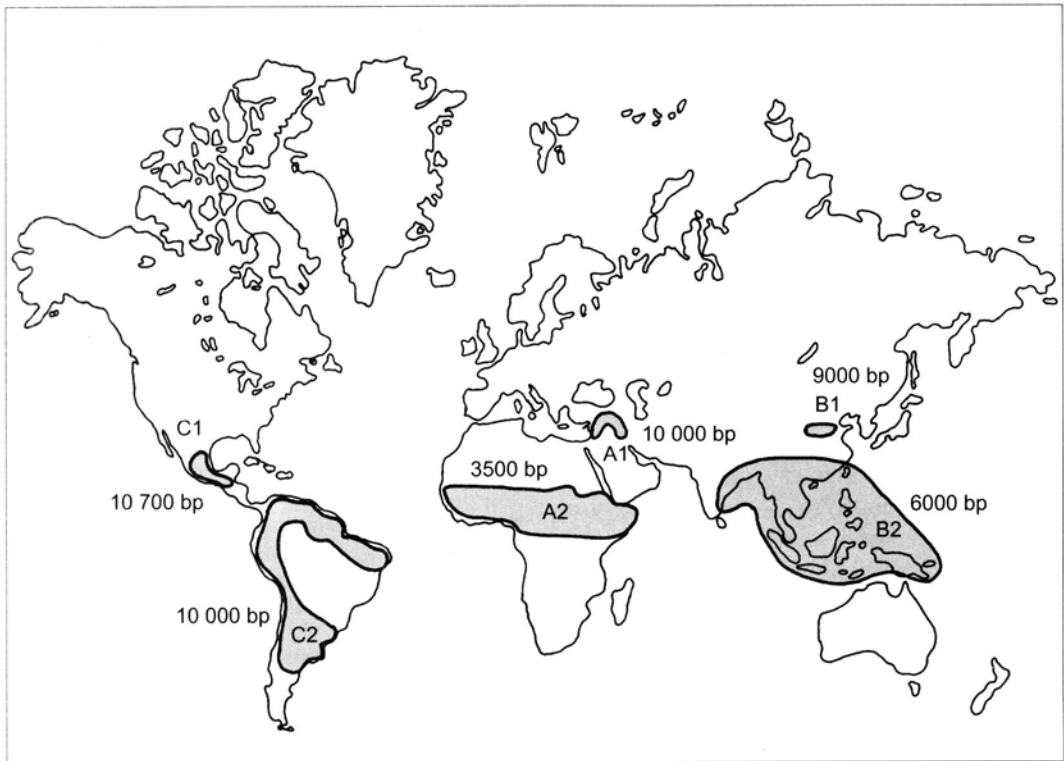
przypuszczali, że dzięki gatunki obdarzone tymi właściwościami rozwijały się obficie w otoczeniu sezonowych siedzib ludzkich, dzięki czemu człowiek łatwiej „zauważał” ich korzystne właściwości odżywcze (np. duże ziarno traw) i niejako przez przypadek zaczął je uprawiać. Tak narodziła się teoria „śmietniskowego” pochodzenia rolnictwa (hipoteza „*rubbish-heap*” lub „*dump-heap*”), której pierwsze przesłanki można znaleźć już u Darwina (szerzej patrz [13, 15]). Późniejsze badania wykazały jednak, że hipotezę tę można odnosić tylko do niektórych roślin, np. z omawianych w tym artykule do tykwy i słonecznika, ale nie sprawdza się ona w odniesieniu do większości gatunków uprawnych, np. do zbóż [13, 15, 23].

TEORIA DETERMINIZMU KLIMATYCZNEGO W UJĘCIU HILLMANA

Badania paleoekologiczne, intensywnie prowadzone na Bliskim Wschodzie od lat 60. wykazały, że u schyłku ostatniego zlodowacenia wystąpiły tam, podobnie jak na innych terenach, wyraźne zmiany klimatyczne, które zbiegły się w czasie z pojawieniem się na obszarze Żyznego Półksiężycza licznych osad ludzkich zawierających szczątki roślin uprawnych. Wydaje się zatem, że zmiany klimatu od zimnego i suchego w pełnym glacjaie, przez cieplejszy i wilgotniejszy na początku późnego glacjału, do suchszego i zimniejszego w okresie młodszego dryasu, mogły dać impuls do powstania rolnictwa. Teorię tę sprecyzował w kilku publikacjach geolog amerykański H. E. Wright [33], a w formie nieco zmodyfikowanej rozwinął archeobotanik brytyjski G. Hillman [22], który ściśle powiązał przemiany klimatyczno-roślinne z rezultatami badań archeologicznych.

W okresie pełnego glacjału ostatniego zlodowacenia (18000–16000 bp) lasy na Bliskim Wschodzie były w dużym stopniu zredukowane, a niektóre obszary, np. góry Zagros w Iranie, były całkowicie pozbawione drzew [44]. Roślinność miała charakter zimnego stepu pustynnego. Około 15000 lat temu zaczęła się poprawa klimatu, która umożliwiła rozprzestrzenienie się drzew i powstanie stepu parkowego, na którym rosły pistacje, głogi i migdałowiec, a potem tak-

że dęby. Towarzyszyły im liczne rośliny zielne, a wśród nich roczne trawy, głównie dzikie zboża: dzika pszenica samopsza, dziki jęczmień, dzika pszenica płaskurka i prawdopodobnie dzikie żyto. Jako gatunki inwazyjne, mające zdolność szybkiego opanowywania terenu, dzika samopsza i dziki jęczmień szybko mogły stać się dominującymi, albo co najmniej bardzo pokaznymi, składnikami stepu. Rozprzestrzenianiu się rocznych traw sprzyjała zaznaczająca się coraz silniej sezonowość klimatu. Ekspansja dzikich zbóż mogła prowadzić do wypierania niektórych innych roślin stepowych, które służyły poprzednio jako pokarm dla łowców-zbieraczy. Stratę tę z nawiązką rekompensowała wartość odżywcza traw o dużym ziarnie, które dawały znacznie większe plony z jednostki powierzchni. Wzrost pojemności (*carrying capacity*) ekosystemu stepowego, spowodowany obfitością dzikich zbóż, sprawił, że z tej samej powierzchni człowiek pozyskiwał znacznie więcej pożywienia. Mogło to skłonić łowców-zbieraczy do wynalezienia sposobów przechowywania żywności i sprzyjać wydłużaniu się okresów pobytu w jednym miejscu, aż do pozostawiania części ludności w jednej osadzie przez cały rok (kobiety w ciąży i z małymi dziećmi). Na wpeł osiadły, lub wręcz osiadły, tryb życia sprzyjał zwiększeniu liczby urodzin, co z kolei mogło przyczynić się do wzrostu zaludnienia osad i konieczności zwiększania zasobów żywnościowych. Początkowo efekt ten uzyskiwano uzupełniając zbieractwo wysiewaniem dotychczas zbieranych traw w miejscach, gdzie one występowały z natury, po ewentualnym usunięciu konkurujących z nimi innych roślin. Tak mogła powstać uprawa, ale ciągle jeszcze dzikich roślin. Niedostatek pożywienia pozyskiwanego z dzikich żniw szczególnie ostro dawał się odczuć w wyniku pogorszenia się klimatu w okresie młodszego dryasu, ok. 11500 bp, kiedy to susza, nasilająca się sezonowość klimatu i fluktuacje pogody z roku na rok prowadziły do dalszego ograniczenia plonów uzyskiwanych z dzikich zbóż. Gromady łowców-zbieraczy były zmuszone do poszukiwania innych miejsc nadających się do wysiewania traw, tam gdzie istniały stałe źródła wody, np. na małych terasach



Ryc. 8. Przybliżone daty pojawienia się najstarszych roślin uprawnych na tle ośrodków powstania rolnictwa w ujęciu Harlana: A1, B1, C1 – centra, A2, B2, C2 – nie-centra (wg [12], zmienione).

Fig. 8. Approximate dates of the occurrence of the oldest cultivated plants at the background of Harlan's centres (A1, B1, C1) and non-centres (A2, B2, C2) of agricultural origins (after [12], modified).

i wypłaszczeniach położonych w pasmach pogórz. Miejsca takie funkcjonowały jak swoiste „oazy”. Stopniowo do wysiewu zaczęto w coraz większym stopniu używać ziarna pochodzącego z populacji już poprzednio uprawianych, w których sukcesywnie coraz większą rolę odgrywały osobniki o cechach roślin udomowionych. W ten sposób zmiany klimatyczne, które ograniczyły bazę żywniową łowców-zbieraczy, mogły stać się bodźcem do powstania uprawy zbóż. W hipotezie determinizmu klimatycznego, w formie zaprezentowanej przez Hillmana, odnajdujemy elementy wielu innych teorii, a więc modyfikację pojęcia „oaz”, sprawę stresu demograficznego i kwestię rozwoju cywilizacyjnego. Trzeba jednak zaznaczyć, że rekonstrukcja zjawisk przedstawiona przez Hillmana opiera się

na bardzo dokładnej korelacji zmian szaty roślinnej zarejestrowanych w diagramach pyłkowych, z wynikami badań archeologicznych, co może budzić pewne zastrzeżenia, ze względu na niewystarczającą liczbę dobrych datowań radiowęglowych.

PODSUMOWANIE

Intensywne badania prowadzone na Bliskim i Dalekim Wschodzie oraz w obu Amerykach dowodzą, że najwcześniejsza uprawa roślin rozwinęła się niezależnie w kilku miejscach na świecie, w okresie obejmującym schyłek późnego glacjału ostatniego zlodowacenia i początek holocenu, czyli w latach radiowęglowych między 11500 a 8500 lat temu (Ryc. 8). Rolę

pierwszego impulsu mogły odegrać zmiany klimatyczne, które zbiegły się w czasie z odpowiednim rozwojem społeczeństw ludzkich, zarówno pod względem poziomu wytwórczości (narzędzia), jak i umiejętności i organizacji społecznej. Nie oznacza to, że wszędzie powstanie rolnictwa przebiegało tak samo. Zróżnicowane były lokalne warunki środowiskowe, inne rośliny podlegały udomowieniu i odmienny był rozwój kultur i cywilizacji ludzkich. Tym nie mniej zbieżność w czasie początków rolnictwa i globalnych zmian klimatycznych u schyłku ostatniego zlodowacenia pozwala przypuszczać, że warunki paleoekologiczne miały wydatny wpływ na przemiany gospodarcze. Do pełnego potwierdzenia tej hipotezy potrzeba dalszych badań archeologicznych w różnych częściach świata, połączonych z wszechstronną analizą zachowanych materiałów roślinnych i zwierzęcych i precyzyjnym datowaniem radiowęglowym.

LITERATURA

- [1] BEHRE K.-E. 1992. The history of rye cultivation in Europe. *Vegetation History and Archaeobotany* **1**: 141–156.
- [2] BIENIEK A. 1999. Pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum* s.l.) i ostnica (*Stipa* sp.) we wczesnym neolicie na terenie Kujaw. W: K. WASYLIKOWA (red.), *Rośliny w dawnej gospodarce człowieka. Polish Bot. Stud., Guidebook Series* **23**: 89–106.
- [3] BONAVIA D., GROBMAN A. 1989. Andean maize: its origins and domestication. W: D. R. HARRIS, G. C. HILLMAN (red.), *Foraging and farming*. Unwin Hyman, London, s. 456–468.
- [4] CHANG T. T. 1976. The origin, evolution, cultivation, dissemination, and diversification of Asian and African rices. *Euphytica* **25**: 245–441.
- [5] CHANG T. T. 1989. Domestication and spread of the cultivated rices. W: D. R. HARRIS, G. C. HILLMAN (red.), *Foraging and farming*. Unwin Hyman, London, s. 408–417.
- [6] COHEN D. J. 1998. The origins of domesticated cereals and the Pleistocene-Holocene transition in East Asia. *The Review of Archaeology, Special Issue* **19** (2): 22–29.
- [7] CRAWFORD G. W. 1992. Prehistoric plant domestication in East Asia. W: C. W. COWAN, P. J. WATSON (red.), *The origins of agriculture*. Smithsonian Institution Press, Washington, s. 7–38.
- [8] FEDER K. L. 1996. *The past in perspective*. Mayfield Publishing Company, Mountain View, California.
- [9] GLOVER I. C., HIGHAM C. F. W. 1996. New evidence for early rice cultivation in South, Southeast and East Asia. W: D. R. HARRIS (red.), *The origins and spread of agriculture and pastoralism in Eurasia*. UCL Press, London, s. 413–441.
- [10] GOLOUBINOFF P., PÄÄBO S., WILSON A. C. 1993. Evolution of maize inferred from sequence diversity of an *Adh2* gene segment from archaeological specimens. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **90**: 1997–2001.
- [11] HARLAN J. R. 1967. A wild wheat harvest in Turkey. *Archaeology* **20**: 197–201.
- [12] HARLAN J. R. 1971. Agricultural origins: centers and noncenters. *Science* **174**: 468–474.
- [13] HARLAN J. R. 1998. *The living fields*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [14] HARLAN J. R., ZOHARY D. 1966. Distribution of wild wheats and barley. *Science* **153**: 1074–1080.
- [15] HAWKES J. G. 1969. The ecological background of plant domestication. W: P. J. UCKO, G. W. DIMBLEBY (red.), *The domestication and exploitation of plants and animals*. Gerald Duckworth & Co., London, s. 17–29.
- [16] HAWKES J. G. 1989. The domestication of roots and tubers in the American tropics. W: D. R. HARRIS, G. C. HILLMAN (red.), *Foraging and farming*. Unwin Hyman, London, s. 481–503.
- [17] HEISER, JR. C. B. 1989. Domestication of Cucurbitaceae: *Cucurbita* and *Lagenaria*. W: D. R. HARRIS, G. C. HILLMAN (red.), *Foraging and farming*. Unwin Hyman, London, s. 471–480.
- [18] HELBAEK H. 1969. Plant collecting, dry-farming, and irrigation agriculture in prehistoric Deh Luran. *Mem. Mus. Anthropol. Univ. Michigan* **1**: 383–426.
- [19] HELBAEK H. 1970. The plant husbandry of Hacilar I. W: J. MELLAART, *Excavations of Hacilar I*. University Press, Edinburgh, s. 189–244.
- [20] HEUN M., SCHÄFER-PREGL R., KLAWAN D., CASTAGNA R., ACCERBI M., BORGHI B., SALAMINI F. 1997. Site of einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting. *Science* **278**: 1312–1314.
- [21] HILLMAN G. 1978. On the origins of domestic rye – *Secale cereale*: the finds from aceramic Can Hasan III in Turkey. *Anatolian Studies* **28**: 157–174.
- [22] HILLMAN G. 1996. Late Pleistocene changes in wild plant-foods available to hunter-gatherers of the Northern Fertile Crescent: possible prelude to cereal cultivation. W: D. R. HARRIS (red.), *The origins and spread of agriculture and pastoralism in Eurasia*. UCL Press, London, s. 159–203.
- [23] HILLMAN G. C., DAVIS M. S. 1990. Measured domestication rates in wild wheats and barley under primitive cultivation, and their archaeological implications. *Journal of World Prehistory* **4**: 157–222.
- [24] KISLEV M. E. 1988. Nahal Hemar Cave. Dessicated plant remains: an interim report. *Atiqot* **18**: 76–81.
- [25] LEV-YADUN S., GOPHER A., ABBO S. 2000. The cradle of agriculture. *Science* **288**: 1602–1603.
- [26] MANGELSDORF P. C. 1969. Ewolucja kukurydzy. W: J. B. HUTCHINSON (red.), *Ewolucja roślin uprawnych*. PWRIL, Warszawa, s. 31–62.
- [27] MILLER N. F. 1991. The Near East. W: W. VAN ZEIST, K. WASYLIKOWA, K.-E. BEHRE (red.), *Progress in Old World Palaeoethnobotany*, A. A. Balkema, Rotterdam, s. 133–160.

- [28] NESBITT M., SAMUEL D. 1996. From staple crop to extinction? The archaeology and history of the hulled wheats. W: S. PALUDOSI, K. HAMMER, J. HELLER (red.), *Hulled wheats. Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats, 21–22 July 1995, Castelvecchio Pascoli, Tuscany, Italia*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, s. 41–100.
- [29] NEUMANN K. 1999. Early plant food production in West African Sahel. W: M. VAN DER VEEN (red.), *The exploitation of plant resources in Ancient Africa*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, s. 73–80.
- [30] PEARSALL D. M. 1992. The origins of plant cultivation in South America. W: C. W. COWAN, P. J. WATSON (red.), *The origins of agriculture*. Smithsonian Institution Press, Washington, s. 173–205.
- [31] PICKERSGILL B. 1989. Cytological and genetical evidence on the domestication and diffusion of crops within the Americas. W: D. R. HARRIS, G. C. HILLMAN (red.), *Foraging and farming*. Unwin Hyman, London, s. 426–438.
- [32] ROWLEY-CONWY P. A., DEAKIN W. J., SHAW C. H. 1999. Ancient DNA from sorghum: the evidence from Qasr Ibrim, Egyptian Nubia. W: M. VAN DER VEEN (red.), *The exploitation of plant resources in Ancient Africa*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, s. 55–61.
- [33] SMITH B. D. 1992. Prehistoric plant husbandry in Eastern North America. W: C. W. COWAN, P. J. WATSON (red.), *The origins of agriculture*. Smithsonian Institution Press, Washington, s. 101–119.
- [34] TAPIA E. M. DE 1992. The origins of agriculture in Mesoamerica and Central America. W: C. W. COWAN, P. J. WATSON (red.), *The origins of agriculture*. Smithsonian Institution Press, Washington, s. 143–171.
- [35] WATSON P. J. 1989. Early plant cultivation in the Eastern Woodlands of North America. W: D. R. HARRIS, G. C. HILLMAN (red.), *Foraging and farming*. Unwin Hyman, London, s. 555–571.
- [36] WEBER S. A. 1991. Plants and Harappan subsistence. Oxford & IBH Publishing CO. PVT. LTD. New Delhi.
- [37] WILKES G. 1989. Maize: domestication, racial evolution, and spread. W: D. R. HARRIS, G. C. HILLMAN (red.), *Foraging and farming*. Unwin Hyman, London, s. 440–455.
- [38] WILLCOX G. 1996. Evidence for plant exploitation and vegetation history from three Early Neolithic pre-pottery sites on the Euphrates (Syria). *Vegetation History and Archaeobotany* 5: 143–152.
- [39] WILLCOX G. 1998. Archaeobotanical evidence for the beginnings of agriculture in southwest Asia. W: DAMANIA A. B., VALKOUN J., WILLCOX G., QUALSET C. O. (red.), *The origins of agriculture and crop domestication*. ICARDA, Aleppo, s. 25–38.
- [40] WRIGHT H. E., JR. 1993. Environmental determinism in Near Eastern prehistory. *Current Anthropology* 34: 458–469.
- [41] ZEIST W. VAN 1986. Plant remains from Neolithic El Kowm, central Syria. W: R. H. DORNEMANN, *A Neolithic village at Tell El Kowm in the Syrian desert. Studies in Ancient Oriental Civilization* 43: 65–68.
- [42] ZEIST W. VAN, BAKKER-HEERES J. A. H. 1982. Archaeobotanical studies in the Levant. 1. Neolithic sites in the Damascus Basin: Aswad, Ghoraifé, Ramad. *Palaeohistoria* 24: 165–256.
- [43] ZEIST W. VAN, BAKKER-HEERES J. A. H. 1984(86). Archaeobotanical studies in the Levant. 2. Neolithic and Halaf levels at Ras Sharma. *Palaeohistoria* 26: 151–170.
- [44] ZEIST W. VAN, BOTTEMA S. 1991. Late Quaternary vegetation of the Near East. *Beihefte zum Tübinger Atlas der Vorderen Orients. Reihe A*. 18: 1–156.
- [45] ZEIST W. VAN, DE ROLLER G. J. 1994. The plant husbandry of aceramic Cayönü, SE Turkey. *Palaeohistoria* 33/34: 65–96.
- [46] ZEIST W. VAN, DE ROLLER G. J. 1995. Plant remains from Asikli Höyük, a pre-pottery Neolithic site in central Anatolia. *Vegetation History and Archaeobotany* 4: 170–185.
- [47] ZEIST W. VAN, SMITH P. E. L., PALFENIER-VEGTER R. M., SUWIJN M., CASPARIE W. A. 1984(86). An archaeological study of Ganj Dareh Tepe, Iran. *Palaeohistoria* 26: 201–224.
- [48] ZEIST W. VAN, WATERBOLK-VAN ROOIJEN W. The palaeobotany of Tell Bouqras, eastern Syria. *Paléorient* 11/2: 131–147.
- [49] ZEVEN A. C., ZHUKOVSKY P. M. 1975. Dictionary of cultivated plants and their centres of diversity. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.
- [50] ZOHARY D. 1996. The mode of domestication of the founder crops of Southwest Asian agriculture. W: D. R. HARRIS (red.), *The origins and spread of agriculture and pastoralism in Eurasia*. UCL Press, London, s. 142–158.
- [51] ZOHARY D., HOPF M. 1993. Domestication of plants in the Old World. Clarendon Press, Oxford.